

## Zusammenfassung

Stiftung Energie & Klimaschutz Baden-Württemberg

### „Technologien der Energiespeicherung“

*Debatten-Abend der Stiftung Energie & Klimaschutz Baden-Württemberg mit Experten aus Forschung und Industrie am 19.10.2011 im Haus Heidehof der Robert Bosch Stiftung GmbH in Stuttgart*

Ein zentrales Thema beim Umbau der Energieversorgung in Deutschland auf regenerative Energieträger ist die Frage, wie Energie in großem Umfang gespeichert werden kann. Wurde in der Vergangenheit der Strom in Kraftwerken in dem Moment produziert und in das Netz eingespeist, wenn er gebraucht wurde, ist mit dem Ausbau der regenerativen Energien ein volatiles Element dazu gekommen: Wind und Sonne lassen sich nicht nach Bedarf an- oder abschalten. Mit der Erzeugung aus regenerativen Quellen steigt der Bedarf für leistungsfähige Speicherslösungen. Mit dem aktuellen Stand der unterschiedlichen Technologien zur Energiespeicherung setzte sich der Debattenabend der Stiftung Energie und Klimaschutz am 19. Oktober in Stuttgart auseinander. Unter der Moderation von Dr. Wieland Backes (SWR) diskutierten die Referenten aus Forschung, Industrie und Energieversorgung das Thema sowohl aus dem Blickwinkel der Elektromobilität als auch im Zusammenhang mit Fragen der Versorgungssicherheit und der Stabilität der Netze.

#### „Wir müssen neue Batteriearchitekturen entwickeln“

Mit dem Projekt „Competence E“ ist das Karlsruher Institut für Technology KIT eines der wissenschaftlichen Zentren in Deutschland, an denen zu Fragen der Elektromobilität geforscht wird. Dort konzentriert man sich bei der Erforschung neuer Batterietechnologien sowohl auf die Materialforschung als auch auf die Verfahrenstechnik, wie Prof. Dr.-Ing. Horst Hahn, geschäftsführender Direktor des Instituts für Nanotechnologie, erläuterte. Die Speicher, die wir heute haben, sind noch „deutlich zu teuer und haben eine zu geringe Speicherdichte“. Dabei sind es, so Hahn, nicht die Materialien, die die Kosten nach oben treiben, denn „70 Prozent der Kosten kommen aus der Verfahrenstechnik“. Um die Reichweite von Elektrofahrzeugen zu steigern und die Kosten zu verringern, müssen deshalb „neue Batteriearchitekturen“ entwickelt werden.

Durch die Entwicklung neuartiger Konversionsmaterialien auf der Basis von Eisen-Nanopartikeln, die von Kohlenstoff-Nanoröhren umhüllt sind, hat man hier

Stiftung Energie & Klimaschutz  
Baden-Württemberg

Durlacher-Allee 93  
76131 Karlsruhe  
Großkunden-PLZ: 76180 Karlsruhe  
Telefon 0721 63-13986  
Telefax 0721 63-193521

energieundklimaschutzBW@enbw.com  
www.energieundklimaschutzBW.com

Vorsitzender des Stiftungsrats  
Dr. Hans-Josef Zimmer  
Generalbevollmächtigter Technik  
EnBW Energie Baden-Württemberg AG

Geschäftsführender Vorstand  
Dr. Wolf-Dietrich Erhard (Sprecher)  
Manfred Volker Haberzettel  
Dr. Bernd-Michael Zinow

Landesbank Baden-Württemberg  
BLZ 600 501 01  
Konto 2075129

Eine Stiftung der

bereits große Fortschritte bei der Entwicklung eines neuen Speichermediums für Batterien erzielt. Das Ergebnis ist eine Zelle mit hoher Zyklenstabilität, die mit 270 mAh/g eine doppelt so hohe Kapazität aufweist wie heutige nach „state of the art“ industriell gefertigte Batteriezellen. Dieses "schwarze Pulver" kann, so Hahn, sofort in eine Zelle eingebaut werden.

Auch bei der Verfahrensoptimierung für die Batterieproduktion konnte man die Prozesskosten senken. Bisher ist die Befüllung der Zellen mit einem Elektrolyt der wesentliche Kostentreiber in der Produktion: Es müssen Millionen Zellen bei erhöhten Temperaturen bis zu 24 Stunden ausgelagert werden, damit der Elektrolyt sich homogen auf die gesamte Zelle verteilt. Erst dann kann die eigentliche Herstellung der Zelle erfolgen. Den Wissenschaftlern des KIT ist es durch eine Verbesserung der Prozesstechnik gelungen, den Prozess der Elektrolytbefüllung auf einen Zeitraum von etwa einer Minute zu reduzieren.

Diese Beispiele zeigen, wie Hahn ausführte, dass durch die möglichst parallele Material- und Verfahrensentwicklung und die Vernetzung der Forschung in kurzer Zeit erhebliche Verbesserungen erzielt werden können.

#### **„Der Weg zur Elektromobilität muss mit Bedacht gegangen werden“**

„Manchmal kommt es auf den Maßstab an“ leitete Dr. Klaus Dieterich, Vorsitzender der Geschäftsleitung im Zentralbereich Forschung und Vorausbildung/Koordination Technik der Robert Bosch GmbH sein Referat zum Thema „Elektrische Speichertechnik – Status und Ausblick“ ein. Historisch betrachtet ist das Ölzeitalter der letzten hundert Jahre eine kurze Periode, „heute sind wir unterwegs, um die Energie natürlich entstandener Speicher zu nutzen.“ Die weltweit diskutierte Ablösung des Verbrennungsmotors vor dem Hintergrund erneuerbarer elektrischer Energien wie Windkraft oder Photovoltaik ist, so Dieterich, der richtige Weg, aber „der Weg zur Elektromobilität muss mit Bedacht gegangen werden.“

Bosch setzt heute elektrische Speicher von Akkuschaubern über Rasenmähern oder Kettensägen bis hin zum Antrieb für e-Bikes ein. Die E-Mobilität wird sich nach der Prognose Dieterichs, nicht nur in China über das Zweirad entwickeln. Deshalb werden bereits heute komplette Systeme für Pedelecs mit Elektronik, Lithium-Ionen-Speicher und Antriebseinheit von Bosch angeboten.

Bei der Entwicklung mobiler Speicher unterhält das Unternehmen ein Joint Venture mit Samsung SDI, das Zellen und komplette Batteriepacks für die Automobilindustrie entwickelt und produziert. Interessante Zukunftssysteme, die in der Forschung heftig diskutiert werden, sind hier Lithium-Schwefel oder Lithium-Luft Batteriesysteme der 3. und 4. Generation. Hier bestehen, so Dieterich, zwischen dem, was theoretisch erreichbar ist und dem, was heute im Laborstadium möglich ist, noch sehr große Abweichungen. Das Potenzial dieser Systeme erreiche aber

bereits die Größenordnung der Speicherung von einer Kilowattstunde (kWh) je Kilogramm. Im Vergleich dazu sind in einem Liter Benzin rund 10 kWh enthalten. „Bereinigt um den gegenüber dem Verbrennungsmotor ungefähr vierfach höheren Wirkungsgrad des elektrischen Antriebs würden wir damit dem Äquivalent zu Benzin schon ziemlich nahe kommen.“

**„Der wirtschaftliche Speicherbedarf ist deutlich niedriger als der technische“**

Die Frage „Wie viel Stromspeicher braucht Deutschland?“ stellte Prof. Dr. Martin Wietschel, Leiter des Geschäftsfelds Energiewirtschaft am Competence Center Energiepolitik und Energiesysteme des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI, in den Mittelpunkt seines Diskussionsbeitrags.

Je höher die Last, desto höher der Strompreis. Nach diesem System funktioniert der Strommarkt. Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien stehen wir in Deutschland vor dem Problem, dass wir zeitweise zu viel Strom erzeugen. Wenn diese Energie nicht „weggeworfen“ werden soll, müssen Speichertechnologien geschaffen werden. Mit 0,1 Terrawattstunden (TWh) ist der Anteil an erneuerbarer Energie, die nicht genutzt werden kann, bezogen auf den Jahresverbrauch von 600 TWh, heute noch relativ gering. Steigt der Anteil der Erneuerbaren aber bis zum Jahr 2050 auf 80 Prozent, wie es die Politik vorgibt, erhöht sich der theoretische Bedarf an Stromspeichern, je nach zugrunde gelegten Annahmen, auf bis zu 160 TWh.

Die Konsequenzen stellte Wietschel mit Preis- und Lastberechnungen dar. Sein Fazit: „Strom ist zeitweise nichts mehr wert. Zum Teil haben wir heute schon negative Strompreise. Dieses Phänomen werden wir in der Energiebranche zukünftig verstärkt erleben.“ Deshalb brauchen wir in Deutschland andere Kraftwerksstrukturen, andere Netze und andere Speicherlösungen, denn der Bedarf an flexiblen Strukturen nimmt stark zu.

Unter der Prämisse, dass jede erzeugte Kilowattstunde genutzt werden soll, beziffert eine Studie der Deutschen Energieagentur dena aus dem Jahr 2008 den Speicherbedarf auf 14 Gigawattstunden, was etwa 10 Prozent der heute installierten Kraftwerksleistung entspricht. Speicher sind aber kapitalintensive Anlagen, und die Anzahl der zu erwartenden Volllaststunden dieser Anlagen reicht, wie Wietschel ausführte, nicht aus, damit sich diese Investitionen rentieren.

Durch den Ausbau der fluktuierenden erneuerbaren Energieträger wächst der Bedarf an Steuerungsoptionen im Energiesystem. Stromspeicher sind eine solche Option. Aber: Speicher sind kapitalintensiv und benötigen eine hohe Auslastung. Speicher für wenige Stunden im Jahr zu betreiben ist ökonomisch nicht zielführend. Deshalb kommt Wietschel zu dem Schluss: „Der wirtschaftliche Speicherbedarf ist deutlich niedriger als der technische.“ Am kostengünstigsten sind nach

seinen Berechnungen Pumpspeicherkraftwerke und Druckluftspeicher mit und ohne Wärmenutzung. Auch Zielkonflikte gilt es zu bedenken: „Denn wer heute Speicher baut, muss sich fragen, ob nicht jemand anderes in einigen Jahren das Stromnetz ausbaut.“ Stromnetze auszubauen sei im Schnitt deutlich günstiger als der Ausbau der Speichertechnologien. Dennoch bleibt das Problem der Akzeptanz für den Netzausbau bestehen. Eine weitere Alternative, die, so Wietschel in vielen Studien nicht berücksichtigt wird, ist, darauf zu verzichten, „den Strom zu retten“ und fehlende Kapazitäten über Gasturbinen oder kombinierte fossil befeuerte Gas- und Dampfkraftwerke zu decken. „Nach unseren Studien sehen wir in den nächsten 10 bis 15 Jahren keinen signifikanten Speicherbedarf“, so Wietschel. Die Zukunft hänge von vielen Faktoren ab, unter anderem, ob es gelingt, die Netze auszubauen, ob Fahrer von Elektroautos es akzeptieren, wenn die Batterien ihrer Fahrzeuge als Lastreserve genutzt werden oder ob es gelingt, den Stromverbrauch signifikant zu senken.

#### **Nicht „Entweder-Oder“ sondern „Sowohl-Als-Auch“**

Dr. Werner Götz, Mitglied des Vorstands der EnBW Kraftwerke AG und Technischer Geschäftsführer der EnBW Erneuerbare Energien GmbH, sieht dagegen sehr wohl Bedarf für leistungsfähige und wirtschaftliche Speichertechnologien. Die Herausforderung bestehe darin, fluktuierende volatile Energie aus erneuerbaren Ressourcen in ein auf Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit ausgerichtetes Gesamtkonzept zu integrieren. „Wir sollten uns in der Diskussion vom Gedanken des „Entweder-Oder“ verabschieden und vielmehr in einem „Sowohl-Als-Auch“ denken. Das gibt uns Freiheiten, das gesuchte Optimum zu finden.“

Die Kapazität an installierter Leistung in Pumpspeicherkraftwerken liegt in Deutschland derzeit bei 7.000 Megawatt. Zusammengenommen würde diese aber nur ausreichen, den Strombedarf für 30 Minuten zu decken. Pumpspeicher jedoch sind, so Götz, der sich in seinen Ausführungen auf heute und in naher Zukunft verfügbare Technologien konzentrierte, ebenso wie Druckluftspeicher nicht als Langzeitspeicher konzipiert. Batteriespeicher haben einen hohen Wirkungsgrad. Die vor allem durch die beschränkte Zahl der Ladezyklen noch sehr teuren Batteriespeicher sieht Götz für kleine Leistungen und kurze Abgabezeiten geeignet. Wasserstoffspeicher, also die Umwandlung von Strom in Wasserstoff oder Methan, sei grundsätzlich für die Langzeitspeicherung geeignet. Durch den geringen Umwandlungswirkungsgrad gehe aber ein Großteil der Energie bei der Umwandlung verloren. „Wir brauchen jetzt dringend mehr Speicherkapazitäten“, so das Fazit von Götz, „Pumpspeicher sind wirtschaftlich und technisch die ausgereifteste Technologie. Wir sollten aber alle Technologien weiter entwickeln und in ihrem jeweiligen Bereich einsetzen.“ Entscheidend sei die Wirtschaftlichkeit auf Basis einer Vollkostenrechnung. Unter den heutigen politischen und regulatorischen

Rahmenbedingungen sei in Deutschland eine Investitionsentscheidung für ein Pumpspeicherkraftwerk im Bereich von bis zu einer Milliarde Euro extrem schwer zu treffen. „Investitionsentscheidungen in dieser Größenordnung brauchen stabile Rahmenbedingungen. Hier ist die Politik gefordert.“ Vor dem Hintergrund der Diskussion um „Stuttgart 21“ sieht auch Götz in der Akzeptanz von Infrastrukturprojekten den „Schlüssel für den erfolgreichen Abschluss von Investitionsprojekten.“



Die Protagonisten der Debatte, v. l. n. r.: Dr. Wieland Backes, Dr. Werner Götz, Dr. Klaus Dieterich, Prof. Dr.-Ing. Horst Hahn, Prof. Dr. Martin Wietschel (Foto: Wolfgang List)

Wenn Sie Bilder in Druckauflösung benötigen, schicken Sie bitte eine kurze Mail an [energieundklimaschutzBW@enbw.com](mailto:energieundklimaschutzBW@enbw.com)

Verantwortlich für den Inhalt:

### **Stiftung Energie & Klimaschutz Baden-Württemberg**

Ulrike Steinbrenner

Durlacher Allee 93

76131 Karlsruhe

Telefon: 0721 63-13986

Telefax: 0721 63-193521

Stiftung Energie & Klimaschutz Baden-Württemberg  
Sitz der Stiftung: Karlsruhe

Vorsitzender des Stiftungsrats: Dr. Hans-Josef Zimmer

Vorstand:

Dr. Wolf-Dietrich Erhard (Sprecher)

Manfred Volker Haberzettel

Dr. Bernd-Michael Zinow