

01/2011



**Institut für Energie
und Regionalentwicklung**

**Die Speicherung von Strom aus
erneuerbaren Energien**

**Ein kurzer Überblick über den
aktuellen Stand**

Dr. rer. pol. Andreas Frank

Schriftenreihe

Speicherung von Strom

Der folgende Text stellt eine Zusammenfassung einiger in der Ausgabe 4/2010 der Zeitschrift „Solarzeitalter“ erschienener Artikel dar, die sich allesamt mit dem Thema Speicherung von Energie beschäftigen. Die jeweiligen Beiträge der Autoren wurden auch auf der Internationalen Speicherkonferenz 2010 (IRES) vorgestellt und stellen somit den aktuellen Stand der Forschung dar. Im Weiteren wird der Aspekt der Speicherung von Strom behandelt.

Allgemein

Aufgrund des unregelmäßigen Auftretens von Sonne und Wind und damit der Stromproduktion der entsprechenden Erzeugungsanlagen kommt es zu einem Auseinanderfallen von Angebot und Nachfrage nach Strom, die ausgeglichen werden muss, um die Netzstabilität zu gewährleisten. Darüber hinaus gilt es, zu vermeiden, dass zeitweise überschüssiger Strom aus Sonne und Wind verloren geht, bzw. in Zeiten eines zu geringen Angebots der genannten Energieträger zuviel zusätzliche Kapazitäten durch andere Energieträger bereitgestellt werden müssen. Dies kann durch verschiedene Maßnahmen erreicht werden:

- Beeinflussung bzw. Verlagerung der Nachfrage hin zu Zeiten eines höheren Stromangebots (Demand Side Management)
- Speicherung des Stromüberschusses
- Ausbau der Netze, um Erzeugungs- und Verbrauchszentren zusammenzufassen
- Vorhalten von flexibel steuerbaren und jederzeit verfügbaren Reservekapazitäten

Während die erste und dritte Maßnahme den Unterschied zwischen Angebot und Nachfrage reduzieren kann, ist nur durch die Speicherung von Stromüberschuss ein völliger Ausgleich möglich. Die vierte Maßnahme sorgt für den Ausgleich der Restlast.

Die Verschiebung der Nachfrage nach Strom hat den Effekt, dass es zu einer Glättung der Nachfragekurve und damit zu weniger ausgeprägten Spitzenlasten kommt. Durch die gezielte Beeinflussung des Verbrauchs kann ein höherer Anteil fluktuierender erneuerbarer Energie (Sonne und Wind) in das Stromsystem integriert werden. Ein weiterer wichtiger Effekt ist, dass die Bereitstellung flexibler Kapazität durch konventionelle Kraftwerke ersetzt werden kann. Wichtige Anwendungsbeispiele sind die elektrische Kälteerzeugung, die elektrische Wärmeerzeugung sowie der flexible Einsatz von Haushaltsgeräten. Allein die elektrische Kälteerzeugung macht rund 5 % des gesamten Stromverbrauches aus. Voraussetzung für die Umsetzung der flexiblen Nachfragesteuerung ist der Einsatz intelligenter Stromzähler bei den jeweiligen Verbrauchern und die Kommunikation mit dem Netzbetreiber.

Der Ausbau der Netze sorgt dafür, dass die Zentren der Stromerzeugung (z.B. Windkraft in Norddeutschland) und Zentren des Verbrauches (Ballungsräume in Süddeutschland) zusammengeschlossen werden können. Weiter können durch den Netzausbau Orte mit günstigen Speicherbedingungen (Norwegen, Alpen)

eingebunden werden. In der Diskussion existieren auch Vorschläge für einen interkontinentalen Netzausbau, um Erzeugungskapazitäten in Nordafrika für Europa nutzbar machen zu können. Nachteile des Netzausbaus sind hohe Investitionskosten für die Infrastruktur, Widerstand der betroffenen Bevölkerung bei Freilandleitungen, Verluste beim Transport über lange Strecken. Beim interkontinentalen Netzausbau kommen weitere Punkte wie Monopolstrukturen und Importabhängigkeit hinzu.

Die Speicherung des Stroms unterliegt verschiedenen Anforderungen. Es gilt, kurz-, mittel- und langfristige Schwankungen auszugleichen. Insbesondere langfristige Schwankungen stellen aktuell die größte Herausforderung dar (so z.B. wenn lange Zeit kein Wind weht). Eine Fallstudie auf kommunaler Ebene hat ergeben, dass die Speicherung und Verlagerung von Strom aus Photovoltaikanlagen innerhalb weniger Tage über das ganze möglich ist, wohingegen bei Wind eine Verlagerung von Stromüberschüssen auch über mehrere Wochen nötig sein kann, was natürlich entsprechende Anforderungen an die Speicherinfrastruktur zur Folge hat. In aktuellen Szenarien wird für Deutschland von einer benötigten Speicherleistung zwischen 15 und 40 GW ausgegangen, bzw. von einer benötigten Speicherkapazität zwischen 50 und 1.000 GWh pro Jahr, je nachdem, wie stark die Vernetzung innerhalb Europas realisiert wird. Die Speicherung kann nach derzeitigem Stand der Forschung durch folgende Speicher erfolgen:

- Pumpspeicherkraftwerke
- Batterien
- Adiabate Druckluftspeicher
- Wasserstoffspeicherung/Methan
- Wärmespeicherung

Einflussfaktoren bei der Wahl der Speichermethode sind vor allem die Kosten, die Energieeffizienz, gesellschaftliche Akzeptanz, Umweltverträglichkeit und die technologische sowie geografische Verfügbarkeit. Weiter sorgen Speicher dafür, dass Verluste im Energieversorgungsnetz reduziert werden, indem die insgesamt erforderliche Übertragungsleistung (Stromtransport) verringert wird. Durch den Einsatz von Stromspeichern kommt es auch zu einer Glättung von Preisschwankungen im Tagesverlauf.

Pumpspeicherkraftwerke

Bei diesen Speichern wird Wasser in einem Becken gestaut und bei Bedarf in ein weiter unten gelegenes Becken abgelassen. Durch den Höhenunterschied treibt das Wasser eine Turbine an, die Strom produziert. In Zeiten des Stromüberschusses wird das Wasser wieder nach oben gepumpt. Durch das nötige Gefälle sind solche Speicher nicht überall umsetzbar. In Deutschland sind viele mögliche Speicher bereits erschlossen. Potential gibt es noch in ehemaligen Tagebauen. In Norwegen und in den Alpen besteht noch ein erheblich größeres Potential, allerdings erfordert die Nutzung dieses Potentials einen stärkeren Netzausbau. Pumpspeicherkraftwerke sind technologisch ausgereift und kostengünstig. Der Wirkungsgrad liegt bei rund 80 %. Die Einrichtung kann mit erheblichen Eingriffen in die Umwelt verbunden sein, wenn große Flächen überflutet werden müssen.

Batterien

Batterien wird vor allem im Zusammenhang mit der Elektromobilität ein großes Speicherpotential vorausgesagt. Elektroautos sollen in Zeiten des Stromüberschusses diesen in ihren Akkus aufnehmen. Derzeit ist das eher eine theoretische Möglichkeit, da es keine serienreifen entsprechenden Elektroautos und die dazu nötige Infrastruktur auf dem Markt gibt. Daneben gibt es noch die Option mit Groß-Batterien Strom stationär zu speichern. Die zukünftige Entwicklung wird zeigen, welches Potential sich daraus ergeben kann. Außerdem ist die Produktion von Batterien aufgrund der verwendeten Stoffe mit Umweltbelastungen verbunden, deren tatsächliche Auswirkungen bei massenhaftem Einsatz noch nicht absehbar sind.

Adiabate Druckluftspeicher

Hier wird Luft in ehemalige Salzstöcke gepresst, die bei Bedarf die Luft wieder abgeben und dabei Strom erzeugen. Der Wirkungsgrad liegt derzeit bei rund 40 %, zukünftig soll er bis zu 70 % erreichen. Diese Technik erscheint viel versprechend, ist aber noch in der Erprobungsphase und derzeit dementsprechend teuer. Außerdem ist die geografische Verfügbarkeit eingeschränkt. Die Auswirkungen auf die Umwelt sind wahrscheinlich gering. Es bestehen Nutzungskonkurrenzen, z.B. mit der geplanten, aber auf Ablehnung stoßenden Speicherung von Kohlendioxid.

Wasserstoffspeicherung/Methan

Stromüberschuss kann auch zur Erzeugung von Wasserstoff und daraus wiederum zur Erzeugung von Methan genutzt werden. Wasserstoff kann durch die Brennstoffzelle erneut zur Stromerzeugung verwendet werden. Methan kann in das bestehende Erdgasnetz eingespeist werden. Der Nachteil dieser Variante sind hohe Umwandlungsverluste, also ein geringer Wirkungsgrad. Allerdings ist ein geringerer Wirkungsgrad besser, als den Stromüberschuss gar nicht zu verwenden. Der Vorteil insbesondere bei Methan ist die bereits vorhandene Infrastruktur des bestehenden Erdgasnetzes.

Wärmespeicherung

Durch den überschüssigen Strom kann auch Wasser erhitzt und gespeichert werden. Dies kann zur Wärmeerzeugung in Gebäuden verwendet werden. Vorgeschlagen wird hier im Warmwasserspeicher der Heizung einen Wärmestab zu installieren, der alternativ zum sonst verwendeten Brennstoff das Wasser in Zeiten des Stromüberschusses erhitzt. Damit kommt es zu einer teilweisen Substitution alternativer Brennstoffe wie Biomasse. Der Vorteil der Variante ist ein flächendeckend möglicher Einsatz sowie ein geringer Aufwand bei der Umsetzung. Nötig für die Umsetzung ist eine Anpassung des Tarifsystems, damit Anreize gesetzt werden können, in Überschusszeiten Strom zur Wärmeerzeugung verwenden zu können.

Fazit

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Speicherung von Strom und die Vernetzung des Stromverteilungssystems mit steigendem Anteil unregelmäßig auftretenden erneuerbaren Energien stark zunehmen wird. Lösungsansätze sind bereits vorhanden, die teilweise noch weiterentwickelt werden müssen. Auch ein zügiger Ausbau der Infrastruktur ist dabei nötig. Allerdings sollte die Entwicklung dahingehend gesteuert werden, dass das System umgesetzt wird, welches den Anforderungen an ein demokratisches, ökologisches und dezentrales Energieversorgungssystem entspricht.

Literatur

- Höfling Holger (2010): „Energiespeicherung – Herausforderungen bei der Bestimmung des Bedarfs und der Förderung“, erschienen in: Solarzeitalter 4/2010, S. 16-23.
- Baur, Frank; Porzig, Michael; Noll, Florian (2010): Strom- und Wärmespeicher als Bestandteil eines Dezentralen Energiemanagements“, erschienen in: Solarzeitalter 4/2010, S. 24-27.
- Koch, Matthias; Bauknecht, Dirk (2010): „Modellgestützte Analyse von flexiblen Verbrauchern in intelligenten Stromnetzen, erschienen in: Solarzeitalter 4/2010, S. 28-34.
- Schulz, Detlef; Jordan, Michael (2010): Konzepte für die Errichtung von Pumpspeicherkraftwerken in ehemaligen Tagebaustrukturen“, erschienen in: Solarzeitalter 4/2010, S. 35-41.
- Sievers, John (2010): „Thermische Speicher zur Integration hoher Anteile von Windenergie und Photovoltaik“, erschienen in: Solarzeitalter 4/2010, S. 42-49.