

Anmerkungen zur Energiespeicherung und der Netzausbauplanung NEP 2013

Vorbemerkungen

Die gegenwärtig in Deutschland benötigte Spitzenlast des Strombedarfs liegt bei ca. 80-85 GW.¹ Werden alle Kapazitätserweiterungspläne der Bundesländer zusammengerechnet, beträgt die Gesamtkapazität der durch erneuerbare Energien innerhalb der nächsten Jahre bereitgestellten Stromerzeugungskapazität ungefähr 157 GW und ist damit knapp doppelt so hoch wie der tatsächliche (gegenwärtige) Bedarf.

Studien besagen zudem, dass die für Solarenergie nutzbaren Dachflächen (ohne Berücksichtigung der solarthermischen Installationsleistungen) eine Installation von insgesamt ca. 170 GW für photovoltaische Anlagen erlauben. Demzufolge wäre der gesamte in Deutschland benötigte Stromenergiebedarf bei konsequenter Nutzung der verfügbaren Möglichkeiten in vergleichsweise kurzer Zeit allein durch regenerative Energieträger zu decken.

Wichtig ist dabei jedoch zu beachten, dass

- a) bei den meisten regenerativen Energieformen – insbesondere Solarenergie und Windenergie – die Spitzenleistungen der Anlagen zeitlich nicht unbedingt mit dem Spitzenbedarf zusammenfallen und
- b) die regionale Allokation der Energieerzeugung nicht zwangsläufig mit dem regionalen Energiebedarf in Einklang stehen.

Daraus ergeben sich Probleme der Fehlallokationen zwischen Stromerzeugung und Strombedarf, die es zu lösen gilt. Daraus nun aber zu folgern, dass bei zu geringer Stromnachfrage überschüssiger Strom ins Ausland verschenkt oder Anlagenkapazitäten abgeregelt werden müssten, ist – volkswirtschaftlich gesehen – ökonomischer Blödsinn. Stattdessen sollte genau dieses zeitlich begrenzte Stromüberangebot gespeichert und in Zeiten mit höherer Nachfrage bzw. produktionsbedingtem Stromunterangebot zur Verfügung gestellt werden.

Entgegen der landläufigen Meinung bietet sich für die Stromspeicherung nicht nur die stoffliche Speicherung z.B. in Pumpspeicherwerken an. Bedauerlicherweise wurde jedoch die Weiterentwicklung alternativer Stromspeichersysteme bislang nicht mit der gleichen Energie verfolgt und vorangetrieben wie dies z.B. im Fall der Kernenergie betrieben wurde.

Niemand käme auf die Idee, ein Kohlekraftwerk ohne einen Kohlebunker (Vorratsspeicher für Kohle) zu errichten. Denn das würde bedeuten, dass das Kraftwerk nur dann Energie produzieren könnte, wenn zufällig neben dem Kraftwerke ein mit Kohle beladener Güterzug (oder ein Schiff) halten würde. Bei Kernkraftwerken, Öl- oder Gaskraftwerken ist dies genau so.

Mit anderen Worten: eine ausreichende Dimensionierung von Vorratsspeichern gehört zwangsläufig mit zum Gesamtkonzept.

Bei konventionellen Kraftwerken war es möglich, den Primärenergieträger (Kohle, Gas, Öl, Brennelemente, ...) zu bevorraten. Mit Sonne und Wind ist das nicht möglich. Also ist die Speicherung nachzulagern. D.h. das fertige Produkt – der Strom – muss gespeichert werden.

¹ *Mannheimer Morgen, Donnerstag, 31.05.2012: 3800 Kilometer Stromtrassen vom Norden in den Süden*

Vorteile regenerativer Energien

Fotovoltaische Stromerzeugung

Die Sonne liefert zu jeder Zeit und an jedem Ort der Erde eine Energiemenge, die wir Menschen mit unserem zugegebenermaßen enormen Energiehunger selbst bei größtmöglicher Energieverschwendung niemals verbrauchen könnten.

An der Grenze der Atmosphäre beträgt die Sonneneinstrahlung auf jedem Quadratmeter etwa 1,367 kW. Dieser Wert ist annähernd konstant und wird daher als Solarkonstante bezeichnet. Die Energie, die auf der Erdoberfläche ankommt, wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, durch die die Solarenergie (im engeren Sinne) in andere Energieformen wie z.B. Wärmestrahlung oder Wind umgewandelt oder durch kleine Partikel in der Atmosphäre ins Weltall reflektiert wird.

So gesehen stellt z.B. auch die Windenergie eine Form der Sonnenenergie dar. Selbst die durch Fallwasserkraftwerke oder Laufwasserkraftwerke genutzte potentielle Energie des Wassers ist eine besondere Form solarer Energie, denn durch die Energieeinstrahlung der Sonne wird Wasser über den Meeren verdunstet, das über Gebirgen wieder abregnet und dort eine höhere potentielle Energie hat als im Meer.

Nach Abzug aller Verluste trifft im 24-stündigen Mittel auf der Erdoberfläche die Solarenergie mit etwa 165 W/m² auf – abhängig vom jeweiligen Breitengrad, der Witterung und der Höhe der Erdoberfläche über Normalnull.

Das Schöne daran ist, dass uns diese Energie völlig kostenlos zur Verfügung steht. Schön ist auch, dass Solarenergie (egal ob bei thermischer Nutzung oder zur Stromerzeugung)

- keinerlei Abgase freisetzt;
- politisch unabhängig an jedem Ort der Erde verfügbar ist;
- keine Geräusche verursacht;
- bei Anwendung auf vorhandenen Dachflächen keinerlei zusätzliche Fläche verbraucht;
- den Strom (dezentral) dort erzeugen kann, wo er tatsächlich auch benötigt wird;
- den energetischen Aufwand für die Produktion der Anlagen innerhalb von maximal ca. 3 Jahren nach Inbetriebnahme wieder ausgeglichen hat;
- abgesehen von der Sonneneinstrahlung keinerlei Rohstoffe / Betriebsmittel während des Betriebs benötigt;
- der Atmosphäre Energie entzieht²;
- die Weiterentwicklung der Module und Solarzellen die photovoltaische Stromerzeugung immer effizienter macht.³
- bzw. deren Anlagen wartungsfrei sind.

Strom aus Windkraftanlagen

Erfahrungsgemäß steht Windenergie an Land besonders dann zur Verfügung, wenn sich Wetteränderungen abzeichnen (und damit auch Fotovoltaikanlagen weniger Strom produzieren). Windenergieanlagen ergänzen somit Fotovoltaikanlagen in idealer Weise. Windkraftanlagen an Land können ebenfalls dort oder zumindest in der Nähe von Verbrauchern aufgestellt werden, so

2 Das ist ja ganz besonders vor dem Hintergrund der globalen Erwärmung bzw. des durch den Menschen verursachten Klimawandels von Bedeutung. Im Gegensatz dazu tragen konventionelle Kraftwerke durch den Ausstoß von Treibhausgasen und die erforderliche Kraftwerkskühlung zur weiteren Klimaerwärmung bei.

3 Hinzu kommt, dass mit der Anwendung der Dünnschichttechnologie auch eine effizientere Nutzung von Streulicht möglich wird. Damit werden PV-Anlagen unabhängiger von der direkten Sonneneinstrahlung und vom Einstrahlungswinkel.

dass auch der hier produzierte Strom nur über geringe Entfernungen transportiert werden muss. Sofern diese nicht direkt mit lokalen Stromverbrauchern verbunden werden können, dürfte dennoch im Regelfall das örtliche Stromversorgungsnetz für die Weiterleitung des von ihnen erzeugten Stroms ausreichen.

Neue Erkenntnisse belegen zudem, dass durch veränderte Technologien die Anlagen bei geringerer Bauhöhe und geringerem Flächenbedarf bei gleichzeitig verringerten Nebenwirkungen (Schlagschatten - „Diskoeffekt“ -, Geräuschentwicklung) eine höhere Produktivität erzielen als herkömmliche Flügelrotoranlagen.

Generelle Probleme solarer und Windenergienutzung

Das Problem dieser im weitesten Sinne „solaren“ Energienutzung liegt in der hohen Schwankungsbreite der Verfügbarkeit:

- die verfügbare Sonneneinstrahlung ist stark abhängig von den Witterungsbedingungen, dem Höhenniveau des Einstrahlungsortes und dem Breitengrad sowie der Tageszeit:
 - bei senkrechter Einstrahlung (also äquatornahen Breitengraden) ist die Einstrahlungsenergie am höchsten;
 - an höher gelegenen Orten ist die Einstrahlungsenergie (u.a. aufgrund der dünneren Atmosphäre) höher als an Orten auf Meeresniveau;
 - bei hohem Partikelgehalt der Luft wird ein höherer Anteil der Strahlungsenergie ins Weltall reflektiert und erreicht daher nicht mehr die Erdoberfläche;
 - bei generell klarem (wolkenlosem) Himmel ist die Einstrahlungsenergie höher als bei bedecktem Himmel;
 - bei niedrigem Luftdruck ist die Einstrahlungsenergie höher als bei hohem Luftdruck (dichtere Atmosphäre);
 - nachts ist keine Solarstromproduktion möglich wegen fehlender Einstrahlung⁴.
- Die verfügbare Windenergie ist stark abhängig vom Luftdruck. Große Windgeschwindigkeiten, die von den Anlagen in Strom umgesetzt werden können, sind immer dann zu erwarten, wenn zwischen zwei benachbarten Orten hohe Luftdruckunterschiede vorhanden sind (sich das Wetter also – einfach ausgedrückt – ändert). Bei stabilen Hochdruckwetterlagen ebenso wie bei stabilen Tiefdrucklagen stehen dagegen die Rotoren still.
Im Gegensatz zu PV-Anlagen sind Windenergie-Anlagen jedoch von der Tageszeit unabhängiger. Allerdings können von Ihnen die tageszeitlich bedingten Luftströmungen in Grenzgebieten (z.B. Wald – Wiese; Land – Wasser, usw.) ausgenutzt werden, da sich über unterschiedlich genutzten Flächen bzw. Flächen mit unterschiedlicher Bodenbedeckung bedingt durch den Wechsel der Sonneneinstrahlung im Laufe der Tageszeit der Luftdruck ändert (siehe z.B. auch die Land- bzw. Seewinde in Küsten- oder Seenähe).
Von großer Bedeutung ist bei Windenergie-Anlagen allerdings auch die Höhe des Rotors über der Erdoberfläche bzw. die freie Strömung des Windes (reduzierte Bodenreibung)

Ökonomische Aspekte

Die Spitzen der Produktivität fotovoltaischer Anlagen liegen naturgemäß genau in den Zeiten besonders hohen Strombedarfs, nämlich zum Zeitpunkt der höchsten Sonneneinstrahlung um die Mittagszeit. Mit dieser Zwangsläufigkeit wird das vielfach vorgeschobene Argument, Fotovoltaikstrom würde den Strompreis in die Höhe treiben, deutlich relativiert. Denn ein hohes Stromangebot bremst die Preisentwicklung an den Spotmärkten.

⁴ Eine optimale Ausnutzung der Sonneneinstrahlung ist nur dann gegeben, wenn die Solarzellen senkrecht zur Sonneneinstrahlung ausgerichtet werden. Dazu müssten sie jedoch abhängig von der Jahreszeit und der Tageszeit nachgeführt werden. Bei fest installierten Modulen schwankt somit die Energieausbeute von PV-Anlagen im Tagesverlauf und Jahresverlauf mit dem Stand der Sonne.

Zwar wird die durch das EEG garantierte Förderung der Einspeisevergütung über die EEG-Umlage auf den Strompreis umgelegt, doch darf auch nicht versäumt werden darauf hinzuweisen, dass auch konventionelle Stromerzeugungstechniken staatlich subventioniert (z.B. Steinkohle oder Kernenergie) wurden und werden. Zudem werden bei weitem nicht alle Langzeitkosten konventioneller Stromerzeugung bei der Strompreisfindung berücksichtigt.

Insbesondere zählen dazu beispielsweise die sog. Ewigkeitskosten der Steinkohle- und Braunkohleförderung sowie die noch immer nicht geklärte Frage der dauerhaften Entsorgung nuklearer Abfälle. Das Problem der nuklearen Endlagerung wird auch langfristig nicht geklärt werden, da die zu betrachtenden Endlagerungszeiträume (immerhin mehrere zehntausend bis hunderttausend Jahre) nicht überschaubar und damit auch nicht kalkulierbar sind. Zwar sind die Betreiber von Kernkraftwerken verpflichtet, Rücklagen für die Endlagerung von radioaktiven Brennelementen und den Rückbau nicht mehr betriebener Kraftwerksanlagen zu bilden. Jedoch dürften die bisher gebildeten und künftig noch zu bildenden Kapitalstöcke die zu erwartenden Entsorgungskosten nur zu einem Bruchteil decken.

Nicht zu vergessen sind auch die mit den steuerbegünstigten Rücklagen verbundenen fiskalischen Nachteile des Staates, die langfristig zu nicht unerheblichen Steuermindereinnahmen führen.

Ein Vorteil der Fotovoltaik liegt darin, dass Solarenergie flächendeckend verfügbar ist und dort mit ihrer Hilfe Strom erzeugt werden kann, wo er auch benötigt wird. Ein Einfamilienhaus wäre (theoretisch) auch heute bereits in der Lage, den überwiegenden Teil des von den Bewohnern verbrauchten Stroms aus eigener (fotovoltaischer) Stromproduktion zu decken.

Notwendigkeit der Stromspeicherung

Das Problem ist dabei nicht die verfügbare Energiemenge, sondern die Zwischenspeicherung des bei hoher Sonneneinstrahlung erzeugten Stroms für die Zeiten, in denen die Anlage nicht so viel Strom liefert, wie zum gleichen Zeitpunkt benötigt wird – also z.B. während der Nacht oder bei nur geringer Sonneneinstrahlung. Dieses Problem könnte jedoch durch geeignete Stromspeicheranlagen (z.B. Solarbatterien) gelöst werden.

Beispiel:

Ein Zweifamilienhaus betreibt eine Fotovoltaikanlage in NRW mit einer Nennleistung von 10 kWp. Der realistische Jahresertrag liegt bei 10.000 kWh. Der Jahresstromverbrauch der zwei Familien liegt bei durchschnittlich 7.000 kWh. Zusätzlich wird eine elektrische Wärmepumpe für die Heizung und die Brauchwassererwärmung betrieben. Diese verbraucht im Jahresdurchschnitt 5.000 kWh. Der Gesamtstrombedarf des Hauses beträgt somit etwa 12.000 kWh, wovon 10.000 kWh aus der Fotovoltaikanlage zur Verfügung gestellt werden kann. Daraus ergibt sich eine Lücke von rund 2.000 kWh, die anderweitig gedeckt werden muss. Die Fotovoltaikanlage trägt damit zu rund 83 % zur Deckung des Strombedarfs dieses Hauses bei. Lediglich 17 % des Strombedarfs ist dann noch von anderen Stromversorgern bereitzustellen.

Würde der in Zeiten hoher Produktivität der Fotovoltaikanlage erzeugte und zu diesem Zeitpunkt nicht benötigte Strom in einem Zwischenspeicher mit – sagen wir einmal – einer Speicherkapazität von 30 kWh zwischengespeichert (z.B. in einer Solarbatterie), könnte ein Zeitraum von ca. 2-4 Tagen mit deutlich reduzierter Anlagenleistung überbrückt werden.

Auch Industrieanlagen könnten durch die Nutzung ihrer Dachflächen für fotovoltaische Stromerzeugung einen nicht unerheblichen Teil ihres Strombedarfs selbst erzeugen, ohne dass sie dabei die vorhandenen Stromnetze belasten müssten. Denn gerade bei Ihnen besteht ebenfalls der Spitzenbedarf an Strom um die Mittagszeit. Bei einer Dachfläche von ca. 1.500 m² (Flachdach) könnte eine Fotovoltaikanlage mit einer Nennleistung von rund 150 kWp installiert werden. Dies entspricht einem durchschnittlichen Jahresertrag von rund 150.000 kWh. Bei Installation einer geeigneten Speichertechnik wäre auch dieser Strom anlagenunabhängig jederzeit verfügbar und würde ebenfalls das Stromnetz nicht belasten.

Auf diese Weise hätte die Industrie die Möglichkeit, einen Großteil des benötigten Stroms preiswert selbst zu erzeugen, so dass die bisherige Ausnahmeregelung für die Umlage der EEG-Kosten

überflüssig würde. Das wiederum hätte zur Folge, dass allmählich wieder eine größere Strompreisgerechtigkeit etabliert werden könnte.

Fallwasserturbinen

Nicht nur an Stauseen können Fallwasserturbinen für die Stromerzeugung eingesetzt werden. Gerade auch in den Regionen, in denen Steinkohle im Tiefbau gewonnen wird bzw. wurde, wäre die Nutzung von Fallwasserturbinen denkbar und wirtschaftlich.

Besonderes Augenmerk ist dabei z.B. auf das Ruhrgebiet zu lenken. Spätestens, wenn in 5 Jahren die Steinkohlenförderung ausläuft, wird die bisherige Infrastruktur der Bergwerke nicht mehr benötigt. Insbesondere den noch offenen Schächten könnte dabei eine bedeutende Rolle zukommen. Förderschächte im Ruhrgebiet reichen oft bis in Tiefen von mehr als 1.000 Metern. In ihnen könnte Wasser von der Oberfläche „versenkt“ werden. Dabei könnten gestaffelt auf die Fallhöhe mehrere Turbinen mit Wasserkraft angetrieben werden.

Die Besonderheiten der Bergsenkungen im Ruhrgebiet und der damit verbundenen „Ewigkeitskosten“ könnten dabei zum Vorteil ausgenutzt werden. Denn aktuell müssen mehr als 200 Pumpwerke dauerhaft betrieben werden, um große Teile des Ruhrgebiets vor der Überschwemmung zu bewahren. Abgesehen vom Vorflutproblem (Das Ruhrgebiet ist großflächig als Folge von Bergsenkungen um bis zu 24 m abgesunken!) muss auch das Grundwasser dauerhaft abgesenkt werden. Dieses Wasser wird aktuell über die vorhandenen Vorfluter abgeführt. Andererseits könnte es aber auch für die Stromerzeugung in Fallwasserkraftwerken genutzt werden, indem es in den nicht mehr betriebenen Schächten unter Tage „versenkt“ wird. Eine untertägige Wasserhaltung wird nach der Aufgabe der Steinkohleförderung im Jahre 2018 ohnehin nicht mehr benötigt.

Auch diese Energie steht dort zur Verfügung, wo sie gebraucht wird: an den zentralen Industriestandorten des Ruhrgebietes – oder zumindest in deren Nähe.

Strom aus Abfällen und Klärschlamm und anderen organischen Reststoffen

Der Energiegehalt unserer Abfälle und des Klärschlammes wird derzeit noch unzureichend genutzt. Neben den Standorten der Kläranlagen und Deponien kommen auch Regionen mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung infrage. Denn insbesondere bei intensiver Viehhaltung fallen erhebliche Mengen organischer Rückstände mit hohem Energiegehalt an, die in Biogasanlagen verstromt werden können.

Ökologischer Unsinn ist allerdings, für diese Biogasanlagen zusätzliche sog. „Energiepflanzen“ wie Mais, Raps, Getreide o.ä. Anzubauen. Denn dies würde zu nicht vertretbaren Monokulturen und zusätzlichem Flächenverbrauch führen. Andererseits werden derzeit erhebliche Mengen organischer „Abfälle“ oft über weite Strecken einer (nicht energetischen) Entsorgung zugeführt.

Eine weitere Quelle energiehaltiger organischer Reststoffe böte sich im Umfeld der Papier- und Holzindustrie. Auch hier fallen in erheblichem Maße organische Reststoffe an, die – soweit nicht stofflich wiederverwertet – vor Ort für die Energiegewinnung genutzt werden können.

Andere Energiequellen

Die vorgenannten Energiequellen bilden nur eine willkürliche Auswahl regenerativer Energieträger. Daneben gibt es jedoch noch eine Vielzahl anderer Möglichkeiten der Energie- und insbesondere auch der Stromerzeugung. Dazu zählt z.B. auch die Geothermie, die sich – an geeigneten Orten wie z.B. der Eifel – ebenfalls zur Stromerzeugung anbietet.

Auf die Nutzung der Kernkraft mit ihren unwägbareren Risiken kann ebenso verzichtet werden wie auf den Einsatz fossiler Energieträger.

Speichertechnologien

Gegenwärtiger Entwicklungsstand

Vergleicht man die zurückliegende Entwicklung der IT-Technologien mit denen zur Speicherung von Strom, drängt sich unwillkürlich folgende Frage auf:

Wenn innerhalb von weniger als vier Jahrzehnten die Entwicklung der elektronischen Datenverarbeitung von energiefressenden Monstermaschinen zu kleinen, handlichen Tablet-PCs, Notebooks oder selbst leistungsfähigen Desktop-PCs mit noch immer recht übersichtlichem Stromverbrauch möglich war, wenn innerhalb von weniger als drei Jahrzehnten sich das Mobiltelefon sich von einem unhandlichen Ungetüm mit „zentnerschwerem“ Akku und einer Betriebsdauer von max. 24 Stunden) sich zu einem ultraleichten Smartfon in der Größe eines Taschenkalenders und Betriebszeiten von bis zu 10 Tagen entwickelt hat,

warum fahren dann Autos noch immer mit steinzeitlichen zentnerschweren Bleiakkumulatoren durch die Gegend;

warum gibt es dann noch keine leistungsfähigen Akkus, in denen man überschüssigen Strom über einen längeren Zeitraum zwischenspeichern kann;

warum gibt es dann noch keine leistungsfähigen transportablen Akkus, mit denen man Fahrzeuge antreiben und die man in akzeptablen Zeiträumen wieder „auftanken“ kann?

Womit lässt sich nun dieser offensichtliche Mangel begründen? Liegt es am Unvermögen des menschlichen Geistes, den Strom in ausreichender Menge und dauerhaft „in ein kleines Gefäß zu zwängen“ und nach Bedarf wieder verfügbar zu machen? Oder liegt es vielmehr am mangelnden politischen Willen und / oder der mangelnden Bereitschaft gewinnorientierter Konzerne, in zukunftsweisende Techniken bzw. deren (Weiter-)entwicklung zu investieren, solange mit den herkömmlichen Techniken noch ausreichend Gewinn zu machen ist?

Der erste Gedanke (des Unvermögens) darf sicher verworfen werden, denn der Mensch hat schon weitaus größere technische Entwicklungen vorangetrieben, ist auf dem Mond gelandet, hat die IT-Technologien revolutioniert, u.v.m.

Mögliche Speichertechnologien

Und richtig: Zahlreiche erfolgversprechende Stromspeichertechniken sind inzwischen vor vielen Jahrzehnten, teilweise sogar vor über 100 Jahren entwickelt worden:

1. Die Elektrolyse von Wasserstoff wurde im Jahre 1800 erfunden und mit ihr gleichzeitig die erste Batterie (Voltasche Säule). Die einzigen Zutaten dafür sind: Wasser und Strom. Zwar gilt noch heute, dass die Produktion von Wasserstoff kostengünstiger aus den Rohstoffen Erdöl und Erdgas machbar ist, doch gilt zu bedenken:
 - Erdöl und Erdgas sind nur begrenzt verfügbar und werden knapper und damit teurer;
 - Erdöl und Erdgas können nur mit hohem technischem Aufwand gefördert werden bei unwägbareren Risiken für Mensch und Umwelt;
 - Eine Vielzahl der bei der Gewinnung und Verarbeitung sowie beim Transport von Erdöl und Erdgas entstehenden (Umwelt-) Schäden sind im Marktpreis nicht enthalten, sondern müssen derzeit von der Allgemeinheit bezahlt werden;
 - Strom aus PV-Anlagen steht – abgesehen von den Investitionskosten – kostenfrei und unbegrenzt zur Verfügung; und das ohne schädliche Umweltwirkungen.

Damit dürfte schon heute die Wasserstoffelektrolyse⁵ wirtschaftlich sein.

5 

Link wurde aus urheberrechtlichen Gründen entfernt

2. Die Methansynthese⁶⁷ aus Wasserstoff und Sauerstoff wurde Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelt. Methan hat gegenüber Wasserstoff den Vorteil, dass es einerseits wie Erdgas einsetzbar ist. D.h. Methan könnte ohne oder ohne größere technische Veränderungen überall dort eingesetzt werden, wo Erdgas auch heute bereits genutzt wird. Darüber hinaus ist Methan aufgrund seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften leichter und gefahrloser zu speichern als Wasserstoff.
Für die Synthese von Methan benötigt man Wasserstoff, Kohlendioxid oder Kohlenmonoxid.
3. Pumpspeicherwerke können ebenfalls als stoffliche Stromspeicher eingesetzt werden. In Zeiten mit einem Überangebot von Solar- und Windstrom könnte Wasser in das höher gelegene Speicherbecken gepumpt werden und steht dort für die Stromproduktion auf Abruf zu Verfügung.
Ein genereller Nachteil von Speicherbecken ist der sehr große Flächenbedarf, so dass ein weiterer Zubau künftig nur noch sehr begrenzt möglich sein wird.
4. Andererseits könnten im Umfeld von Schachtanlagen Speicherbecken (u.U. auch unterirdisch) gebaut werden, in denen das Wasser der Sumpfpumpen z.B. im Ruhrgebiet gesammelt wird, um über Fallwasserturbinen in den Schächten auf Abruf Strom zu erzeugen.
5. Batteriesysteme:
 - a) Bleiakkumulatoren
Der Urahn aller tragbaren Batterien ist zweifelsfrei der Bleiakkumulator, mit dem heute noch (fast) alle Autos gestartet werden.
Im Laufe der Zeit wurde der Bleiaku zwar hinsichtlich Lebensdauer, Ladezyklen, Speicherkapazität und Wartungsfreundlichkeit weiterentwickelt; dennoch enthält er nach wie vor zahlreiche Giftstoffe bei auf nur etwa 4 – 5 Jahre begrenzter Lebensdauer.
Vorteile: überall verfügbar, kostengünstig, einheitliche Standards
Nachteile: Schadstoffe (Blei, Schwefelsäure), hohes Gewicht, Größe, rel. geringe Kapazität, Memoryeffekt
 - b) LIO-Akkus
LIO-Akkus⁸ wurden in den 1970er Jahren entwickelt und stellen heute den Standard Akku in mobilen IT-Systemen (Laptops, Notebooks, Tablets, Handies, etc.) sowie den meisten netzunabhängigen Haushaltsgeräten, Elektrowerkzeugen und Gartenmaschinen dar. Sie sind im Verhältnis zur Kapazität recht klein und leicht sowie sehr wartungsfreundlich. Im Vergleich zu Bleiakkus vertragen sie auch schon einmal eine sog. „Tiefentladung“.
Vorteile: überall verfügbar, leicht, rel. hohe Kapazität, geringe Selbstentladung
Nachteile: vergleichsweise hohe Kosten, spezielles Ladegerät, Schadstoffe, Sicherheit⁹
 - c) MH-Akkus
Metallhydrid-Akkus werden regelmäßig in den Standardgrößen der bisher üblichen NiCd-Akkus (AAA, AA, C und D) gebaut. Entgegen den herkömmlichen NiCd-Akkus verfügen sie über eine höhere Ladungsdichte, deutlich höhere Standzeiten (geringere Selbstentladung) und haben keinen Memoryeffekt.
 - d) Redoxflow-Akkus

6

[Die Links wurden aus urheberrechtlichen Gründen entfernt]

7

8 Neben den Lithium-Ionen-Akkus gibt es inzwischen zahlreiche andere Entwicklungen auf Lithiumbasis.

9 Bei falscher Handhabung (z.B. Kurzschluss) kann es zu einer Überhitzung des Akkus kommen und anschließender Brandgefahr.

Die Redox-Flow-Zelle wurde in den 1970er Jahren in den vereinigten Staaten entwickelt und verfügt als einzige bisher übliche Batterie über eine Trennung von Energiespeicher und Energieerzeuger. Damit sind Energiemenge und Leistung unabhängig voneinander skalierbar.

Die galvanische Zelle (Energieerzeuger) besteht aus einem Elektrodenpaar, das von einer Osmosemembran getrennt ist.

Der Energiespeicher besteht aus zwei Tanks, die mit einem Rohrleitungssystem und einer kleinen Pumpe mit der Galvanischen Zelle verbunden sind.

Als Energieträger kommt eine Flüssigkeit (Elektrolyt) infrage, die sich elektrisch „aufladen“ lässt. Besonders interessant ist dabei eine Vanadiumlösung, da Vanadium vier unterschiedliche Wertigkeiten annehmen kann.

Für die Funktionsfähigkeit der Redox-Flow-Batterie wird in den einen Tank z.B. eine Vanadiumlösung mit der höchsten Wertigkeitsstufe gefüllt, in den anderen Tank eine Vanadiumlösung mit der geringsten Wertigkeitsstufe. Über die Zirkulationsleitung werden die Lösungen jeweils an der eigenen Elektrode in der Halbzelle vorbeigeführt, so dass aufgrund der unterschiedlichen Wertigkeiten eine Spannung zwischen den Elektroden entsteht.

Bei Stromentnahme wird die innere Spannung der Zelle durch einen Ionentausch durch die Osmosemembran ausgeglichen und damit die Lösung mit der höheren Wertigkeit langsam entladen bzw. umgekehrt.

Die Leistungsfähigkeit der Batterie ist damit allein abhängig von der Größe der galvanischen Zelle sowie deren Anzahl. Der Energiegehalt dagegen ist allein abhängig von der Größe der beiden Tanks.

Bei der Redox-Flow-Batterie ist es möglich, den Strom regelrecht zu „tanken“: Nachdem zunächst die verbrauchten Redox-Lösungen entleert wurden, können die Tanks mit aufgefrischten (geladenen) Lösungen erneut befüllt werden. Damit eignet sich die Redoxflow-Batterie ganz besonders für Elektroautos. Ein „Tankvorgang“ dauert auf diese Weise nur unwesentlich länger als die bisherige Betankung mit Benzin oder Diesel. Dabei sind die verwendeten Lösungen nicht explosiv und ungiftig. Aufgrund der charakterischen Färbung aller unterschiedlichen Oxidationsstufen ist zudem eine Verwechslung quasi ausgeschlossen.

Zudem geht der substanzielle Verbrauch der Lösungen gegen Null. Die verbrauchten Lösungen könnten an der „Tankstelle“ mittels Windenergie oder Solarenergie wieder aufgeladen werden.

Vorteile: getrennte Skalierung von Energiemenge und Leistung möglich, leichte Handhabung, schnelle Aufladung bzw. „Betankung“, hohe Gebrauchssicherheit, hoher Wirkungsgrad (80 – 85 %)

Nachteile: große Tanks (2 Stück), noch nicht bis zur Marktreife entwickelt

Die obige Aufzählung ist nur ein kleiner Bruchteil dessen, was bisher an Möglichkeiten vorhanden ist. Wichtig ist jedoch, dass sie zeigt, wie lange die überwiegende Zahl der genannten Techniken bereits bekannt sind und nach entsprechender zeitnaher Weiterentwicklung praktikabel für Speicherzwecke im Stromnetz sowie beim Verbraucher oder Stromerzeuger eingesetzt werden können. Als Möglichkeit für die kurzfristige Pufferung von Stromschwankungen zur Glättung könnten auch ausreichend dimensionierte Kondensatoren eingesetzt werden.

Dezentrale Energiegewinnung

Ein systemimmanenter Vorteil regenerativer Energieerzeugung unter besonderer Berücksichtigung der Stromerzeugung ist die dezentrale Verfügbarkeit (Wind „weht“ überall, und die Sonne scheint überall). Strom und Wärme können überwiegend genau dort produziert werden, wo sie auch gebraucht werden.

Die überwiegende Konzentration der gegenwärtigen Energiepolitik auf Offshore-Windparks in der Nord- und Ostsee ist sowohl umweltpolitischer als auch betriebswirtschaftlicher und insbesondere volkswirtschaftlicher Unsinn. Auch wirft die vorzeitige Fertigstellung von Offshore-Windparks ohne Anschlussmöglichkeit an das Verteilungsnetz erhebliche Fragen auf. Wohl kaum jemand käme auf

den Gedanken, eine Spedition zu bauen ohne den Anschluss an das Straßennetz. Ähnliche Fehlplanungen sind allerdings wohl auch bei der Sanierung der Abwasserentsorgung in den östlichen Bundesländern bekannt, wo Kläranlagen bereits fertig waren, jedoch kein Geld mehr übrig war, den letzten Kilometer Hauptsammler fertigzustellen. - Oder Brückenbauwerke über Autobahnen wurden für imaginäre Straßen gebaut...

Nicht auf die Konzentration auf eine Technologie zur Stromproduktion in großen Mengen weitab vom Strombedarf kommt es an, sondern auf den richtigen Energie- bzw. Technologiemix dort, wo die Energie benötigt wird.

Folgerungen für den Ausbau der Stromnetze

Bei dezentraler Stromerzeugung werden die vorhandenen Stromnetze sowohl im Bereich der Übertragungsnetze als auch der Verteilungsnetze im gegenwärtigen Bestand – weitestgehend – ausreichen. Trotz einiger bereits zurückgestellten Teilabschnitte von Trassen sollten auch die noch verbliebenen Neubauten einer kritischen Prüfung unterworfen werden.

Ob die aktuelle Qualität der Netze den künftigen Anforderungen insbesondere vor dem Hintergrund des Alters und u.U. bislang vernachlässigter Instandhaltung ausreicht, vermag ich aufgrund der mir verfügbaren Informationen nicht beurteilen.

Wichtiger als die Installation zusätzlicher Leitungstrassen scheint mir jedoch die Entwicklung und dezentrale Installation von Stromspeichern (gleich welcher Art), um temporäre und lokale Produktionsüberkapazitäten zwischenzuspeichern und bei erhöhtem Strombedarf entsprechend wieder verfügbar zu machen.

Obwohl erstmalig im NEP 2013 die Bedeutung notwendiger Speicher dargestellt wird¹⁰, bleibt jedoch festzustellen, dass im Bericht mit Stromspeichern nahezu ausschließlich Pumpspeicherwerke gemeint sind. Diese sind jedoch aufgrund der erheblichen Umweltauswirkungen durch großen Flächenbedarf nur noch begrenzt ausbaufähig und beschränken sich meist auf Regionen mit entsprechendem hydraulischen Gefälle.

Der NEP 2013 soll jedoch unmissverständlich darauf hinweisen, dass die geplante und teilweise bereits vollzogene „Energiewende“ ohne den Einsatz von Stromspeichern nicht möglich ist.

Gleichzeitig soll der NEP 2013 die konsequente Weiterentwicklung von Stromspeichertechnologien fordern und darlegen, in welchem Umfang und in welcher Qualität sich der Einsatz von Stromspeichern auf die Entwicklung des Übertragungsnetzes und der regionalen Verteilungsnetze auswirken wird.

10 so z.B. auf den Seiten 12, 21 und 26