

1 Einführung

1.1 Intention des Projekts

Das derzeit noch weitgehend auf fossilen Primärenergien basierende elektrische Energie-Versorgungssystem befindet sich im größten Umbruch seit der Liberalisierung im Jahre 1998, hin zu einem nachhaltigen Energiewirtschaftssystem. Dabei stehen die drei Säulen der Nachhaltigkeit, die Ökologie, die Ökonomie und die Sozialverträglichkeit zum Teil im Zielkonflikt miteinander.

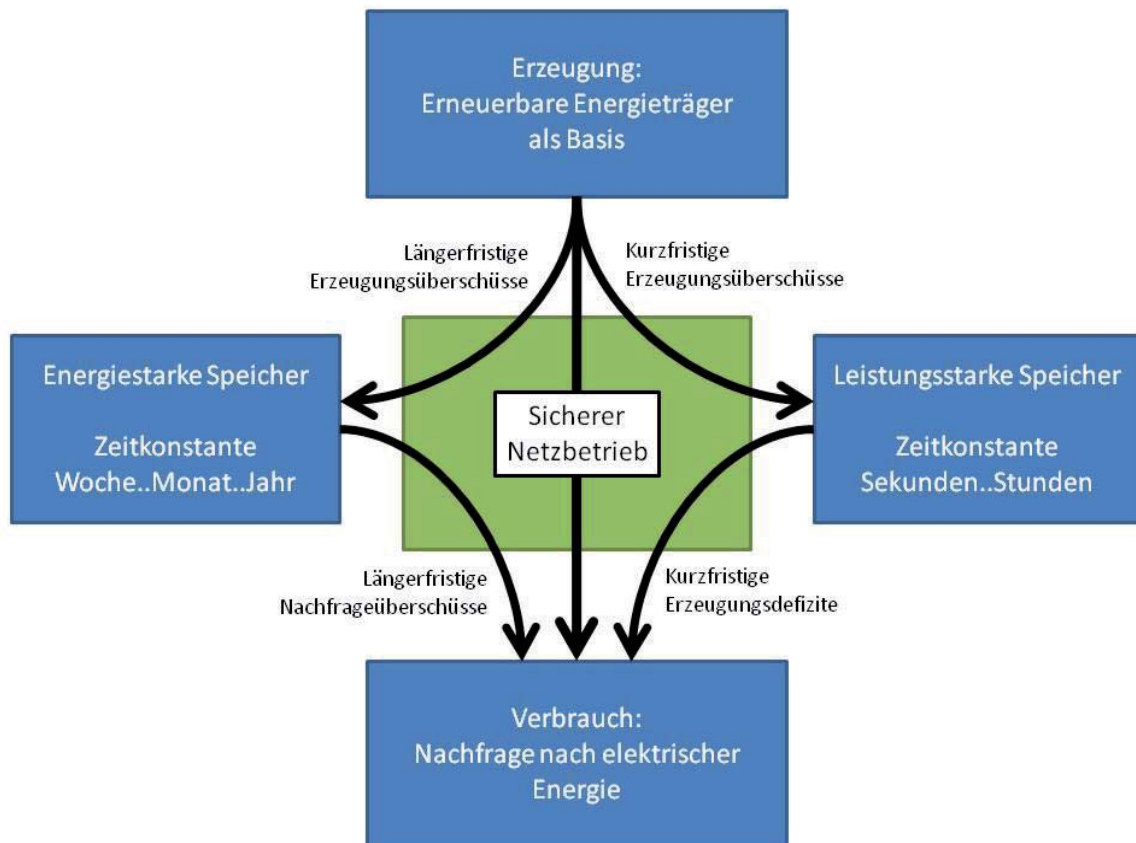


Abbildung 1: Bedeutung von Speichern im künftigen, auf erneuerbaren Quellen basierenden elektrischen Energiesystem (Quelle: S. Hißbach, M. Schmidt)

Die ökonomische Einbindung der ökologisch sinnvollen elektrischen Energie-Erzeugung auf Basis regenerativer Energien stellt dabei eine besondere Herausforderung dar, da diese sowohl räumlich als

auch zeitlich weitestgehend an das Dargebot der Energie-Quelle gebunden ist. Dies führt auf lange Sicht zwangsläufig zu einer Entkopplung von Erzeugung und Verbrauch. Während sich dadurch die Erzeugungszentren immer weiter in die Küstenregionen mit relativ geringem Bedarf an elektrischer Energie verlagern, befinden sich die Verbrauchsschwerpunkte im Westen bzw. Süden Deutschlands. Hinzu kommen die zeitlichen Ungleichgewichte zwischen Erzeugungs- und Lastgang, deren Ausgleich in zunehmenden Maße eine Herausforderung für die Netz- und Kraftwerksbetreiber darstellt.

Da gerade die in Deutschland überwiegend genutzte erneuerbare Energiequelle Wind starken Schwankungen unterliegt, kann ihr Erzeugungsgang nur bedingt an den Lastgang des Verbrauchs angepasst werden. Andererseits ist der Ausgleich der Leistungsbilanz essentiell für die Stabilität des elektrischen Energieversorgungssystems. Im Fall eines Erzeugungsdefizits müssen andere – heute meist auf fossiler Basis beruhende – Kraftwerke die fehlende Leistung bereitstellen. Umgekehrt kann in der Lastsituation Starkwind/Schwachlast ein Erzeugungsüberschuss auftreten, der nicht mehr durch Leistungsreduktion konventioneller Kraftwerke beherrscht werden kann. Um in solchen Situationen Windkraftanlagen nicht abschalten zu müssen und somit Einschränkungen bei der Erzeugung regenerativer elektrischer Energie zu vermeiden, sind leistungs- und energiestarke Speicher notwendig (Abbildung 1).

Langfristig gesehen sind für ein nachhaltiges Energie-Wirtschaftssystem zwei Speicherfunktionen für den Umbau in ein nachhaltiges Energie-Wirtschaftssystem notwendig. Einerseits müssen große Energie-Speicher für den Ausgleich längerfristige Schwankungen im Wochen-, Monats- oder Jahresbereich zur Verfügung stehen, beispielsweise für längere Windflauten. Hierfür konnte sich noch keine Technologie im großtechnischen Maßstab etablieren. Darüber hinaus werden leistungsstarke Speicher mit relativ kurzen Volllastbetriebszeiten im Stundenbereich benötigt, die kurzfristige Last- und Erzeugungsschwankungen, beispielsweise durch Sturmabschaltungen ausgleichen können. Um diese Funktion eines großtechnischen Speichers im Energie-Wirtschaftssystem übernehmen zu können, sind derzeit nur hydrodynamische Pumpspeicher-(kraft-)werke am Markt verfügbar. Für diese werden neue Standorte in Deutschland aufgrund des damit verbundenen erheblichen Eingriffs in die natürli-

che Umwelt weitgehend ausgeschlossen. Nach Untersuchungen der Energietechnischen Gesellschaft im VDE wird ein Leistungsüberschuss von rund 14 GW erwartet, während im deutschen Energie-Versorgungssystem derzeit nur rund 7 GW an Pumpspeicherleistung installiert sind (vgl. [2]).

Im Mittelpunkt der vorliegenden Studie steht daher die Untersuchung einer neuen Option, der Nachnutzung von stillgelegten Bergwerken durch untertägige hydraulische Pumpspeicherwerke (PSW-untertage) als Speicher für die durch Windenergie erzeugte elektrische Energie. Im ersten Schritt werden zunächst deutschlandweit die auf diese Weise erschließbaren Windspeicherpotenziale untersucht und bewertet. Exemplarisch werden anhand zweier Gruben Konzepte für untertägige Pumpspeicherwerke in Deutschland entwickelt - um die verschiedenen Aspekte eines solchen Kraftwerksprojekts aus bergbau- bzw. maschinenbaulicher, elektrotechnischer, ökonomischer, ökologischer und rechtlicher Sicht zu betrachten und mögliche Pilotstandorte aufzuzeigen.

1.2 Gesamtziel des Vorhabens

Mit dem Projekt wurde das Ziel verfolgt, die Option der Nachnutzung von stillgelegten Bergwerken durch untertägige hydraulische Pumpspeicherwerke als dezentrale Speicher für die durch Windenergie erzeugte elektrische Energie zu bewerten und das in der Bundesrepublik auf diese Weise realisierbare Windspeicherpotenzial zu ermitteln. In den als „gut geeignet“ eingestuften Regionen wurde die erste Schätzung durch Recherche nach einzelnen Schächten bzw. Schachtsystemen konkretisiert.

Dabei wurden die bergmännischen und markscheiderischen Verhältnisse, die maschinentechnische Ausrüstung und die Möglichkeiten der Integration in das elektrische Energieversorgungsnetz erörtert, die Errichtung untertägiger Pumpspeicherwerke (genehmigungs-)rechtlich, hinsichtlich der Umweltfolgen und wirtschaftlich bewertet und durch beispielhafte Untersuchungen an zwei Standorten im Harz und Erzgebirge verifiziert.

1.3 Bezug zu den förderpolitischen Zielen

Die Bundesregierung verfolgt im Rahmen der Energiepolitik das Ziel eines nachhaltigen, klimaschonenden elektrischen Energie-Versorgungssystems in Deutschland. Die dafür fixierten ambitionierten Ausbauziele für erneuerbaren Energien lassen sich nur erreichen, wenn zu deren Nutzung alle Technologien konsequent weiterentwickelt werden. Dies wird auch durch den vom EEG vorgegebenen Anreiz zur Kostensenkung durch degressive Einspeisevergütungen unterstützt.

In diesem Rahmen möchte das BMU mit seiner anwendungsorientierten Forschungsförderung dafür sorgen, dass

- der Ausbau erneuerbarer Energien voran getrieben wird,
- die internationale Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen und Forschungsinstitute gefestigt und ausgebaut sowie
- Arbeitsplätze geschaffen und gesichert werden.

Auf diese Weise werden die Voraussetzungen geschaffen, damit

- die Kosten für erneuerbare Energien kontinuierlich sinken,
- die Energiesysteme insgesamt optimiert werden und
- der Ausbau erneuerbarer Energien umwelt- und naturverträglich erfolgt.

Zur Netzintegration von Windkraftanlagen werden verschiedene Technologien diskutiert. Dabei werden Erzeugungsmanagement, zusätzliche Speicher, ein europaweiter Netzausbau und Lastmanagement diskutiert. Während das Erzeugungsmanagement klimapolitisch umstritten und nur als Übergangslösung akzeptabel erscheint, werden den Optionen zusätzlicher Speicher in Verbindung mit einem europaweiten Netzausbau die meisten Potenziale eingeräumt. Im Rahmen des Vorhabens wurde das dafür zur Verfügung stehende Potenzial der Technologie untertägiger hydrodynamischer Pumpspeicherwerke unter Nutzung stillliegender Bergwerke in Deutschland untersucht, um so einen Teil des notwendigen Speicherbedarfs mit einem im Vergleich zu herkömmlichen Pumpspeicherwerken wesentlich geringeren Flächenverbrauch zu decken.

1.4 Zusammenarbeit im Projekt

Zur Bearbeitung der fachübergreifenden Fragestellungen zur Erforschung der Möglichkeiten, Pumpspeicherwerke unter Tage zu realisieren, wurde ein transdisziplinäres Projektteam mit Partnern aus Industrie und Forschung gebildet, die nach Schwerpunkten arbeiteten (Abbildung 2). Insbesondere bei der Recherche nach geeigneten Standorten und zugehörigen Daten wurde das Projektteam maßgeblich durch das Bergarchiv Clausthal unterstützt, bei der Untersuchung der beiden exemplarischen Standorte von den Firmen Bergbau Goslar GmbH und Wismut GmbH.

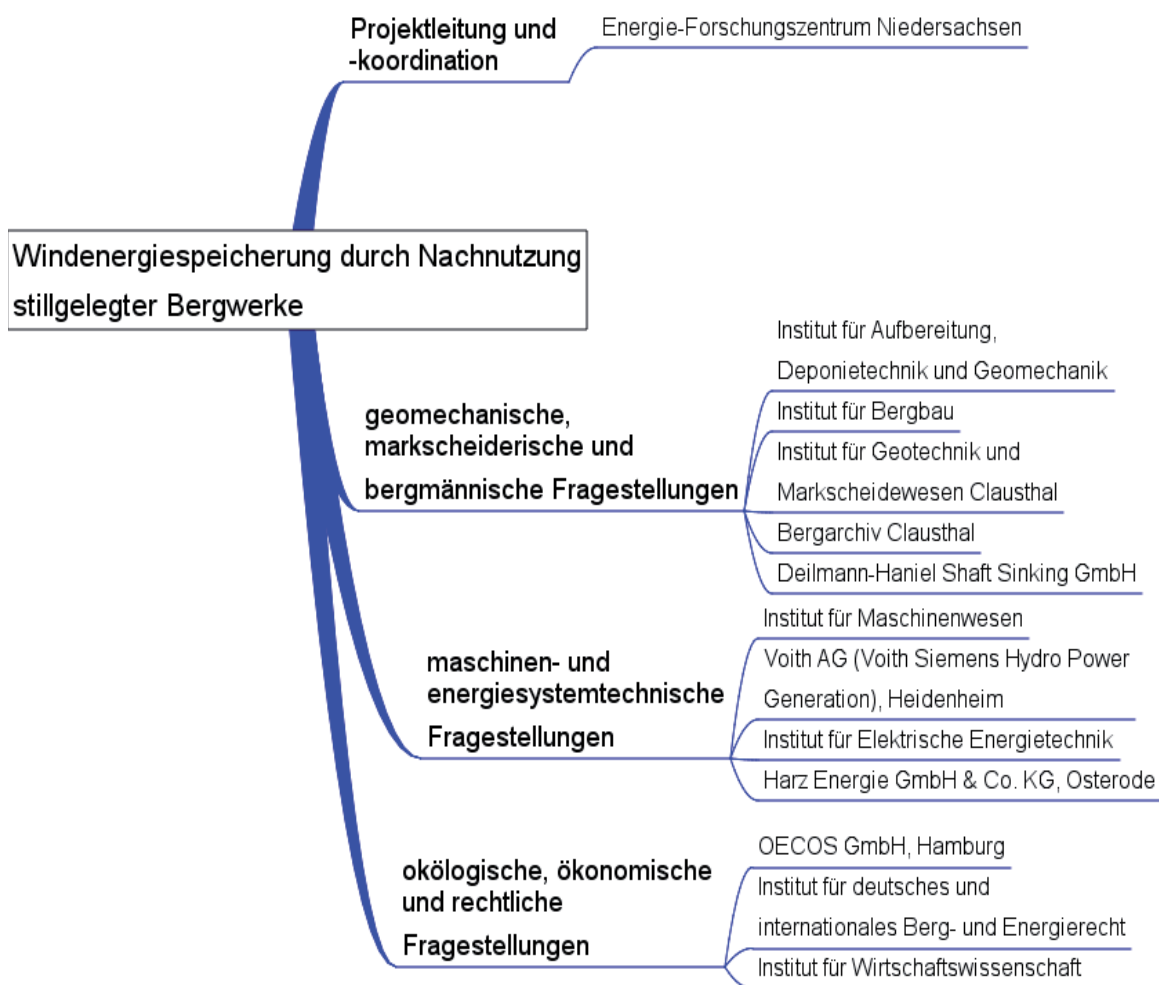


Abbildung 2: Struktur des Projekts mit Verbundpartnern und ihre Schwerpunkte (Quelle: M. Schmidt)