

TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG

Projektskizze

Konzeption eines Druckluftspeicherkraftwerks im Brombachsee
BrombachseeSpeicher

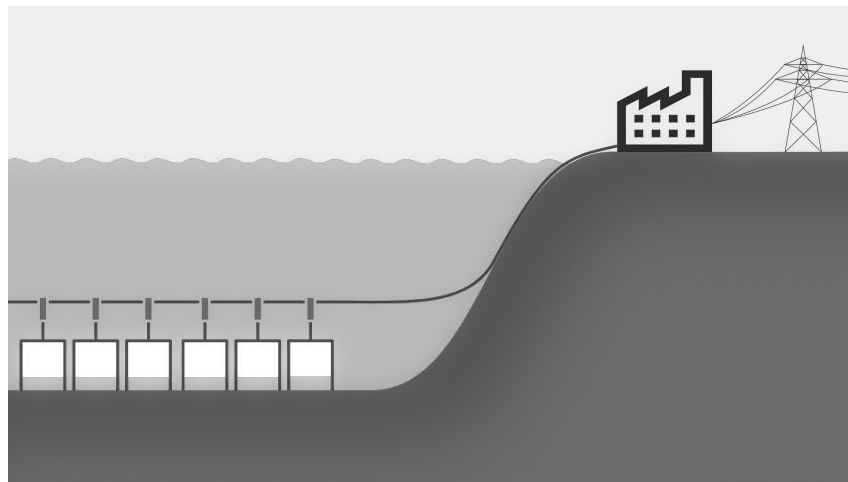


Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines Unterwasser-Druckluftspeicherkraftwerks

Konzeption des Kraftwerksprozesses
eines Unterwasser-Druckluftspeicherkraftwerks im großen Brombachsee

Jan Schneidewind
jan.schneidewind@gmx.de

28. November 2018

Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltliche Kurzbeschreibung	1
2	Ausführliche Projektbeschreibung	1
2.1	Problembeschreibung	1
2.2	Gesellschaftliche und politische Relevanz	1
2.3	Stand der Forschung	1
2.4	Zielsetzung und Herangehensweise	2
2.5	Forschungsfragen	2
3	Ausarbeitung	2
3.1	Arbeitspakete und Zeitplan	2
3.2	Methodik	3
3.3	Risiken	3
4	Verwertungskonzept	3
5	Kostenplan	3
6	Quellenangabe	4

1 Inhaltliche Kurzbeschreibung

Um Luft zu komprimieren, muss Energie aufgewendet werden. Lässt man die Luft expandieren, wird diese Energie wieder freigesetzt. Koppelt man diese Volumenarbeit mit einer elektrischen Maschine, kann ein Druckluftspeicher als Speicher für elektrische Energie genutzt werden.

Ein Druckluftspeicher, der konstanten Druck liefert, vereinfacht den Kraftwerksprozess erheblich. Mithilfe eines volumenveränderlichen Speichers unter Wasser lässt sich der tiefenabhängige Wasserdruck für diesen Prozess optimal nutzen.

In dieser Projektarbeit wird ein Konzept für ein Unterwasser-Druckluftspeicherkraftwerk im großen Brombachsee in Mittelfranken entworfen. Dabei soll insbesondere Betrachtung der Kraftwerksprozesses thermodynamisch betrachtet werden und die mögliche Speicherkapazität ermittelt werden.

2 Ausführliche Projektbeschreibung

In den folgenden Kapiteln soll ausführlich erläutert werden, wieso das Kernthema dieser Projektarbeit ein wichtiger Bestandteil der Energiewende hin zu einer CO₂-freien Gesellschaft ist und wie bei der Ausarbeitung vorgegangen werden soll.

2.1 Problembeschreibung

Die deutsche Bundesregierung hat im Jahr 2016 mit dem *Klimaschutzplan 2050* die geplanten nationalen Klimaschutzmaßnahmen für die Umsetzung des *Übereinkommens von Paris* veröffentlicht. Dieser beschreibt das Ziel, „die Treibhausgasemissionen bis 2050 im Vergleich zu 1990 um 80 bis 95 Prozent zu vermindern.“ [1] Dies soll unter anderem durch den Ausbau erneuerbarer Energien erfolgen. Laut Prognosen der RWE wird „der größte Teil des Zubaus [...] – neben der Biomasse – auf Windkraft und Photovoltaik entfallen“ [2] Eine Herausforderung beim Umstieg auf diese Energiequellen ist ihre hohe Volatilität. Da Energieeinspeisung und -verbrauch im Netz jedoch stets gleich sein müssen, wird der Bedarf an Speichermöglichkeiten langfristig steigen.

2.2 Gesellschaftliche und politische Relevanz

Ein Energiespeicher in der Metropolregion Nürnberg, der eine stabile Stromversorgung aus regenerativen Energien sicherstellen kann, würde Nürnberg zu einem Vorreiter der Energiewende in Deutschland machen. Um bundesweit eine nachhaltige Energieversorgung innerhalb kurzer Zeit realisieren zu können, ist ein vielseitiges Angebot an unterschiedlichen Energiespeichern erforderlich. So kann für jeden Standort eine optimale Lösung hinsichtlich sozialer, ökonomischer und ökologischer Gesichtspunkte gefunden werden.

Um den globalen Klimawandel beherrschen zu können, müssen weltweit die Treibhausgasemissionen reduziert werden. [1] Dieses Ziel ist ohne eine regenerative Energiegewinnung nicht erreichbar. Die Anforderungen an Energiespeicher sind dabei, dass sie schnell, kostengünstig und mit einfacher Ausrüstung errichtet werden können, wenig geographische Randbedingungen voraussetzen und schließlich effizient arbeiten.

2.3 Stand der Forschung

Die Technische Universität Clausthal veröffentlichte im März 2018 ihre Pläne zum Projekt *Huntorf2020* [3]. Das 1978 in Betrieb genommene Kraftwerk Huntorf in Niedersachsen war das erste kommerziell betriebene Druckluftspeicherkraftwerk der Welt. Die TU Clausthal startete im Januar 2018 ein Forschungsprojekt mit dem Ziel „neue Wege zur Speicherung von regenerativ

erzeugtem Strom [zu] untersuchen“ [3] Ein Ziel der Untersuchung ist unter anderem die, Gasturbinen und -verdichter, mit denen das Kraftwerk Huntorf ausgestattet ist, durch die Nutzung von Wasserstoff CO₂-frei zu betreiben.

In ihrem 6. Energieforschungsprogramm für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung fördert die Bundesregierung dieses Projekt mit rund 1,8 Millionen Euro. [4] Die Projektlaufzeit ist von 01.01.2018 bis zum 31.12.2019 festgelegt.

Ein völlig neues Konzept für ein Druckluftspeicherkraftwerk nahm das kanadische Unternehmen *Hydrostor* im Jahr 2015 in Betrieb. Es befindet sich im Lake Ontario in Toronto und soll laut eigenen Angaben als Forschungs- und Entwicklungsprojekt dienen. [6]

Die WirtschaftsWoche schrieb 2016 in einem Artikel über dieses Projekt. [7] Es steht 2,5 km von der Küste entfernt in einer Wassertiefe von 55 m. Sechs Ballons aus stabilem Nylongewebe, die normalerweise zur Schiffsbergung eingesetzt werden, dienen als Druckluftspeicher. Zusammen haben die sechs Ballons ein Energiespeichervolumen von 660 kWh – genug um 80 deutsche Durchschnittshaushalte einen Tag lang mit Energie zu versorgen. Laut dem Hersteller soll dieses Konzept 50% billiger sein als herkömmliche Energiespeicher bei gleichzeitig doppelt so hoher Lebensdauer.

2.4 Zielsetzung und Herangehensweise

In dieser Projektarbeit wird ein Konzept für ein Unterwasser-Druckluftspeicherkraftwerk im großen Brombachsee in Mittelfranken entworfen. Anhand dieses Konzepts werden die Speicherkapazität.

Dazu soll zunächst anhand von Tiefenkarten die potenzielle Nutzfläche im großen Brombachsee bestimmt werden. Darauf basierend wird ein Konzept für den grundlegenden Aufbau des Druckluftspeichers entworfen. Nach der thermodynamischen Analyse des Kraftwerksprozesses kann dann das theoretische Energiespeicherpotenzial bestimmt werden. Dabei sollen Verluste durch Wärmestrom und Energieumwandlung berücksichtigt werden.

2.5 Forschungsfragen

- Wie könnte ein mögliches Konzept für ein Unterwasser-Druckluftspeicherkraftwerks im Brombachsee aussehen?
- Wie groß ist das Speicherpotential eines Unterwasser-Druckluftspeicherkraftwerks im Brombachsee?

3 Ausarbeitung

Die Ausarbeitung der Projektarbeit ist zeitlich begrenzt. Sie beginnt am 31. Oktober und endet am 21. Dezember 2018.

3.1 Arbeitspakete und Zeitplan

Für die Ausarbeitung sind folgende Arbeitspakete und Fristen vorgesehen:

Tabelle 1: Arbeitspakete und Fristen

Arbeitspaket	Fertigstellung
Feststellung des aktuellen Forschungsstands	07. November 2018
Analysieren von Tiefenkarten	14. November 2018
Konzipierung eines Kraftwerkmodells	21. November 2018
Thermodynamische Analyse des Kraftwerkprozesses	28. November 2018
Bestimmung der Speicherkapazität	05. Dezember 2018
Fertigstellung der Dokumentation	12. Dezember 2018

3.2 Methodik

Eine Tiefenkarte des Brombachsees wurde von einer privaten Quelle zur Verfügung gestellt. Alle erforderlichen Berechnungen werden sich auf entsprechende Fachliteratur stützen. Relevant sind dabei vor allem die Fachbereiche Thermodynamik, Strömungsmechanik und Festigkeitslehre.

Parameter für die Berechnung des Kraftwerkmodells werden aus Datenblättern von bestehenden Anlagen genommen.

3.3 Risiken

Ein Risiko bei der Ausarbeitung der Projektarbeit ist ein Mangel an Recherchedaten. Dazu gehören beispielsweise unvollständige Tiefenkarten des Brombachsees oder nicht publizierte Datenblätter technischer Bestandteile der Speicheranlage.

4 Verwertungskonzept

Die Projektarbeit wird auf der Internetseite der Technischen Hochschule Nürnberg veröffentlicht werden. Diese ist in der digitalen deutschen Nationalbibliothek verlinkt.

Zusätzlich wird das Ergebnis der Projektarbeit in einer Energiekonferenz in Nürnberg im Dezember 2018 präsentiert werden.

5 Kostenplan

Für die Ausarbeitung der Projektarbeit werden voraussichtlich keine Kosten anfallen.

6 Quellenangabe

Literatur

- [1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, “Klimaschutzplan 2050”, 2016.
- [2] RWE Power AG, “ADELE - Der adiabate Druckluftspeicher für die Elektrizitätsversorgung”, 2010.
- [3] TU Clausthal, “Huntorf2020”, 2018.
- [4] TU Clausthal, “1,8-Millionenprojekt zu regenerativem Speicherkraftwerk”, 2018.
- [5] F. Cortogino, “Einsatz von Druckluftspeicher-Gasturbinen-Kraftwerken beim Ausgleich fluktuierender Windenergie-Produktion mit aktuellem Strombedarf”, 2003.
- [6] HYDROSTOR, www.hydrostor.ca, Zuletzt geöffnet: 25.10.18.
- [7] S. Kessler, “Riesen-Ballons speichern Energie unter Wasser”, *Wirtschafts Woche*, 2016. Adresse: <https://www.wiwo.de/technologie/green/konkurrenz-fuer-batterien-riesen-ballons-speichern-energie-unter-wasser/13553544.html>.