

Speicherung von elektrischer Energie mittels eines Druckluftspeichers der Firma *2-4-Energy*

von
THOMAS SCHIDLO B. Eng.¹
KRISTIAN HENSE B. Eng.¹
MONJA LEITGEB B. Eng.¹
PROF. DR.-ING. THOMAS LEX¹

und
GEORG TRÄNKL²

¹ OTH Regensburg, Fakultät Maschinenbau

² 2-4-Energy UG

Hinführung

Für die Energiewende werden in Zukunft Speichermöglichkeiten für elektrische Energie im großen Maßstab benötigt. So soll die Volatilität bei Dunkelflauten der erneuerbaren Energiequellen ausgeglichen werden. Um Strom zu speichern gibt es bereits verschiedene Ansätze wie Pumpspeicherkraftwerke, Batteriespeicher, Wasserstofftechnologien etc. Vorteilhaft sind Speicher, welche überall aufgebaut werden können, möglichst dezentral und nahe der Energiequelle liegen. Zudem wird so eine Unabhängigkeit von anderen Ländern sichergestellt. Außerdem fallen aufgrund der kürzeren Wege Transportverluste weniger stark ins Gewicht. Ein weiterer umweltfreundlicher Ansatz sind dezentrale Druckluftspeicher (CAES: Compressed Air Energy Storage).

Druckluftspeicher in Deutschland

Bisher wurden weltweit zwei Druckluftspeicheranlagen großtechnisch realisiert, davon eine in Huntorf (Deutschland). In dieser wird elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen genutzt, um Luft auf hohen Druck zu verdichten und in unterirdischen Kavernen zwischenspeichern. Bei dieser Kompression entsteht Abwärme, welche nicht weiter genutzt wird. Bei Strombedarf (z.B. bei Dunkelflauten), wird die Druckluft über einer Turbine entspannt und ein Generator angetrieben. Bei der Entspannung der Luft entsteht Kälte. Um ein Vereisen der Anlage zu verhindern, wird die Luft vor diesem Prozessschritt mittels eines Gasbrenners vorgewärmt. Hierzu wird bei der Anlage in Huntorf Erdgas verwendet. Dabei kommen fossile Brennstoffe zum Einsatz, weswegen die Anlage nicht klimaneutral ist. Der Wirkungsgrad, also das Verhältnis von ausgespeicherter zu eingespeicherter Energie, liegt bei etwa 40%.

Anlage der Firma *2-4-Energy*

Um die Klimaneutralität zu gewährleisten und den zusätzlichen Gasbrenner einzusparen hat die Firma *2-4-Energy* ein alternatives Anlagenkonzept entwickelt. Die Anlage ist so designt, dass eine Vorwärmung der Druckluft vor dem Entspannen nicht mehr nötig ist. Dadurch wird der große Nachteil der Notwendigkeit von fossilen Brennstoffen umgangen. Der bereits gebaute und funktionierende Prototyp ist sehr viel kleiner und eignet sich dadurch als dezentraler und saisonaler Energiespeicher für kleinere Anwendungszwecke, wie beispielsweise Ein- bzw. Mehrfamilienhäuser. Der Prototyp hat einen Raumbedarf von 8 m x 6 m auf einer maximalen Höhe von 2,5 m. Dieser lässt sich in weiteren Entwicklungsstufen weiter reduzieren. Bei der Anlage wird auf bereits bestehende Pneumatik- und Hydraulik-Technologien zurückgegriffen, wodurch die Anlage günstig aufgebaut werden kann.

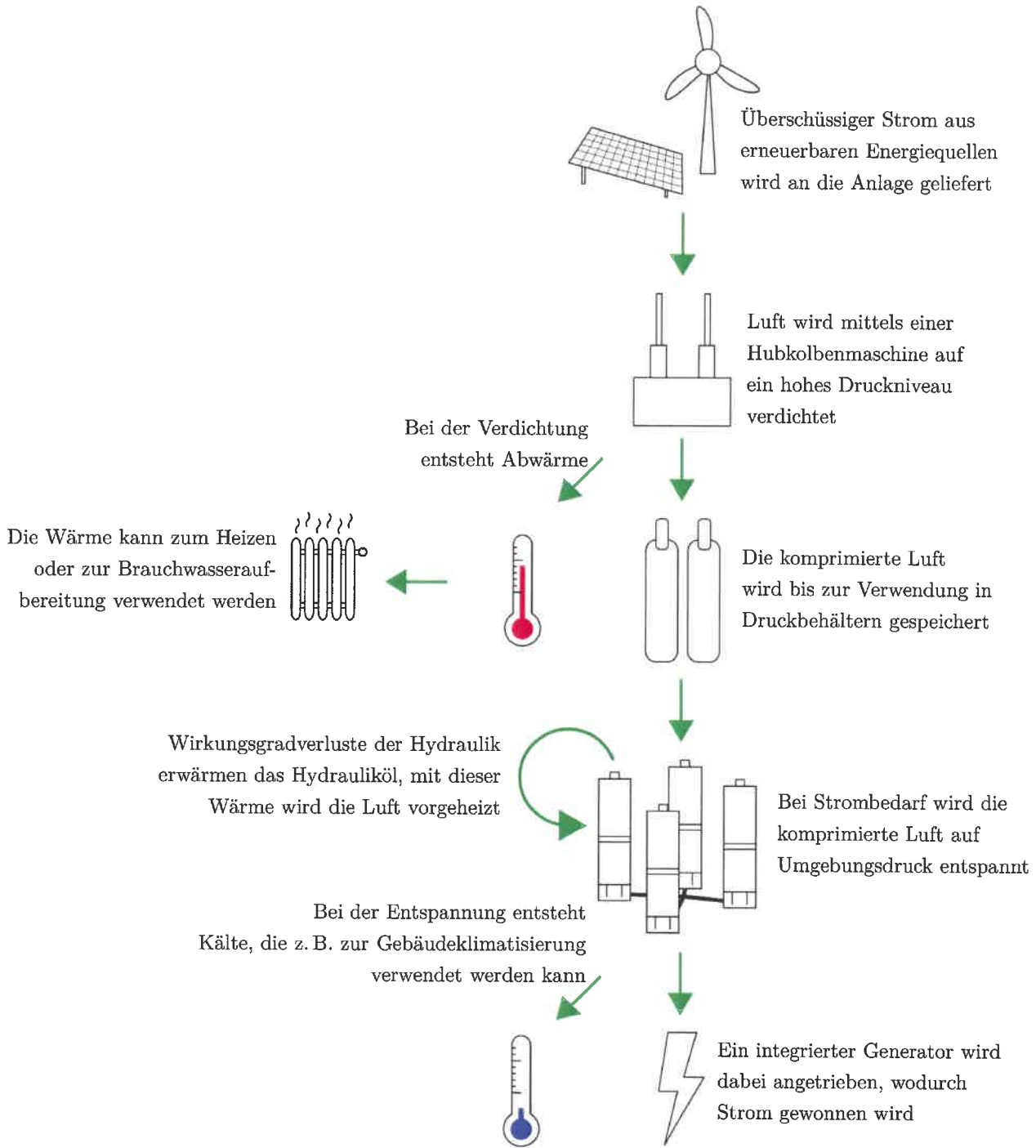


Abbildung 1: Wirkprinzip der Druckspeicheranlage der Firma *2-4-Energy*.

Das Wirkprinzip der Druckluftspeicheranlage von *2-4-Energy* ist in Abb. 1 dargestellt. Dabei wird Luft mittels einer hydraulisch-pneumatischen Hubkolbenmaschine verdichtet und in Drucklufttanks zwischengespeichert. Die Luft wird nahezu isotherm verdichtet (Temperatur bleibt konstant). Das bedeutet, die bei der Verdichtung entstehende Wärme wird direkt bei der Kompression abgeführt und in einem Wasserbad gespeichert. Die Temperatur der Luft bleibt somit nahezu unverändert. Die Wärme kann durch Wärmeübertrager zur Beheizung von Gebäuden sowie zur Warmwassererzeugung genutzt werden (Sektorenkopplung). Durch das Beibehalten der Lufttemperatur (keine Lufterwärmung) kann der

Speicher eine höhere Luftmasse aufnehmen, da das Volumen der Luft bei niedrigen Temperaturen geringer ist als bei hohen. Somit wird eine höhere Effizienz erreicht. Der Strom wird dann über einen Generator gewonnen, welcher an einen Hydraulikmotor angeschlossen ist. Somit ist im Vergleich zur Turbine der Anlage in Huntorf bei dem Konzept von *2-4-Energy* ein Hydraulikkreislauf das stromerzeugende System. Zudem entfallen durch das hydraulisch-pneumatische System hohe Wirkungsgradverluste beim Komprimieren und Entspannen der Luft.

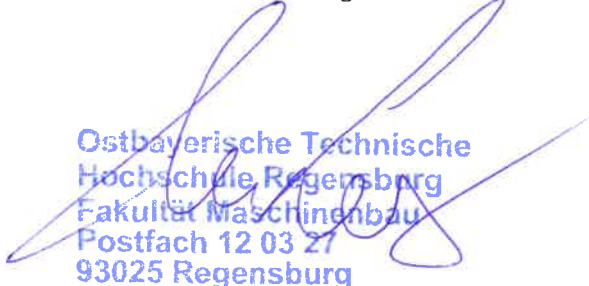
Ausblick

Der funktionsfähige Prototyp der Anlage verspricht hohes Potential bezüglich der Langzeitspeicherung von Energie. Aktuell arbeitet eine Forschungsgruppe aus dem Studiengang Master Maschinenbau der OTH Regensburg daran, die einzelnen Prozessschritte der Anlage zu analysieren. Dabei sollen vor allem die zu erreichenden Wirkungsgrade und weitere Potenziale der Anlage, wie die bereits erwähnte Sektorenkopplung, betrachtet werden. Hierzu bestehen bereits weitere Ansätze, um das Anlagenkonzept von *2-4-Energy* weiter zu optimieren.

Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass

- die Abwärme der Verdichtung zum Heizen oder zur Brauchwasseraufbereitung verwendet werden kann (Sektorenkopplung),
- Kälte, die bei der Entspannung der Luft entsteht, weiter genutzt werden kann,
- die Anlage klimaneutral ist, da keine fossilen Brennstoffen eingesetzt werden,
- der Platzbedarf etwa dem eines Seefrachtcontainers entspricht,
- es sich um einen dezentralen und saisonalen Energiespeicher handelt,
- die geringe Temperaturerhöhung der komprimierenden Luft die Effizienz erhöht,
- und da das stromerzeugende System ein Hydraulikkreislauf ist, weniger Verluste anfallen.



Ostbayerische Technische
Hochschule Regensburg
Fakultät Maschinenbau
Postfach 12 03 27
93025 Regensburg