

# Machbarkeitsstudie über Low-Cost Schwungradspeicher zur Lastverschiebung von elektrischer Energie

Themenbereich 2

Hermann EDTMAYER<sup>1(1)</sup>, Armin BUCHROITHNER<sup>(2)</sup>, Manfred Tragner<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>4ward Energy Research GmbH, <sup>(2)</sup>Institut für Maschinenelemente und Entwicklungsmethodik, Technische Universität Graz

## Motivation und zentrale Fragestellung

Energiespeicher werden als zentraler Faktor für die Umsetzung der internationalen Klimaziele und der dafür notwendigen, vollständigen Versorgung mit erneuerbaren, volatilen Energiequellen angesehen [1][2]. Innovative Lösungen zur Speicherung von elektrischer Energie benötigen in den nächsten Jahren sowohl intensive Forschung & Entwicklung als auch Praxiserprobung im System, um diese Ziele zu erreichen. Im Bereich der Schwungradspeicher (Flywheel Energy Storage Systems, FESS) sind zwar einige kostenintensive, Hightech-Systeme am Markt verfügbar, diese zielen jedoch auf Nischenanwendungen wie USV-Anlagen oder Netzstabilitätsanwendungen ab und weisen relativ kurze Speicherdauern auf. Daher beschäftigt sich das hier beschriebene Projekt mit der Evaluierung der Machbarkeit von kostengünstigen, dezentralen Schwungradspeichern, welche für die Lastverschiebung von bis zu 12 Stunden eingesetzt werden können.

## Methodische Vorgangsweise

Es wird davon ausgegangen, dass Speicher zukünftig in vielfältigen Anwendungsgebieten wie etwa zur Spitzenlastdeckung, Lastverschiebung oder reinen Energiebereitstellung benötigt werden [1]. In der hier vorgestellten Machbarkeitsstudie wurde der Auslegungsfokus auf den Anwendungsfall als PV-Speicher für Ein- und Mehrparteienwohnhäuser gelegt. Dabei wurde ein konsequenter Low-Cost Ansatz verfolgt, um über den Einsatz von Komponenten aus der Großserie ein wirtschaftlich darstellbares Speichersystem zu erarbeiten. Durch eine Kombination aus Low-Tech-Lösungen und fachspezifischer, maschinenbaulicher Expertise konnte dieses Ziel erreicht werden. Zu Beginn erfolgte die Betrachtung und Variation der Systemparameter bezüglich der für den Einsatzbereich definierten Zielvorgaben. Daraus wurden die Grundparameter für den Entwurf des Speichersystems abgeleitet. Im Anschluss wurde eine Simulation des entworfenen Schwungradspeichers im Einsatz unter realen Last- und Erzeugungsrandbedingungen durchgeführt. Über Prüfstandsuntersuchungen an einem Modell des Schwungradkonzeptes (vergleiche Abbildung 1) wurde das Realverhalten von kritischen Systemkomponenten bewertet. Des Weiteren wurden die Kosten und Eignung einzelner Systemkomponenten und des Gesamtsystems kritisch bewertet.

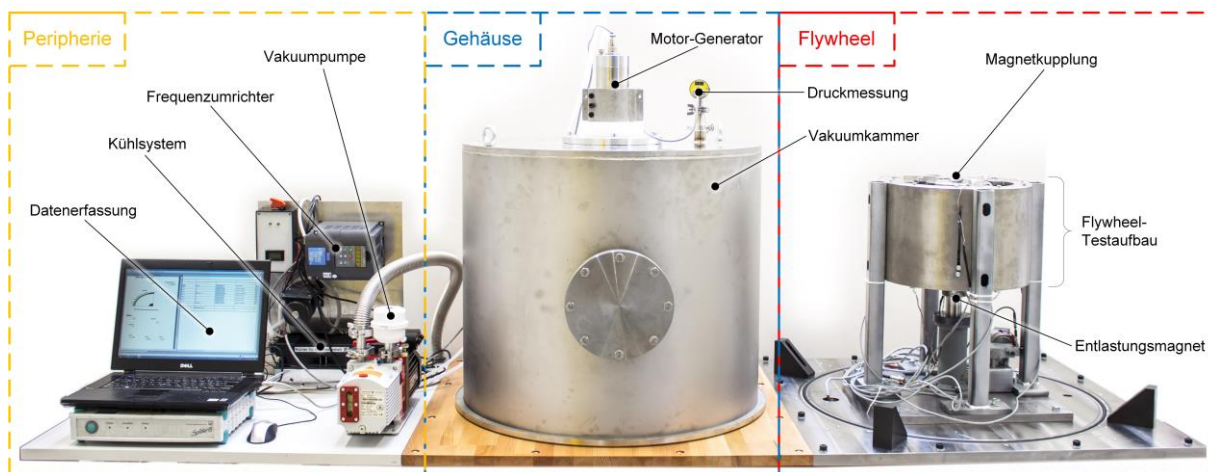


Abbildung 1: Vakuumpfprüfstand zur Komponentenuntersuchung

<sup>1</sup> Reininghausstrasse 13a/EG/17 8020 Graz, 0664 889 29 638, [hermann.edtmayer@4wardenergy.at](mailto:hermann.edtmayer@4wardenergy.at), [www.4wardenergy.at](http://www.4wardenergy.at)

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Über die theoretische und praktische Analyse konnte die Machbarkeit des Systemansatzes erfolgreich dargestellt werden. Der Einsatz von Standardkomponenten aus der Großserie für die kostenintensiven Systembereiche Antrieb, Evakuierung und Lagerung war dabei möglich. Für das Lagerungskonzept des Rotors wurde eine Kombination aus Hubmagnet zur Gewichtsentlastung und Standard-Kugellagern zur Aufnahme der Seitenführungskräfte gewählt. Dadurch konnte auf aktive Magnetlager verzichtet und eine Reduktion der Systemkomplexität und Kosten realisiert werden. Die für einen wirtschaftlich sinnvollen Betrieb relevanten Verlustwerte des Lagerkonzeptes konnten am Prüfstandsmodell verifiziert werden. Des Weiteren wurde über eine Variation der Vakuumpüte ein akzeptabler Kompromiss aus Kosten für die Vakuumpumpe und deren maximalem Unterdruckbereich gefunden. Die Ergebnisse der Auslaufversuche am Prüfstandsmodell sind in Abbildung 2 dargestellt.

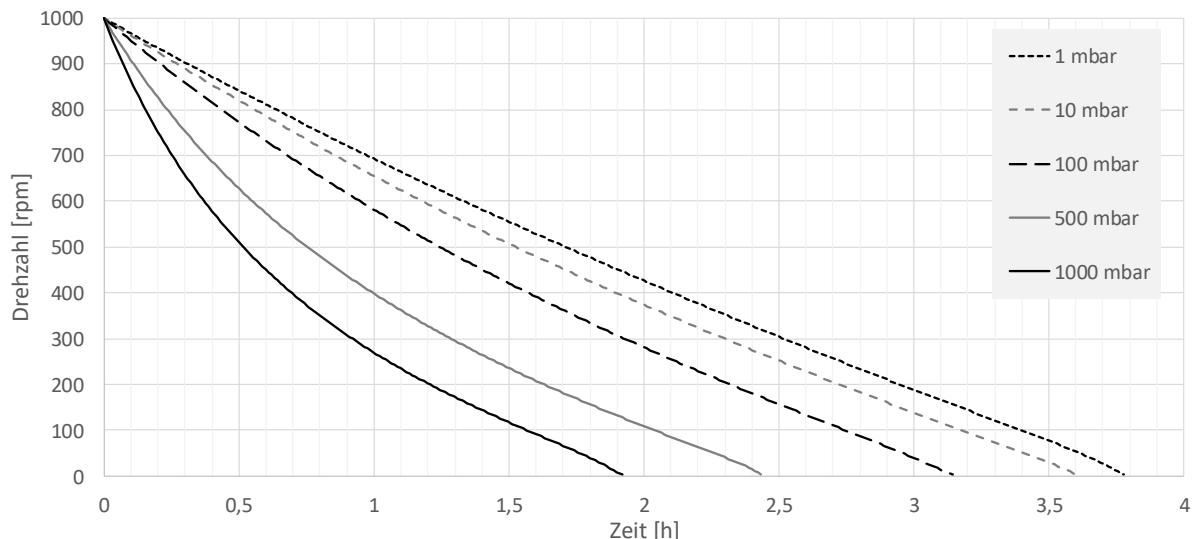


Abbildung 2: Auslaufzeit des Schwungradmodells am Vakuumprüfstand in Variation der Vakuumpüte

Über ein optimiertes Systemdesign bezüglich Materialeinsatz und Fertigung war der Einsatz von hochverfügbaren Rohstoffen sowie Standard-Fertigungsverfahren möglich. Des Weiteren ist die realisierbare Zyklenzahl vergleichbaren Batteriespeichern deutlich überlegen. Mit dieser Systemzusammenstellung ist die Konkurrenzfähigkeit für ein Serienprodukt des FESS-Solarspeichers gegenüber aktuellen elektrochemischen Speichertechnologien gegeben. Daraus ergeben sich klare Vorteile in der Lebensdauer und der Nachhaltigkeit gegenüber elektrochemischen Speichern. Das aktuelle Systemdesign könnte zur Prototypenentwicklung verwendet werden und eine Weiterentwicklung bis zum Serienprodukt ist denkbar. Dabei sollte die Konkurrenzfähigkeit gegenüber ähnlichen Speichertechnologien auch in 10 Jahren noch gewährleistet sein, da auch eine entsprechende Weiterentwicklung der Li-Ion Batterietechnologie erwartet werden kann. Daher werden als nächste Schritte die Untersuchung alternativer Rotorwerkstoffe und deren Auswirkungen auf das System untersucht, um das Potential zur weiteren deutlichen Kostenreduktion zu verbessern sowie ein Umsetzungsprojekt zur Prototypenentwicklung angestrebt.

## Literatur

- [1] Klima- und Energiefonds (2016): Abschlussbericht der Speicherinitiative Startphase. Wien, Österreich, 06/2016, Speicherinitiative des Klima- und Energiefonds, [www.speicherinitiative.at](http://www.speicherinitiative.at)
- [2] FCCC (2015): Adoption of the paris agreement. Paris, Frankreich: United Nations – Framework Convention on Climate Change, 12/2015
- [3] Buchroithner A., Haan A., Preßmair R., Bader M., Schweighofer B., Wegleiter H., Edtmayer H. (2016): Decentralized Low-Cost Flywheel Energy Storage for Photovoltaic Systems. Jakarta, Indonesia: 4<sup>th</sup> International Conference on Sustainable Energy Engineering and Application, 10/2016