

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
Funktionsweise	<p>Diese Art der Speicherung von elektrischer Energie ist eine ökologisch und ökonomisch nachhaltige Technologie für die dezentrale Energiespeicherung mit langen Lebenszyklen ohne Leistungseinbußen durch zu hohe Entladungstiefe und einem Minimum an System-Wartung.</p> <p>FESS (Flywheel Energy Storage System) sind mechanische Batterien, die elektrische in kinetische Energie wandeln und vice versa. Bei einem Überangebot an elektrischer Energie beschleunigt das Drehmoment eines Motors das Schwungrad bis der Ladevorgang abgeschlossen ist. Danach wird die kinetische Energie durch das schnell drehende Schwungrad gespeichert, solange es die Selbstentladung zulässt. Bei Bedarf an elektrischer Energie, verzögert das Bremsmoment eines Generators das Schwungrad bis es vollständig entladen ist oder die maximale Entladungstiefe erreicht ist. Die Rotationsverluste werden durch den Betrieb in einem evakuierten Gehäuse und durch den Einsatz von aktiver magnetischer Lagerung minimiert.</p>
Speichercharakteristika	<p>FESS sind bei Parallelschaltung von Einzelsystemen beliebig skalierbar in Bezug auf Energieinhalt und Leistung, siehe [1,3]. Es besteht die Möglichkeit der Netzregulierung bei Großsystemen, der Rekuperation bei mobilen Systemen [4-6] und der Langzeitspeicherung von ungenutzter Energie (Sonne oder Wind). FESS dienen damit dem weiteren Ausbau der erneuerbaren Energieträger.</p>
Subsysteme	<p>Dezentrale stationäre FESS; [1,2,3] Mobile FESS; [4,5,6] Kurzzeitspeicher < 1h; [1-6] Langzeitspeicher > 1h - < 12h; LTS-Flywheel TU Wien [7]</p>
Referenzen/Links	<p>[1] http://beaconpower.com/carbon-fiber-flywheels/ (last seen, 06.04.2016).</p> <p>[2] http://www.power-thru.com/ (last seen, 17.03.2016).</p> <p>[3] http://stornetic.com/. http://stornetic.com/ (last seen, 17.03.2016).</p> <p>[4] http://www.gkn.com/landsystems/brands/hybrid-power/technology-andinnovation/Pages/default.aspx (last seen, 17.03.2016).</p>

KenngroÙe	Ausgewählter Speicher
	<p>[5] http://www.torotrak.com/products-partners/products/flybrid/ (last seen, 17.03.2016).</p> <p>[6] http://www.ricardo.com/en-GB/News-Media/Press-releases/Newsreleases1/2011/Breakthrough-in-Ricardo-Kinergy-second-generation-high-speed-flywheel-technology/ (last seen, 17.03.2016).</p> <p>[7] A. Schulz, S. Hartl, H. Sima, et al. Innovative flywheel energy storage system with high energy efficiency and reliability. e&i Elektrotechnik und Informationstechnik, 132(8):481–490, 2015.</p> <p>[8] S. Hartl. Analysis of Fiber Reinforced Filament Wound Rotors. Dissertation, TU–Wien, voraussichtliches Ende Mai 2016.</p> <p>[9] H. Sima. Erhöhung der erzielbaren Speicherzeit von magnetisch gelagerten Schwungradspeichern. Dissertation, TU–Wien, 2014.</p> <p>[10] A. Schulz. Entwicklung eines aktiven Magnetlagers mit hoher Betriebssicherheit. Dissertation, TU–Wien, 2006.</p> <p>[11] S. Hartl, A. Schulz, H. Sima, T. Koch, and M. Kaltenbacher. A static burst test for composite flywheel rotors. Applied Composite Materials, pages 1–18, 2015.</p> <p>[12] S. Hartl and M. Kaltenbacher. Design of a cfrp hollow shaft to increase the energy density of a flywheel rotor. Composites Part B: Engineering, to be published 2016.</p> <p>[13] S. Hartl, A. Schulz, and M. Kaltenbacher. Optimum design of a high energy density composite flywheel rotor. In Proc. of the Vienna young Scientists Symposium, Wien, Austria, June 25-26 2015. TU Wien.</p> <p>[14] S. Hartl, A. Schulz, and M. Kaltenbacher. Design of a carbon fiber reinforced plastic shaft for a high speed flywheel rotor. In Proc. of the International Conference on Composite Materials, Copenhagen, Denmark, July 19-24 2015.</p> <p>[15] S. Hartl, A. Schulz, and M. Kaltenbacher. Direct estimation of the elastic constants of cfrp plates by using lagrange’s equation. In Proc. of the International Conference on Composite Structures, Lisbon, Portugal, June 15-18 2015.</p>

Kenngröße	Ausgewählter Speicher
	[16] S. Hartl. Metrological recording of load limits and identification of the material parameters of composite flywheel rotors. Diploma thesis, TU-Wien, 2012.
Technologiereifegrad	TRL 9 bei allen genannten Subsystemen bis auf Langzeitspeicher TRL 4
TRL (Technology Readiness Level)	4 - 9
Netzebene (NS=7, MS=5, HS=3, HÖS=1)	5 - 7
Schnelligkeit/Regel-Ansprechverfahren (schnell/mittel/langsam)	sehr schnell (Zugriffszeiten im Millisekundenbereich)
Energiedichte (Wh/kg)	bis zu 100 Wh/kg bei Verwendung von faserverstärkten Kunststoffen für den Rotor
Leistungsdichte (W/kg)	Ist vom verwendeten Motor/Generator abhängig
Selbstentladung (%/Tag, %/Monat, ...)	bis zu 100%/Tag (Kurzzeitspeicher im Sekunden - Minuten Bereich)
Wirkungsgrad (technologisch, Batterie) (%)	bis zu 24%/Tag (Langzeitspeicher designed für 12 Stunden)
Kalendarische Lebensdauer (a)	80 - 90%
Zyklusfestigkeit (Zyklen über Lebensdauer)	20 Jahre
Kosten (Investitionskosten, Betriebskosten) (€/kWh) bzw. (€/kW)	nicht begrenzt
	Ziel: 1.000 €/nutzbarer kWh
	Kommerziell verfügbare Systeme sind viel teurer, weil die Nachfrage für saubere Energiespeicherung nicht existiert und damit keine Serienproduktion anläuft.
Soziale Akzeptanz der Technologie (hoch/mittel/niedrig)	hoch
Ökol. Performance (CO2-Äquivalent, seltene Erden, ökol. Fußabdruck)	Ökologisch nachhaltig: keine seltenen Erden oder sonstige toxischen Stoffe
Recyclingfähigkeit	Weitestgehend voll rezyklierbar
Absatz, erwartet	Hängt von politischer Förderung und wirtschaftlicher Akzeptanz ab! Derzeit keine Angabe möglich.
Inländische Wertschöpfung (Hersteller in Ö, Demoprojekte, Forschung)	keine Hersteller in Österreich
Stromoutput (Eignung des Stromspeicher zur Netzrückzuspeisung) (J/N)	J
Leistung (kW) ev. Dauer-/Spitzenleistung	0,005 - 5 MW beliebig skalierbar nach oben!
Erzeugungsnähe (produktionsnahe) (J/N)	J
Zielwert ausgewählter Kennzahlen für die Technologie z.B. bis 2025/2030	Iterative Effizienzsteigerung durch Verwendung neuer Materialien und Geometrien für den Rotor bzw. durch energieeffiziente Ansteuerung der aktiven Magnetlager.

KenngroÙe	Ausgewählter Speicher
Referenzen (Literaturquellen zu eingetragenen tech. Kennzahlen)	siehe Technologiebeschreibung!
Temperaturfestigkeit (Betriebs- und Umgebungstemperatur/Limitierung) (°C, von-bis)	-40 bis 80°C
Materialien (Zellchemie)	Alle gängigen Metalle, faserverstärkte Kunststoffe, sonstige Polymere.
Rohstoffe/Verfügbarkeit (nach Hauptelemente)	keine Probleme bei Verfügbarkeit.
Peripherie: BMS/Leistungselektronik (F&E Bedarf) (J/N)	J
Infrastruktur (F&E Bedarf)	Durch Erhöhung der Stückzahl wird sich diese Technologie langfristig etablieren. Benachteiligungen durch politische Barrieren (Unwirksamkeit der Vorteile), wie z.B. Emissionsfreiheit, CO2 Einsparung, aufheben.
Problembereiche	Aufbau von politischen und wirtschaftlichen Barrieren für toxische, Ressourcen belastende, herkömmliche Technologien.