

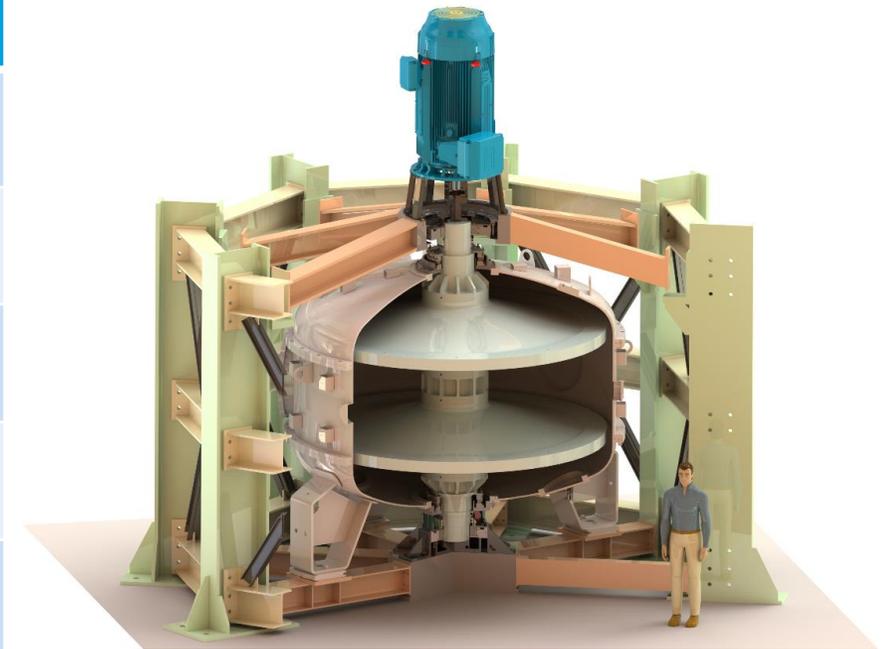
Robin Garbe, Martin Zschau, Fatemeh Ghanbaridoust, Prof. Dr.-Ing. Frank Will

Rotationskinetischer Speicher mit einer Kapazität von 500 kWh

Herbstworkshop Energiespeichersysteme, Dresden 30.11.2022

Agenda

1	Einordnung
2	Rotationsmassenspeicher-Technologie
3	Projekt DEMIKS und DEMIKS2
4	Gesamtsystem
5	Anwendungsgebiete
6	Ausblick



Energiespeicher

Kurzzeitspeicher

Sekunden

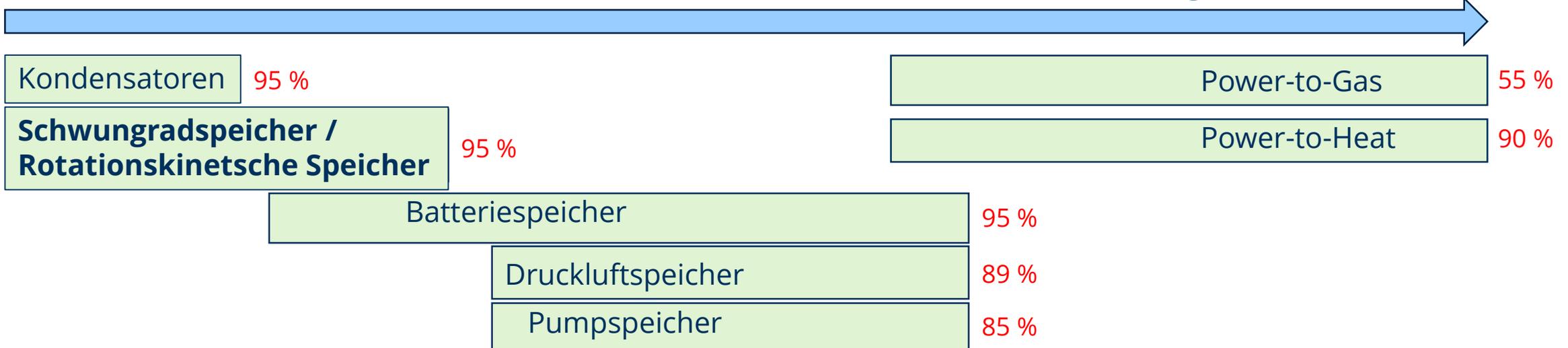
Minuten

Stunden

Langzeitspeicher

Tage

Wochen



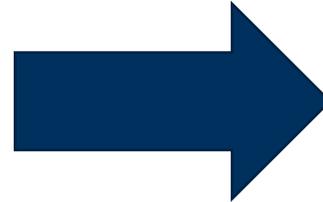
Max. Wirkungsgrad

<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/speichertechnologien.html>
https://www.worldenergy.org/assets/downloads/Five_steps_to_energy_storage_v301.pdf

Anforderungen rotationskinetischer Speicher

Anforderungen an Kurzzeitspeicher:

- Große Zyklenlebensdauer
- Hohe Dynamik
- Hoher Wirkungsgrad (Laden/Entladen)
- Selbstentladung (Speicherwirkungsgrad) zweitrangig

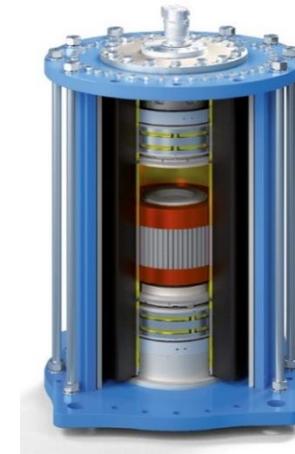
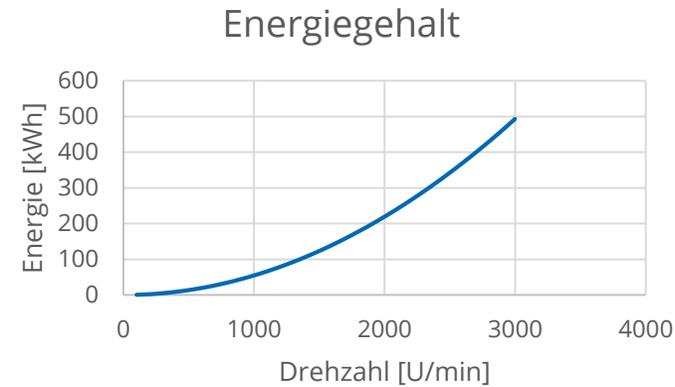


Rotationskinetische Speicher

Schwungradspeicher-Technologie

Speicherung kinetischer Energie
mittels Schwunngmasse

$$E_{Rotor} = \frac{1}{2} \cdot J_{Rotor} \cdot \omega^2$$



[3]

Adaptive Balancing Power



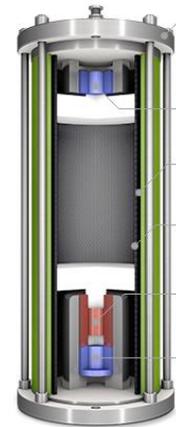
[4]

PILLER



[1]

S4 Energy



[2]

STORNETIC



Max-Planck-Institut

[5]

[1] https://www.s4-energy.com/includes/PDF/Flyer_KINEXT.pdf

[2] <https://stornetic.com/>

[3] <https://www.adaptive-balancing.de/produkt/>

[4] <https://www.piller.com/de-DE/183/schwungrad-energiespeicher-und-batteriesysteme>

[5] <https://www.ipp.mpg.de/4241286/generatoren>

Projektinfos

DEMIKS – Dezentrale Energiespeicherung mittels integrierter kinetischer Rotationsmassenspeicher
(in Verbindung mit Windenergieanlagen)

Förderkennzeichen: 03ET6102A-F

Projektlaufzeit: 01.12.2016 - 31.08.2021

DEMIKS2 – Betriebsführung des Rotationsmassenspeichers in Verbindung mit Erzeugern
erneuerbarer Energien

Förderkennzeichen: 03EI4036A

Projektlaufzeit : 01.10.2021 – 30.09.2024

Fördersumme gesamt: knapp 3,1 Millionen Euro

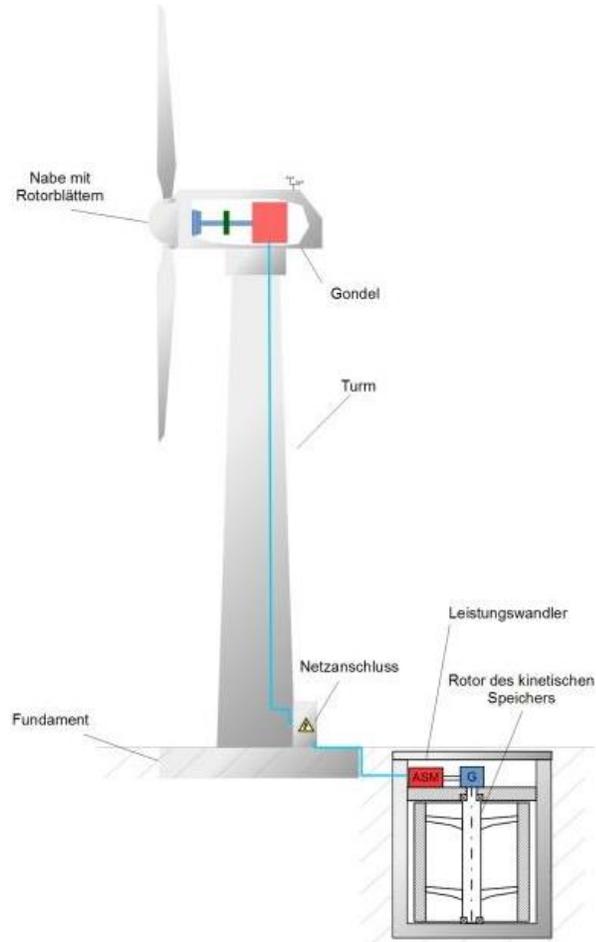
Gefördert durch:



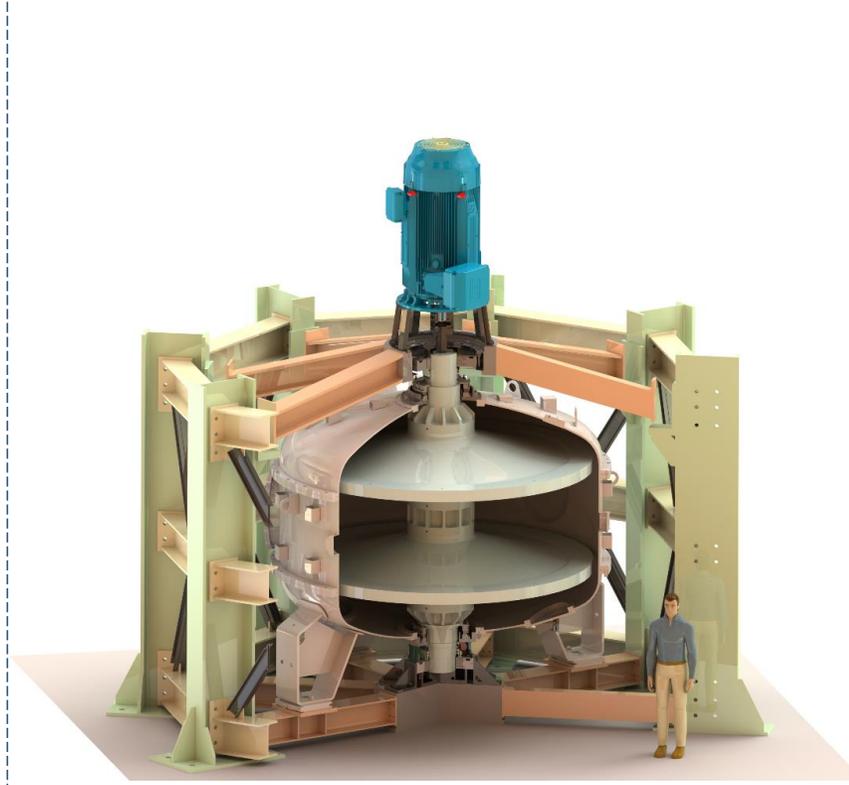
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



DEMIKS – rotationskinetischer Speicher



2015
Skizze



2020
Entwicklung – Fertigung – Montage



2021
Demonstrator auf Firmengelände
des Projektpartners SKM GmbH

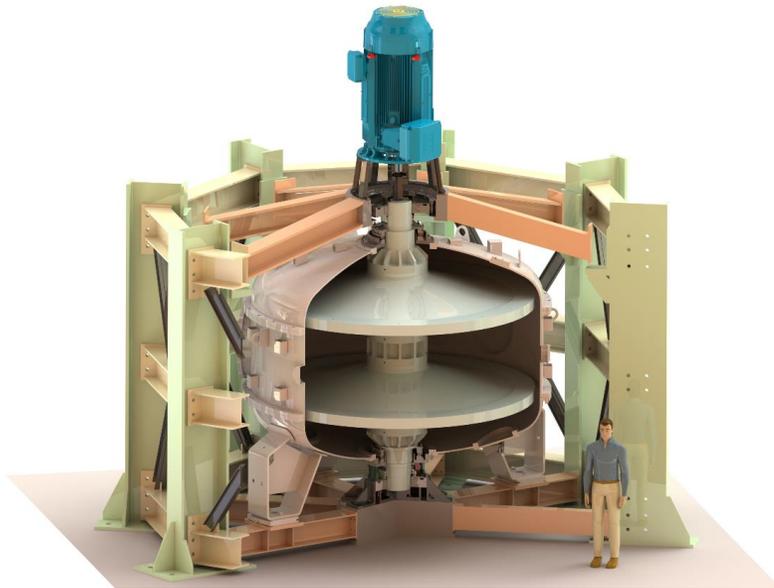
Gesamtsystem

Stator mit RKS-Einheit und E-Maschine

Blitzschutz

Containerlösungen für Peripherie:

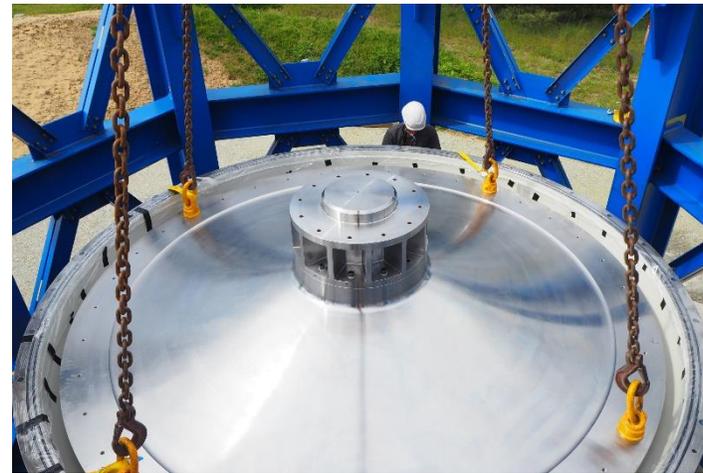
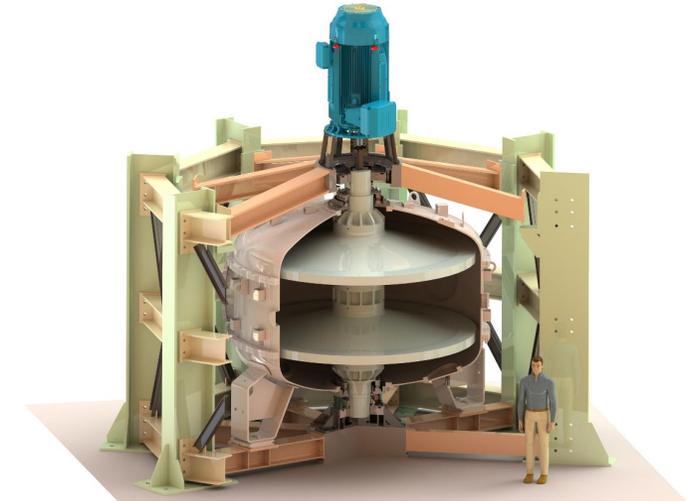
- Leitstand und Niederspannungsverteilung
- Frequenzumrichter
- Vakuumpumpenstand
- Hydraulikaggregat



Rotationskinetische Speicher

Herausforderungen:

- Dynamisches Verhalten des Gesamtsystems (Stator, Rotor, Lager)
- Mobiles Wuchten
- Hohes Gefährdungspotential
 - Risiko senken
 - Funktionale Sicherheit
- Schwere und große Komponenten (Montage, Fertigung)



Teilsystem: Rotor

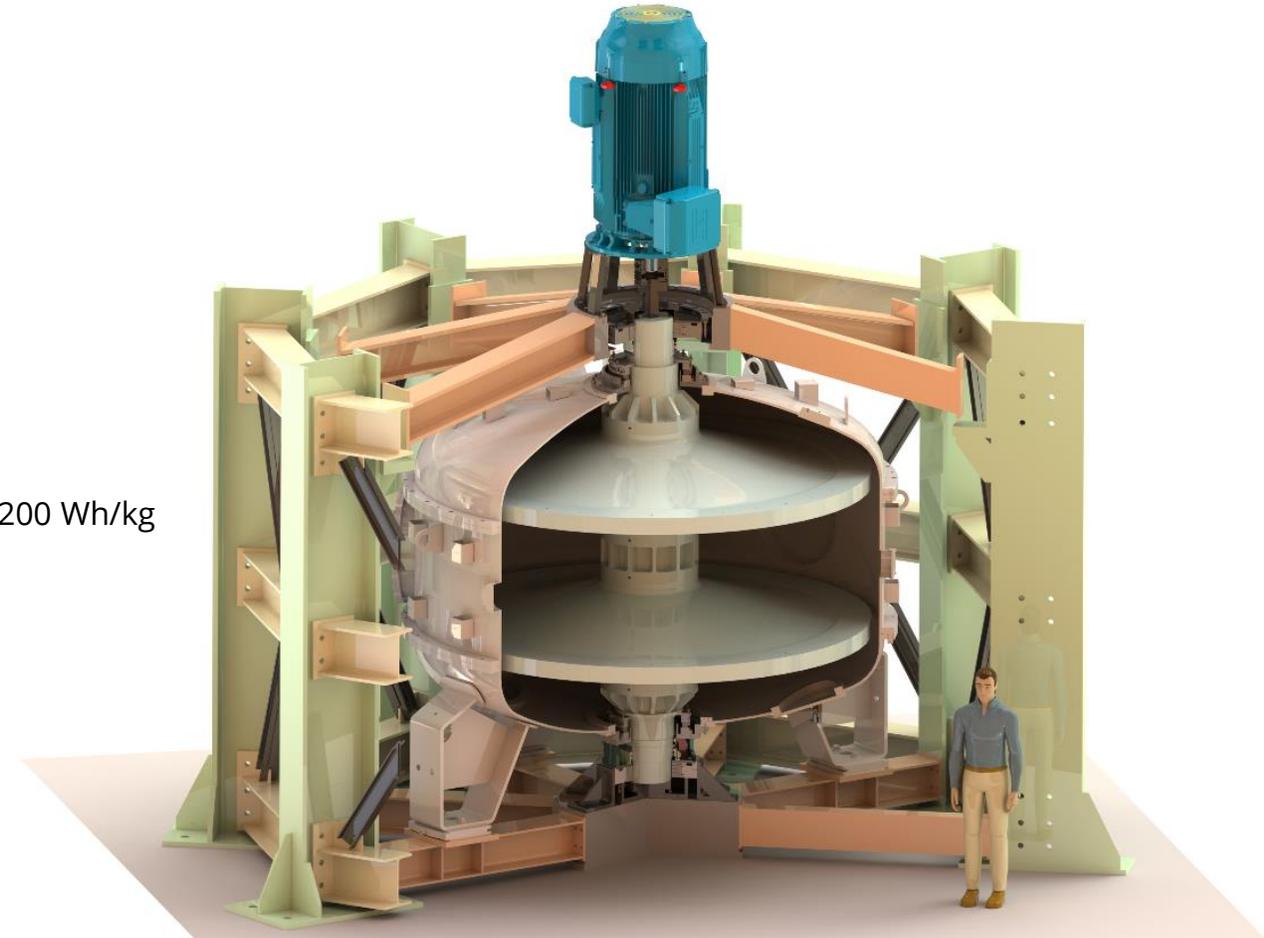
- Hochfeste Stahllegierung (30CrNiMo8+V)
- 500 kWh Kapazität:
 - Rotormasse 42 t (Rotorscheiben jeweils 20 t)
 - Bis 3000 U/min
- Vertikale Rotationsachse
- Optimierte Rotorgeometrie

$$\frac{E_{Rotor}}{m_{Rotor}} = k \cdot \frac{\sigma_{zul}}{\rho} = 11,9 \frac{Wh}{kg}$$

Vgl. Akkumulatoren: ca. 200 Wh/kg

Bezeichnung	Darstellung	Formfaktor
ideale Scheibe gleicher Festigkeit ($r_1(0 \rightarrow \infty)$)		1,00
reale Scheibe gleicher Festigkeit		0,70-0,90
reale Scheibe gleicher Festigkeit mit Kranz		0,8-0,95
konische Scheibe		0,70-0,85

[9]

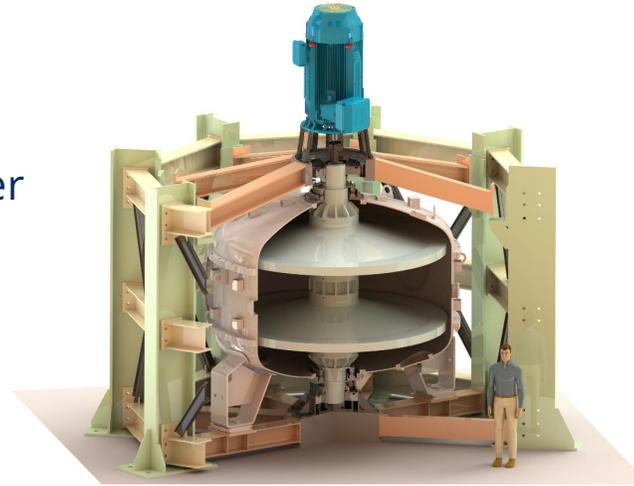


[9] G. Genta, *Kinetic Energy Storage: Theory and Practice of Advanced Flywheel Systems*, 1985.

Rotationskinetische Speicher

Vorteile:

- Hohe Lebensdauer
- Keine Kapazitätsverluste während Lebensdauer
- Hohe Dynamik
- Hoher Wirkungsgrad (Laden/Entladen)
- Konventionelle Werkstoffe (recyclebar)



Nachteile:

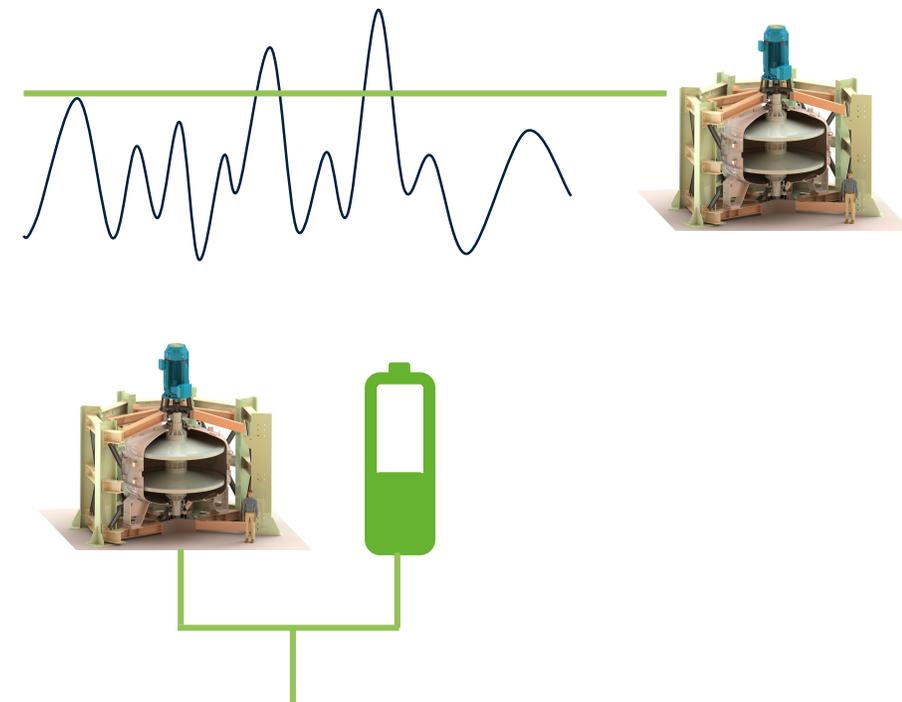
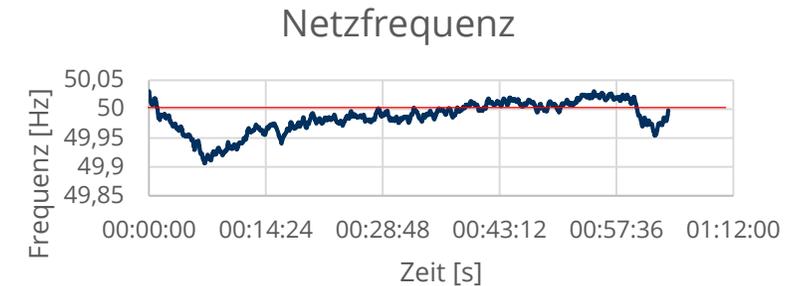
- Hohe Verlustleistung im Speicherbetrieb
 - Ca. 36 kVA Nebenverbraucher
 - Lastabhängige Verluste:
 - Reibungsverluste müssen experimentell ermittelt werden



Abb.: Hydraulikaggregate

Anwendungsgebiete

- Versorgungssicherheit
 - Schutz vor Stromausfällen und instabiler Stromversorgung
 - Kurzzeitspeicher
- Qualitätssichernde Anlage
 - Stabilisierung der Netzfrequenz - Netzdienstleistungen
- Peak Shaving - Glättung von Lastspitzen
 - Auf Erzeuger- und Verbraucherseite
 - Bereitstellung von zusätzlicher Leistung
- Smart-Grid
 - Kombination: Erzeugung, Speicherung, Verbrauch
 - Inselösungen
 - Z. B. Wasserstoffproduktion Offshore oder in Gebieten ohne Netzinfrastuktur
- Hybride Speichersysteme
 - Kombination mit anderen Energiespeichern, z. B. Batteriespeicher



Forschungsprojekt DEMIKS 2

Aktueller Stand:

- Umsetzung Netzanschluss
- Ertüchtigungsmaßnahmen

Ausblick:

- Experimentelle Untersuchungen
- Komponenten-, System- und Langzeittests
- Simulation und Validierung
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen der RKS-Technologie
- Leitfaden zur RKS-Technologie
- Vorserientaugliche Demonstratorlösung (virtueller Prototyp)





Vielen Dank!

Kontakt

Dipl.-Ing. Robin Garbe

☎ +49 (0) 351 463 36016

✉ robin.garbe@tu-dresden.de