



**BILFINGER**

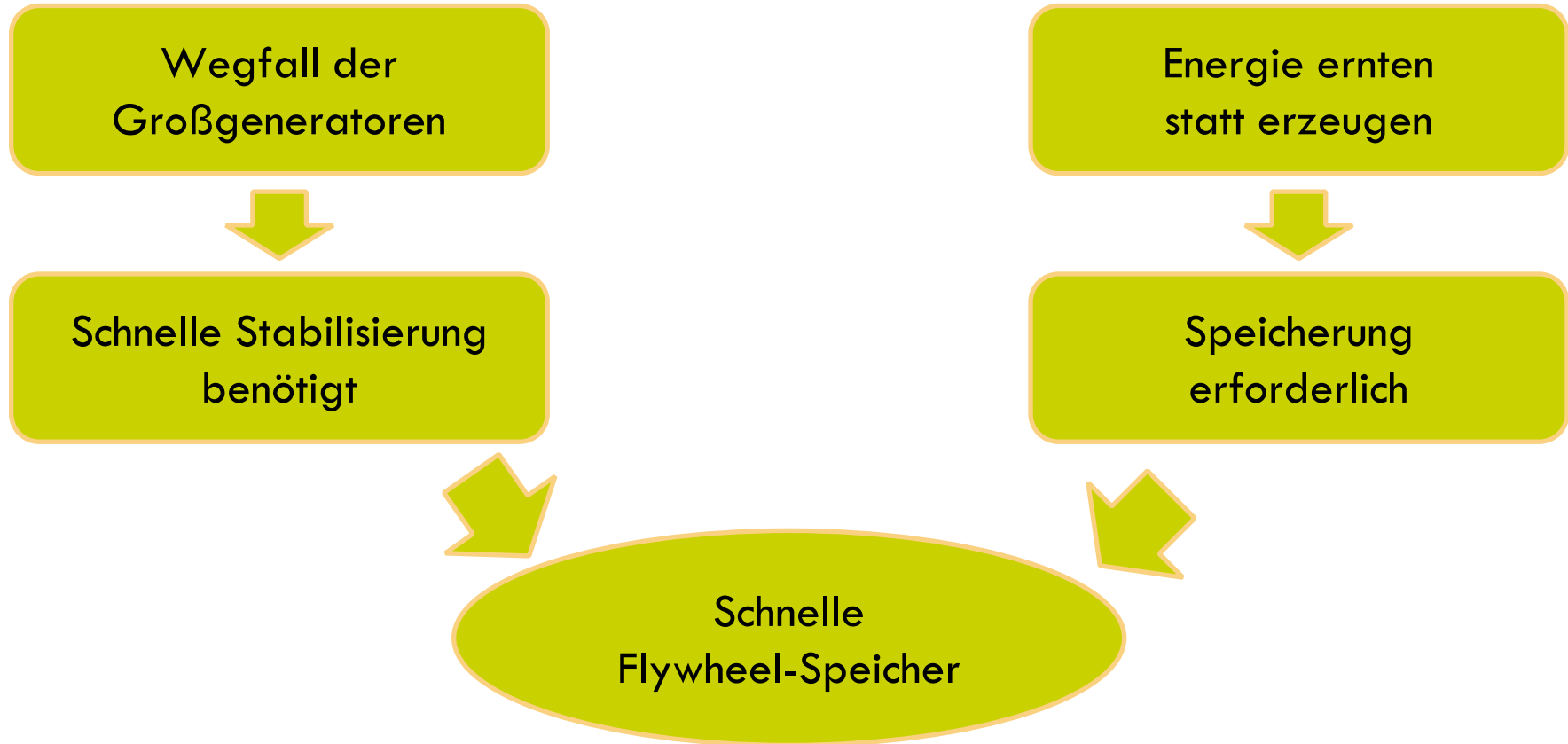
**Bilfinger Noell GmbH**

# **Flywheel Energiespeicher von Bilfinger Noell**

**Bilfinger Noell GmbH**

05. März 2020

ZIEHL VII, 05. – 06. März 2020, Berlin

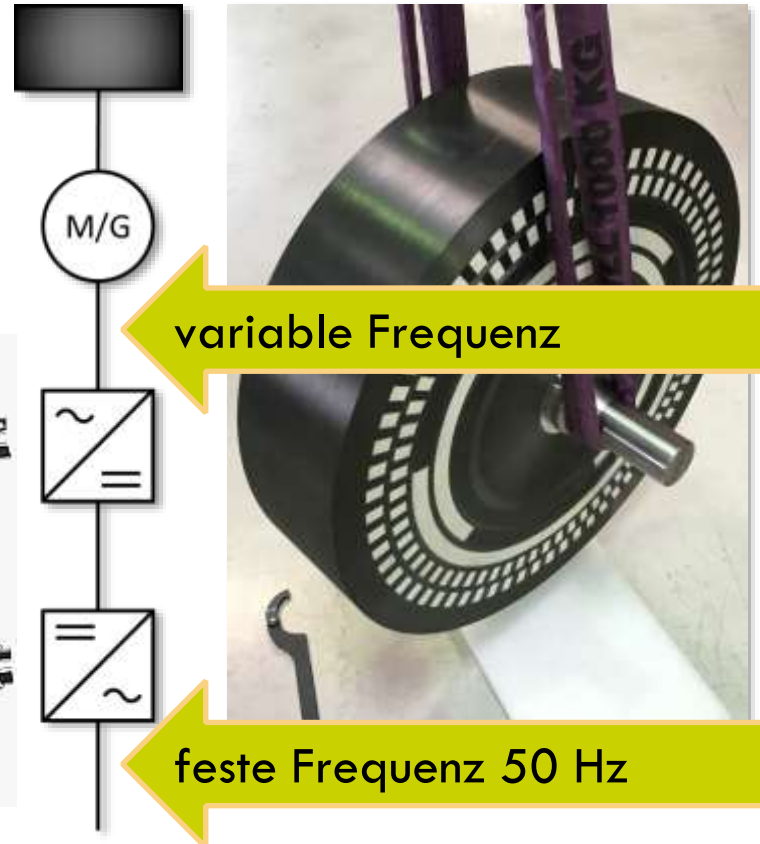
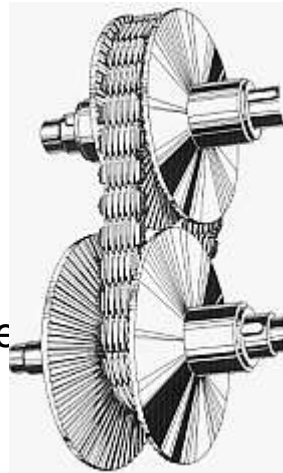


# Flywheel – Funktionsprinzip

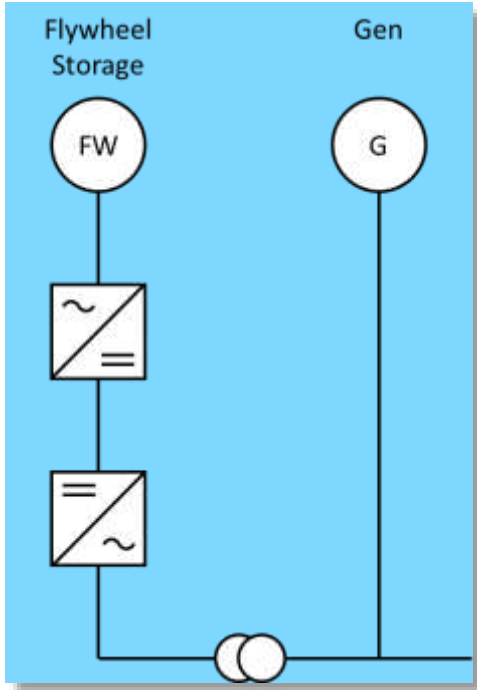
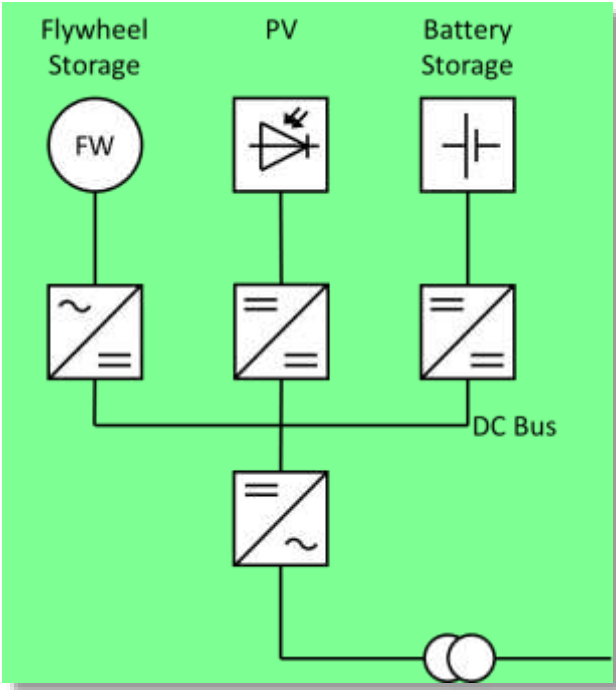
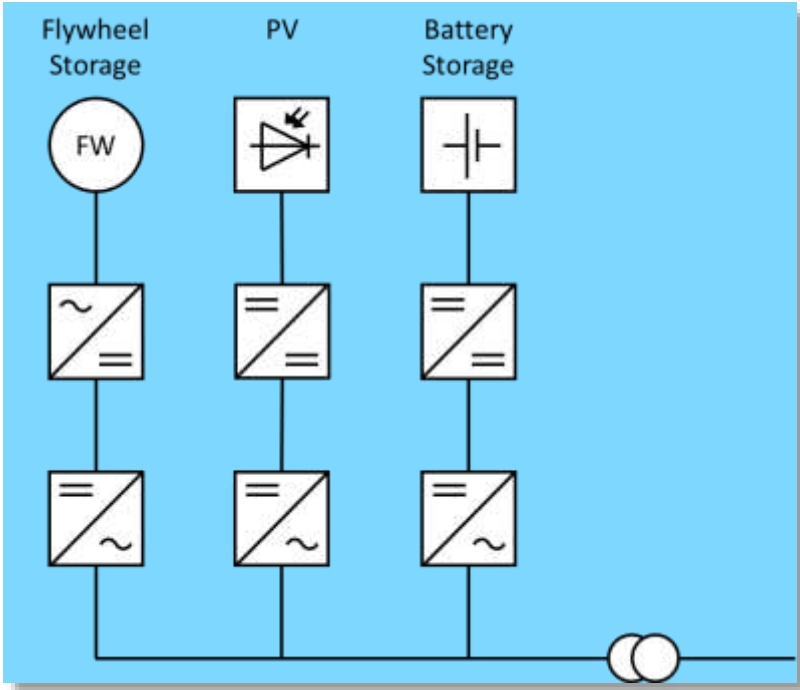
## Flywheel als Speicher

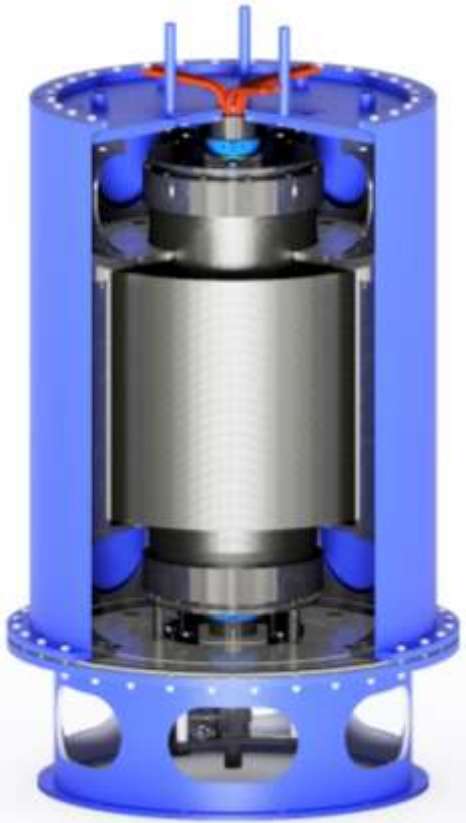
- Der Rotor mit hohem Trägheitsmoment speichert kinetische Energie bei hohen Drehzahlen
- Der Motor/Generator beschleunigt / bremst den Rotor
- Der Motorwechselrichter regelt die Drehzahl
- Der Netzwechselrichter speist das Netz oder den Motor

Wikipedia: PIV-Getriebe aus  
*Das Buch vom Metall*  
von Büdeler Naumann 1961  
Lizenz GNU



## Beispiele modularer Integration





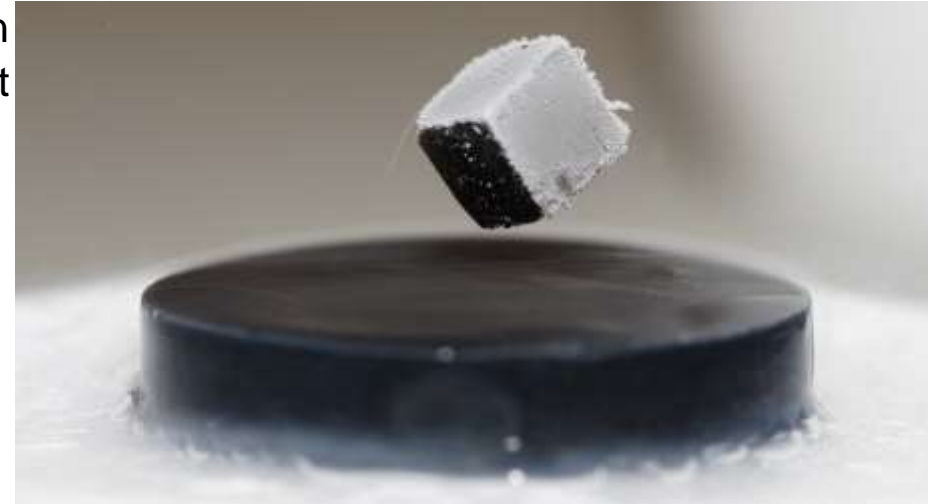
## Vorteile des Flywheels

- Sehr hohe Leistungsdichte
- Keine Degradation auch bei hohen Zyklenzahlen
- Kapazität bleibt unverändert



# Supraleitung ist besser ...

Der Einsatz von Supraleitung zur Levitation  
ist lange bekannt



Und wurde beispielsweise auch beim  
Lexus Hoverboard genutzt

# Supraleitung ist besser

## Vorteile für Flywheels

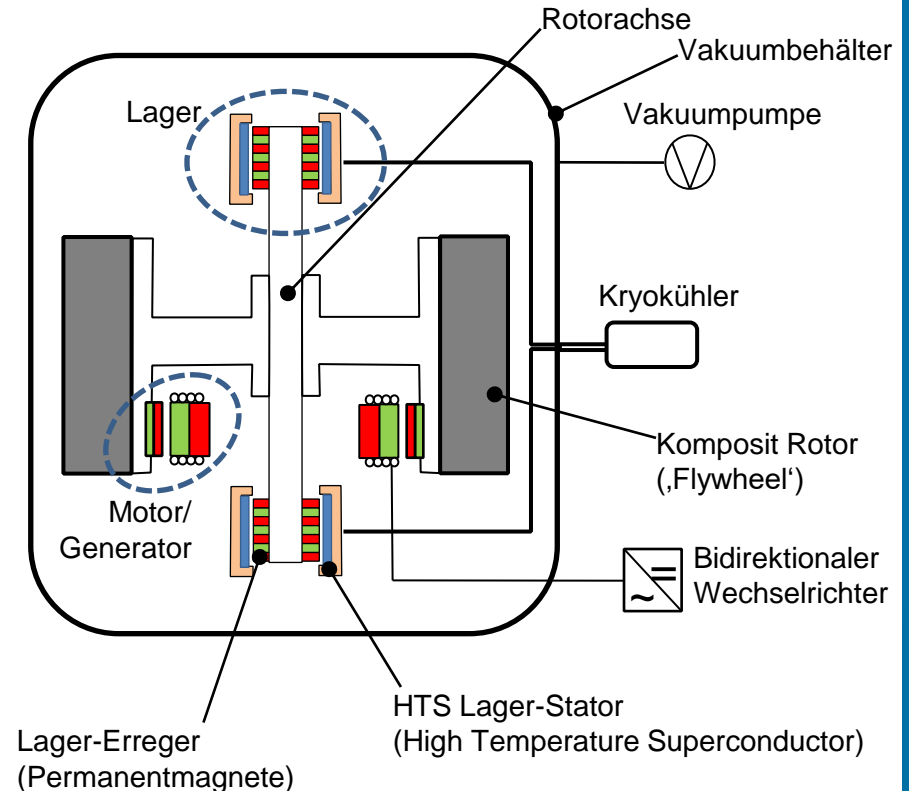


### Supraleitende Lager in einem Flywheel haben die Vorteile

- Geringste Verluste
- Keine Abnutzung  
→ keine Wartung am Lager
- Selbstzentrierend
- Passiv und eigensicher
- Vakuum-kompatibel

### Die Lösung erfordert

- Kühlung bei kryogenen Temperaturen
- HTS-Material
- Systemintegration



## Aktuelle Systeme

Parameter	Daten
Leistung	500 kVA
Energieinhalt	5 kWh
Gewicht	2 to
Durchmesser	1.2 m
Höhe	2.1 m
Lastzyklus	50% - 100%
Zyklenlebensdauer	sehr hoch



## Höhere Leistung und Kapazität durch

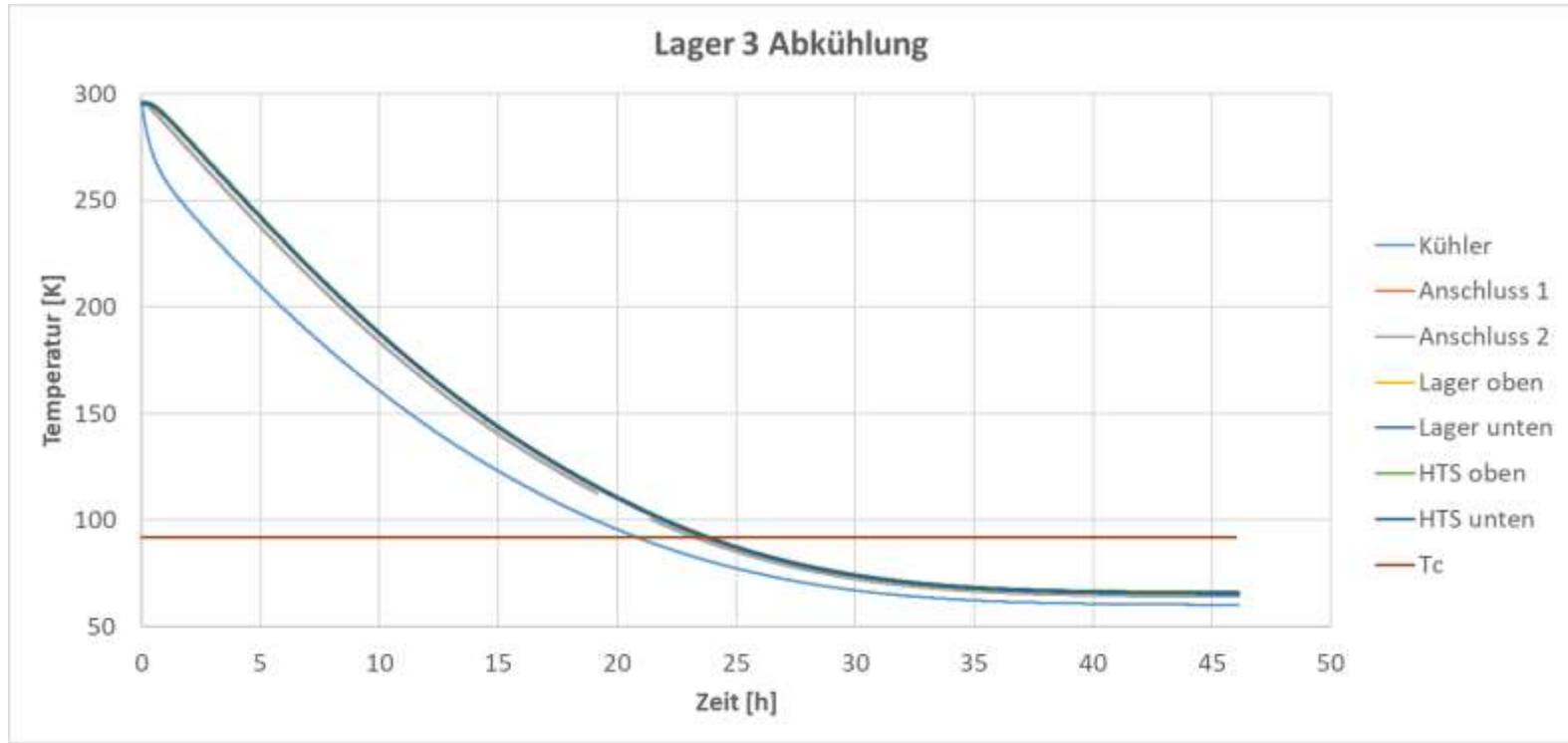
- Modularität der Systeme oder
- Entwicklung von Systemen höherer Leistung / Energie



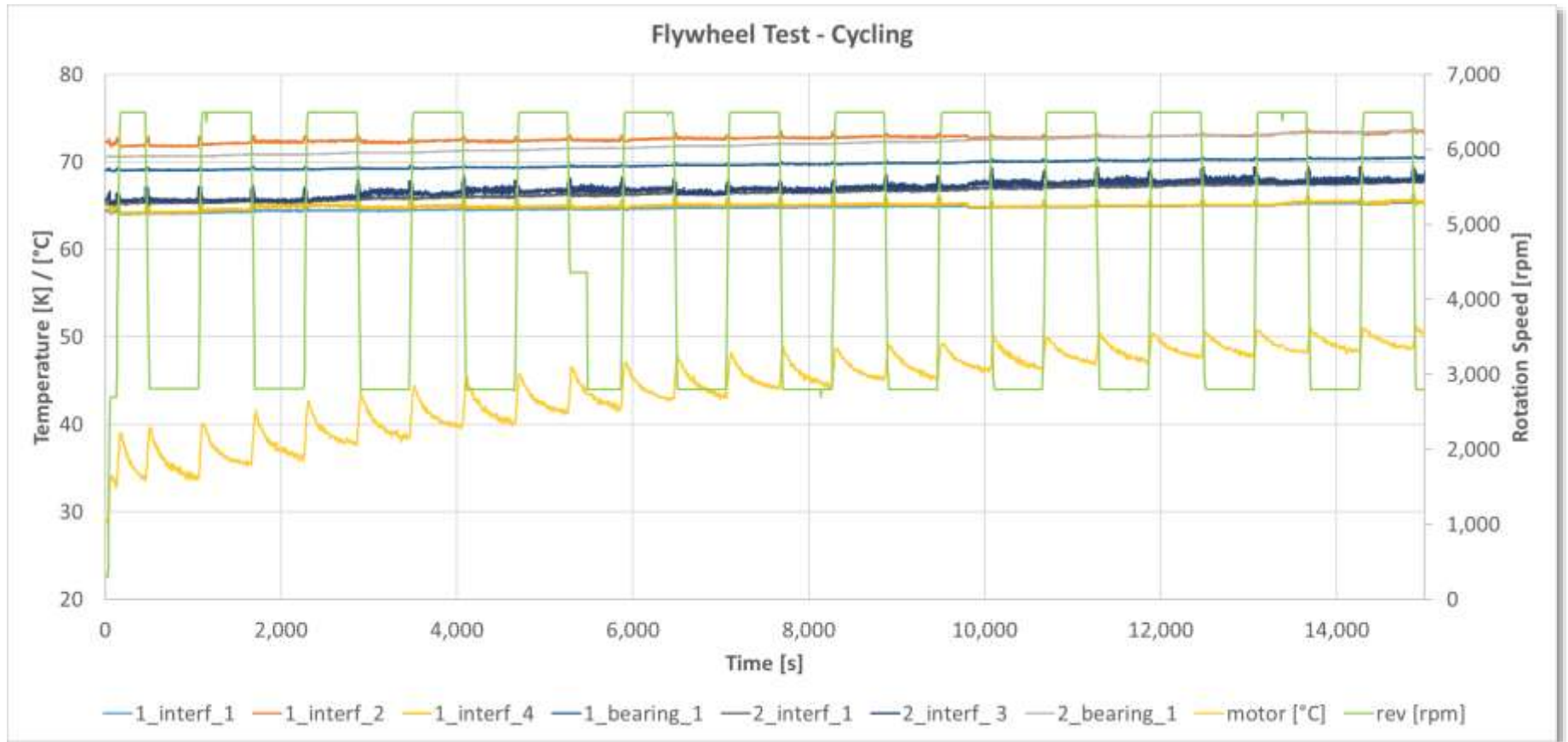
# Supraleitendes Lager

## Abkühlung auf Betriebstemperatur

- Abkühlung auf 80 K innerhalb von 25 Stunden
- $\Delta T$  5.6 K zwischen Lager und Kühler



# Inbetriebnahme von Prototypen



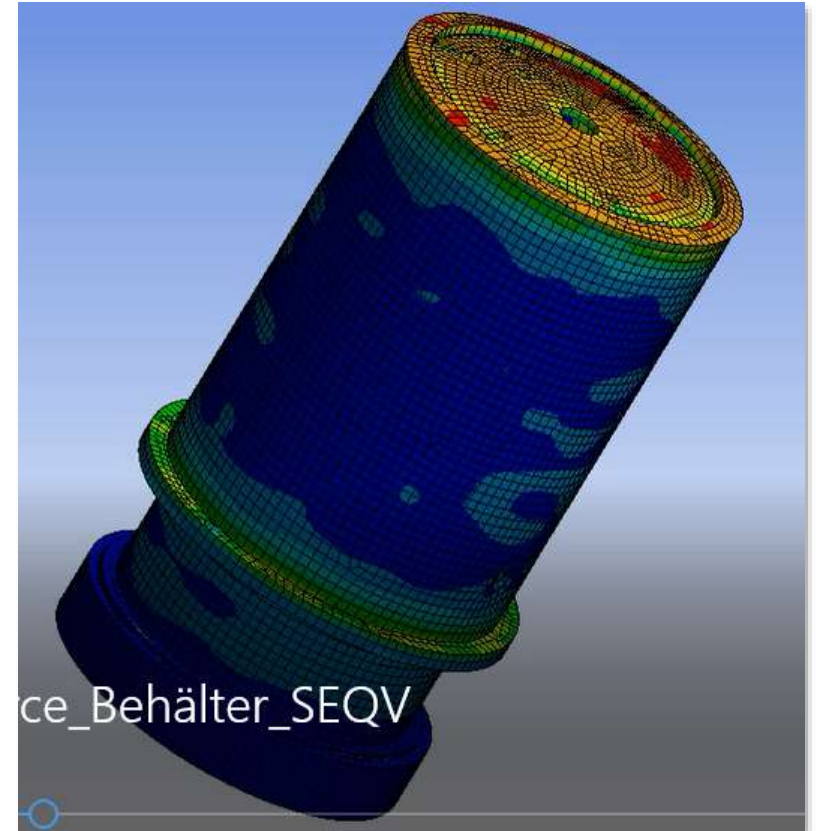
# Untersuchung von Fehlerszenarien

FEM-gestützt



## Szenarien

- Verlust der Lagerkraft
- Rotor"absturz" und Zerlegen des Faserverbundrotors in Partikel
- Aufbrechen des Rotors in wenige Teile (bei Faserbauteilen praktisch unmöglich)



## FlyGrid – Integration eines supraleitend gelagerten Flywheels zur Netzstabilisierung

### Projekt und Projektpartner



Bilfinger Noell GmbH als Industriepartner und Flywheel Hersteller



ITEP (KIT) als Forschungspartner und Entwickler der Testumgebung



ETI (KIT) als Forschungspartner und Entwickler der Netzanbindung



NHF Netzgesellschaft Heilbronn-Franken mbH als Netzbetreiber und Testpartner

Das Projekt wird unterstützt  
und gefördert von PtJ und  
BMWi unter  
Förderkennzeichen  
03ET6121

## Anwendungen von Flywheel-Energiespeichersystemen

- Hauptanwendungen:

**1: Frequenzregelung**

**2: Leistung Glätten oder Hochleistungsimpuls**

- Komplementäre Anwendung des Wechselrichters des Schwungrads:

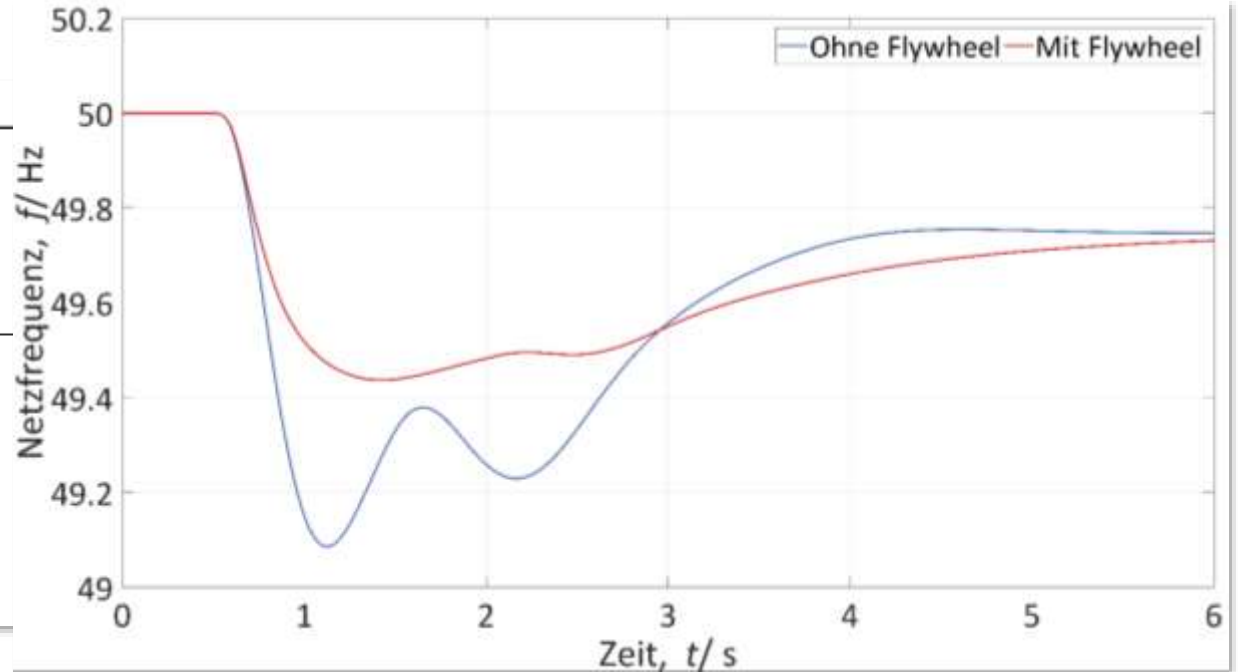
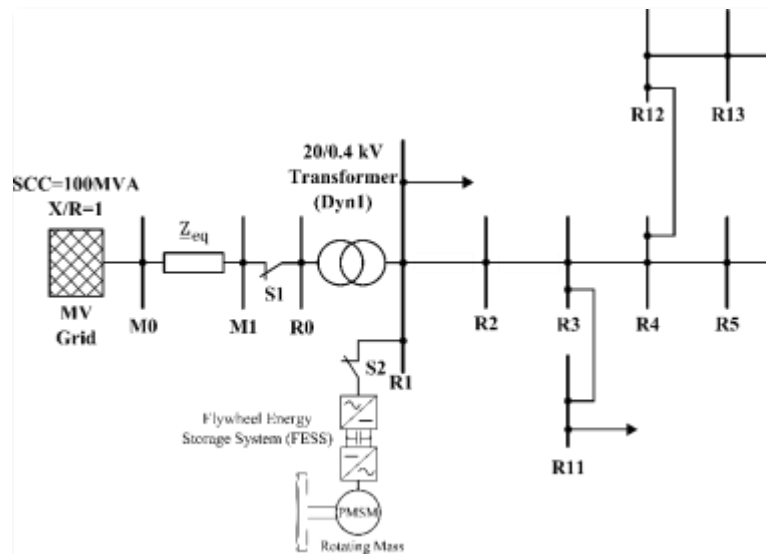
**3: Spannungsregelung**

**4: Asymmetrie-Kompensation**

**5: Oberschwingungskompensation**

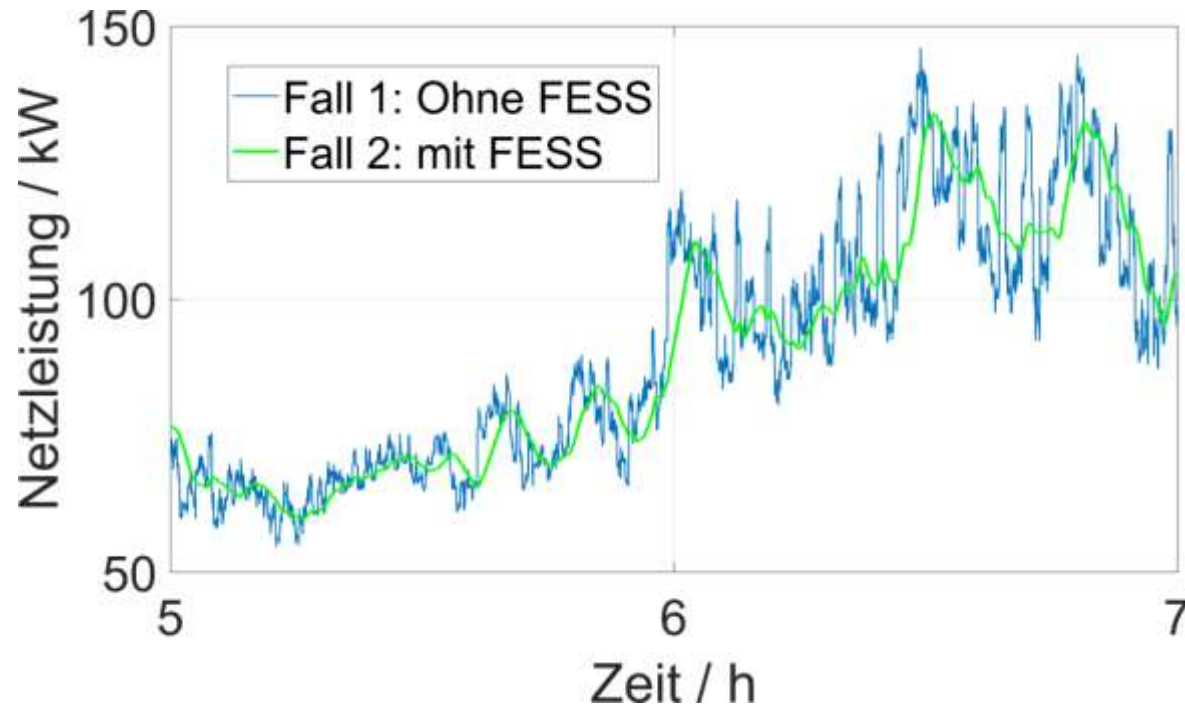
## Anwendung 1: Frequenzregelung

Frequenzregelung eines Microgrid im Falle z.B. einer Inselbildung (Islanding)



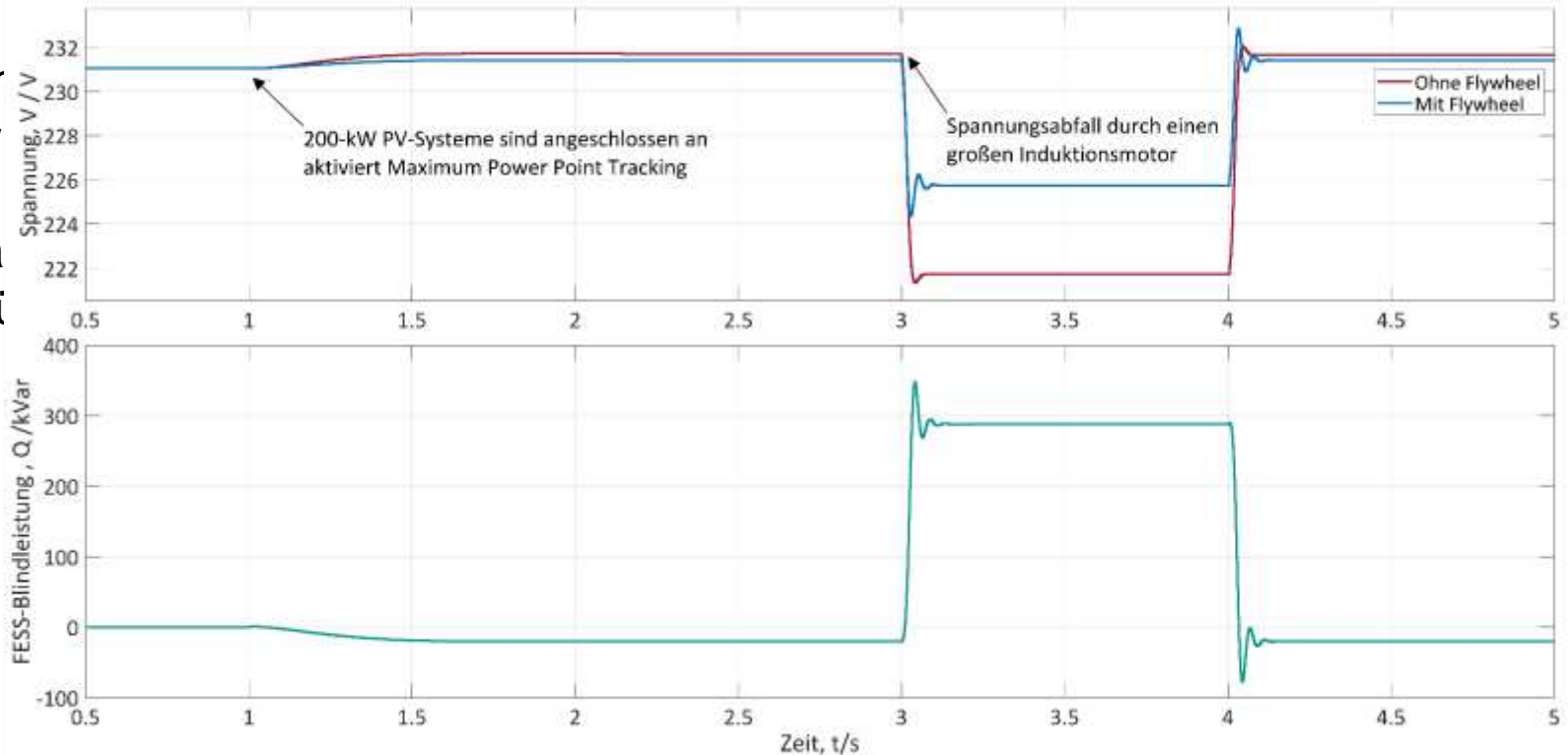
## Anwendung 2: Leistung Glätten

Glättung durch Filterung des gleitenden Durchschnitts (Fensterlänge: 3 Minuten)



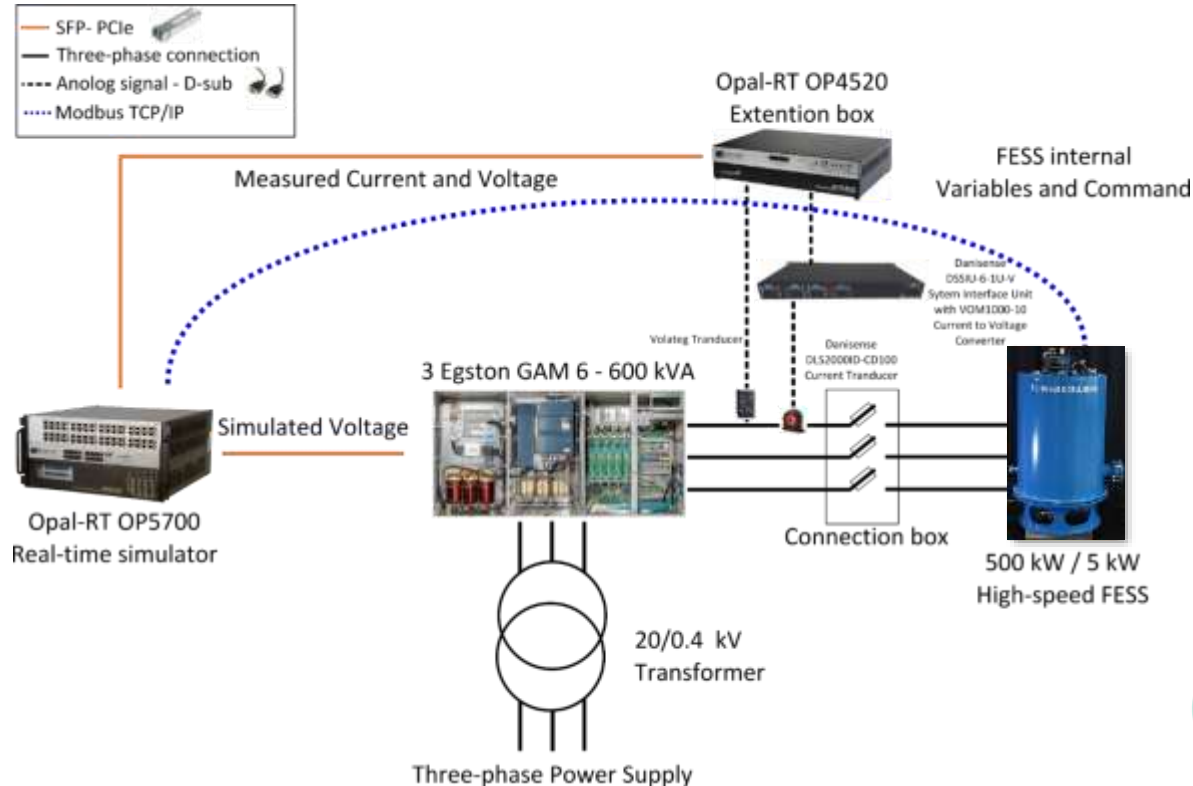
## Anwendung 3: Spannungsregelung

Als Beispiel wurde großen Induktionsr am Ende einer der angeschlossen ist, Spannungsabfall a Umspannwerken fi





## Aufbau für den PHIL-Test des FESS am ITEP des KIT Test in 2020



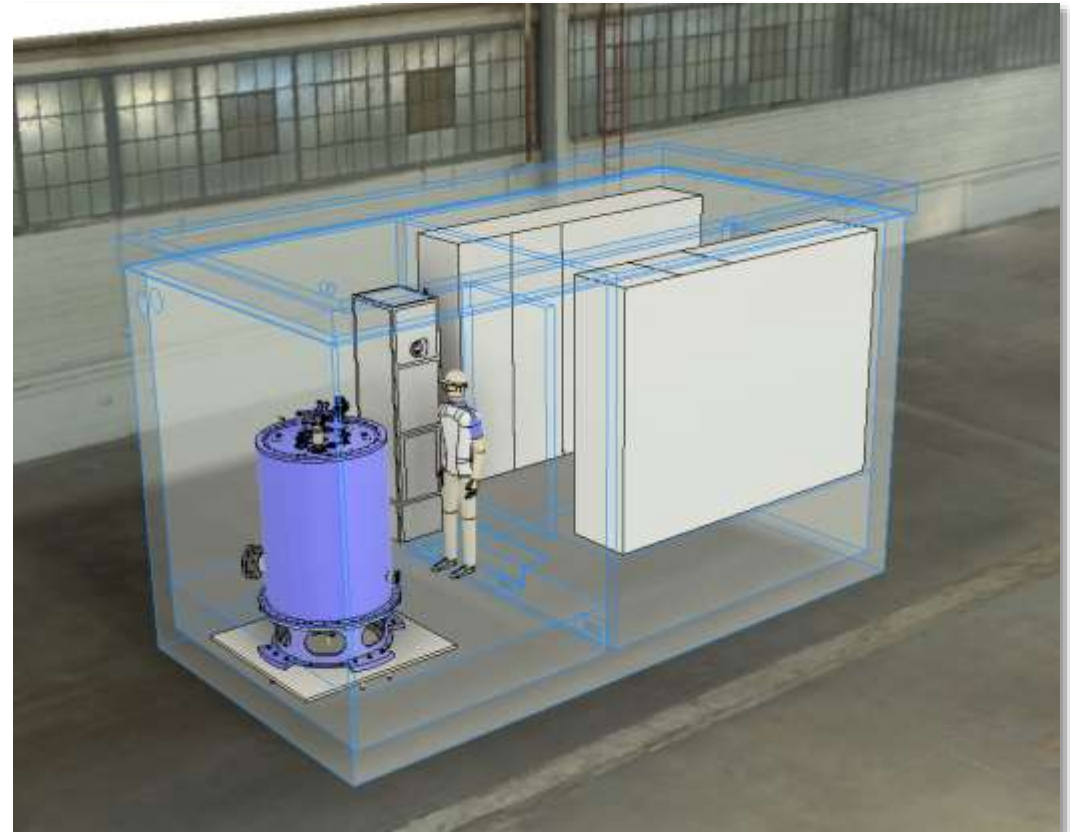
## Einrichten des PHIL-Setup

- 5 Egston-Verstärker (5x200 kVA=1 MVA) in Parallel- und Serienbetrieb
- Darstellung von Betriebs- und Fehlerszenarien
- Einsatz in quasi beliebigen Netzkonfigurationen



## Aufbau für den Feldtest Test in 2021

- Standard Schaltanlagen-Gebäude
- Unterteilung in zwei Räume



# Zusammenfassung und Appell

- Das Supraleitende Flywheel von Bilfinger Noell ist in der Inbetriebnahmephase
- Umfangreiche Tests: energyLAB 2.0 des KIT in diesem und Feldtest im Verteilnetz der NHF im nächsten Jahr
- Der Umbau der Elektrischen Energieerzeugung wird neue Erfordernisse an Stabilisierung und Speicherung mit sich bringen
- Der Markt für Regelleistung muss darauf noch angepasst werden

