ADAPTIVE
Balancing Power

Flywheels zur Primärregelleistungserbringung

Vortrag von Christian Schäfer am 30.06.2017 in Berlin

Agenda

ADAPTIVE
Balancing Power

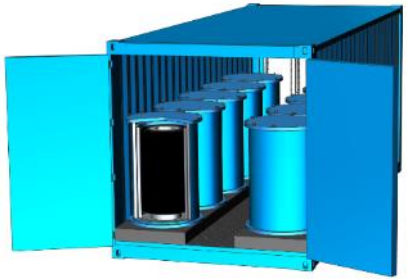
1. Kurzvorstellung Adaptive Balancing Power
2. Erbringung von Regelleistung in Deutschland
3. Bereitstellung von Primärregelleistung mit Flywheels
4. Herausforderungen bei der Präqualifikation
5. Diskussion

Kurzvorstellung Adaptive Balancing Power GmbH

ADAPTIVE
Balancing Power

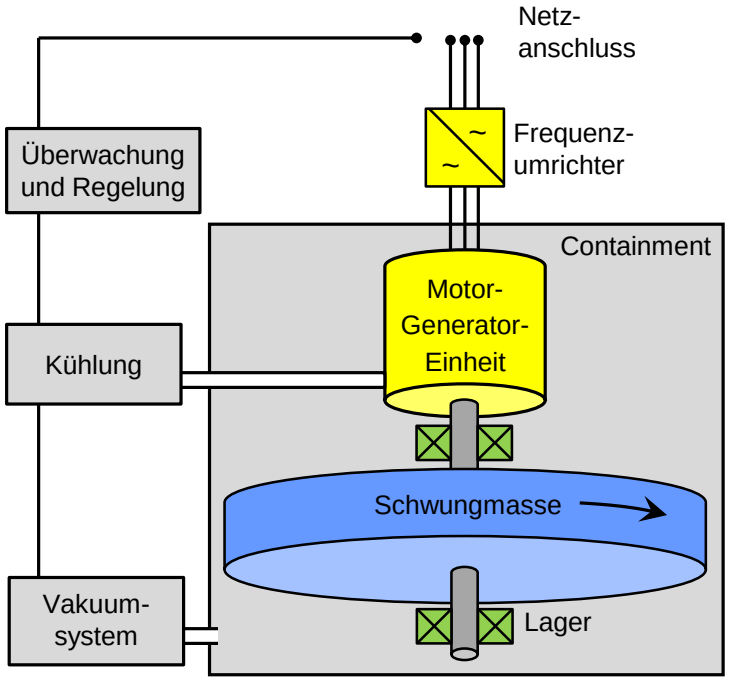
- Spin-Off TU Darmstadt
- Forschung an Flywheel-Technologie seit 2009
- Mittlerweile 10 Mitarbeiter
- Zielmärkte:
  - Mobilität
  - Inselnetze
  - Verbundnetze

2017: Pilot Irland & Pilot England
500 kW / 1 MW



2018: Markteintritt
2 MW pro Container

Flywheel Technology



Eigenschaften

- Große Leistungsdichte
- Leistung und Kapazität unabhängig skalierbar
- Keine zyklenabhängige Alterung

$$E = \frac{1}{2}\theta\omega^2 \qquad \theta \sim mr^2 \qquad P = M \cdot \omega$$

Hohe Energiedichte durch große Drehzahlen und Radien

- Hochfeste Materialien (Faser-Kunststoff-Verbunde)
- Berührungslose Lager

Weltweit ca. 10.000 - 15.000 Stück im Einsatz

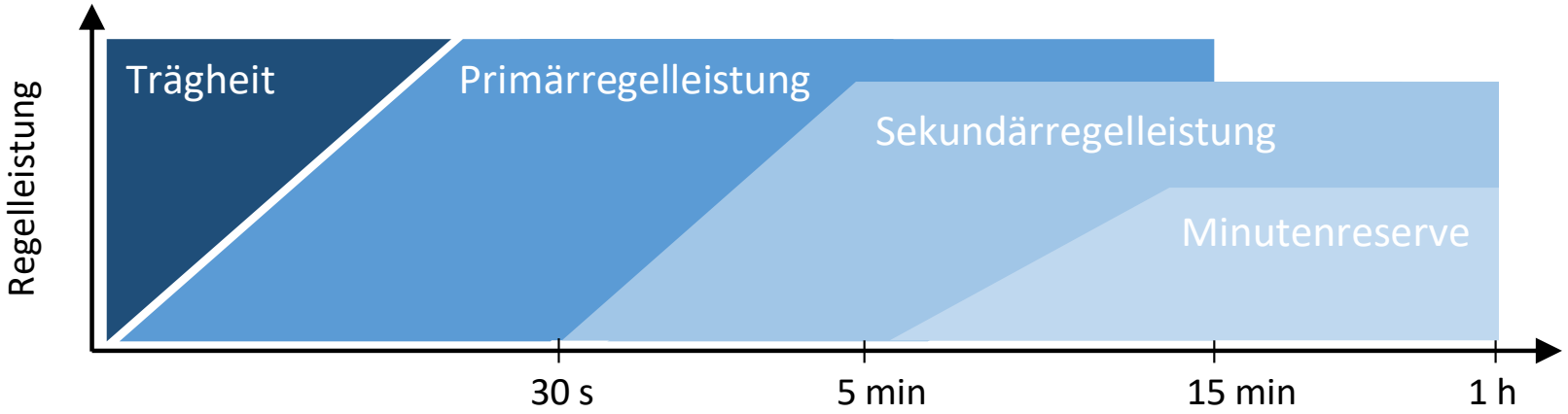
- Unterbrechungsfreie Spannungsversorgung
- extreme Leistungsspeicher

ADAPTIVE
Balancing Power

Erbringung von Primärregelleistung in Deutschland

Regelleistung und Technologien

ADAPTIVE Balancing Power

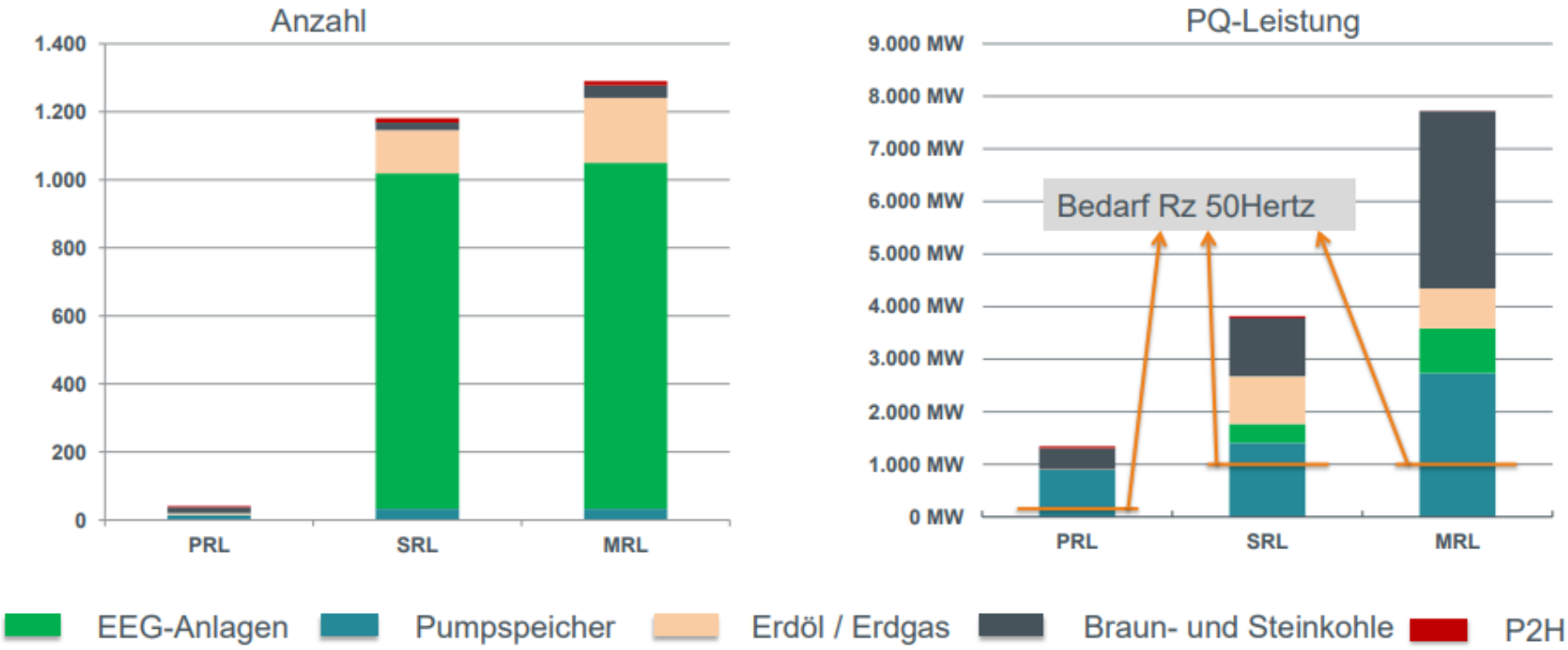


Kondensatoren | Flywheels | Batterien | Pumpspeicher

Konventionelle Kraftwerke, BHKW & Power2Heat

Präqualifizierte Technische Einheiten in 50Hertz-RZ

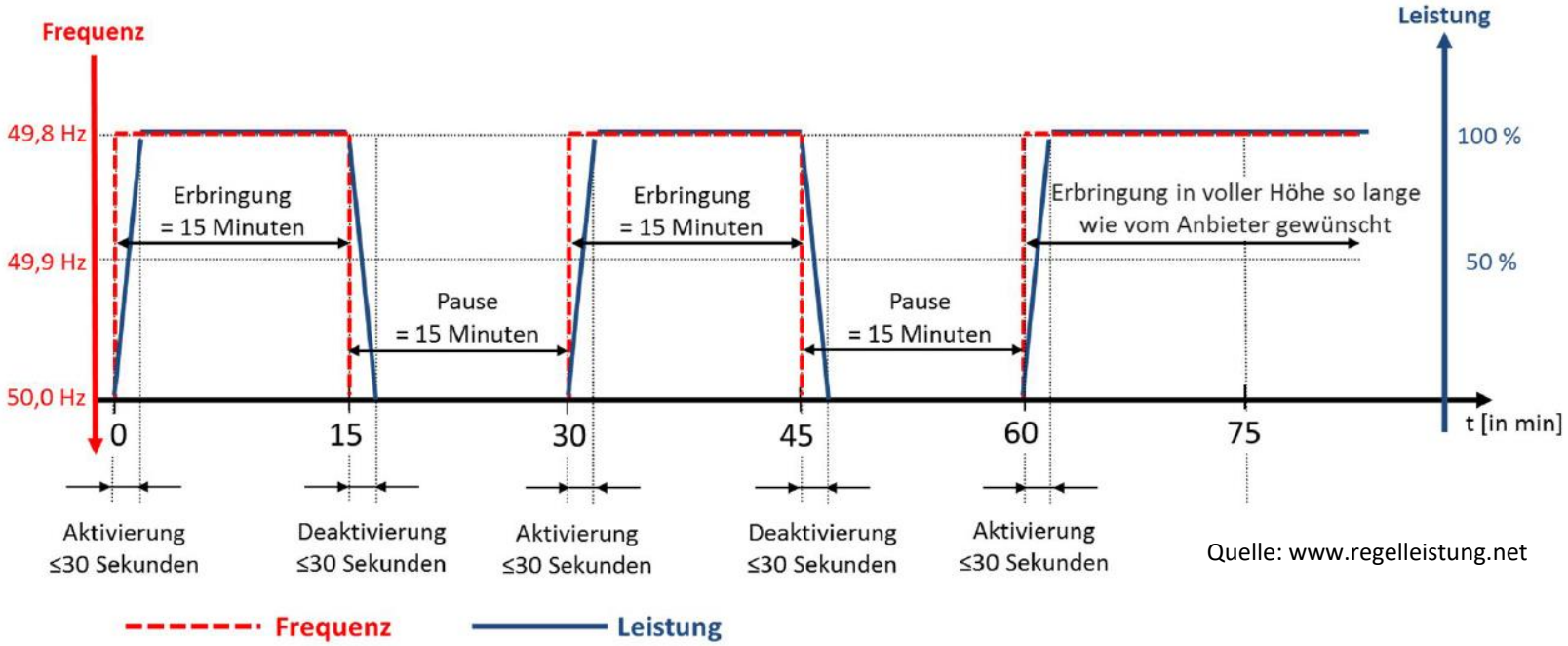
ADAPTIVE Balancing Power



ADAPTIVE
Balancing Power

Bereitstellung von Primärregelleistung mit Flywheels

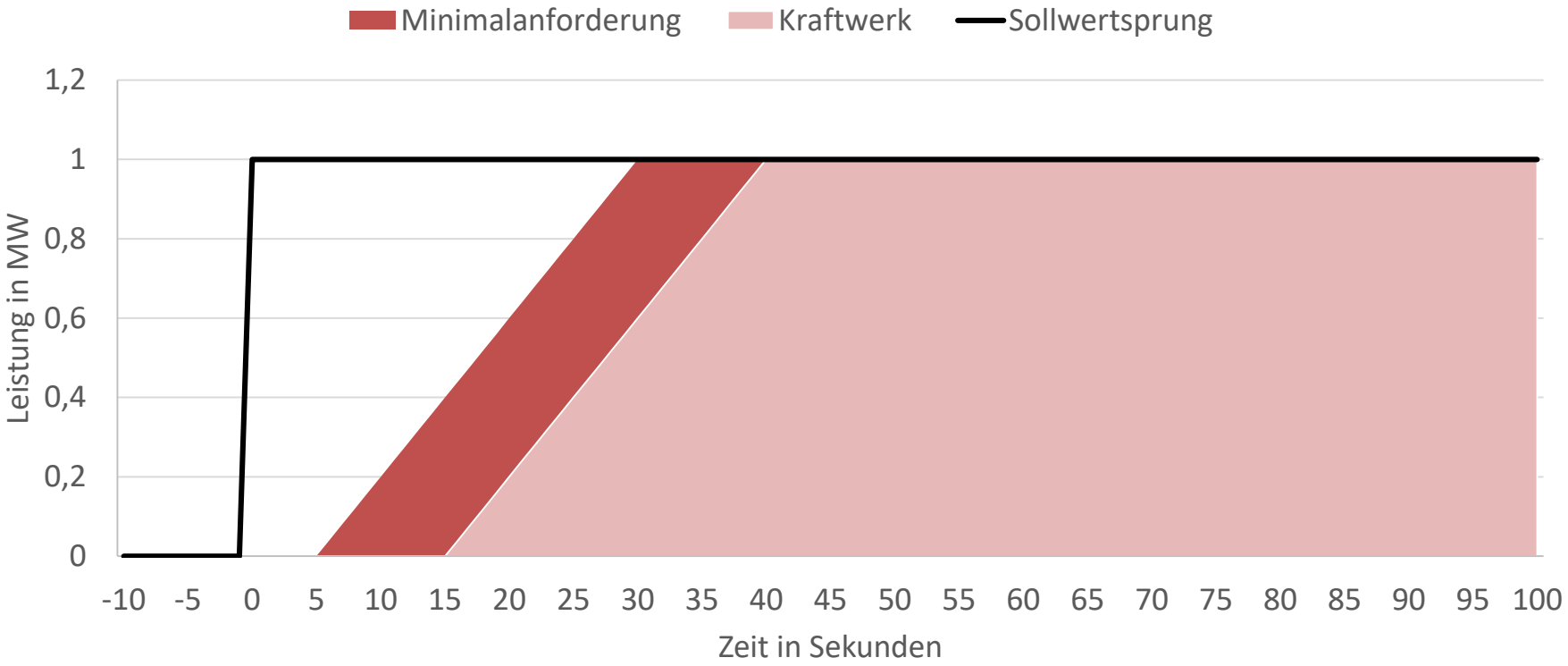
Doppelhöckertest für Primärregelleistung



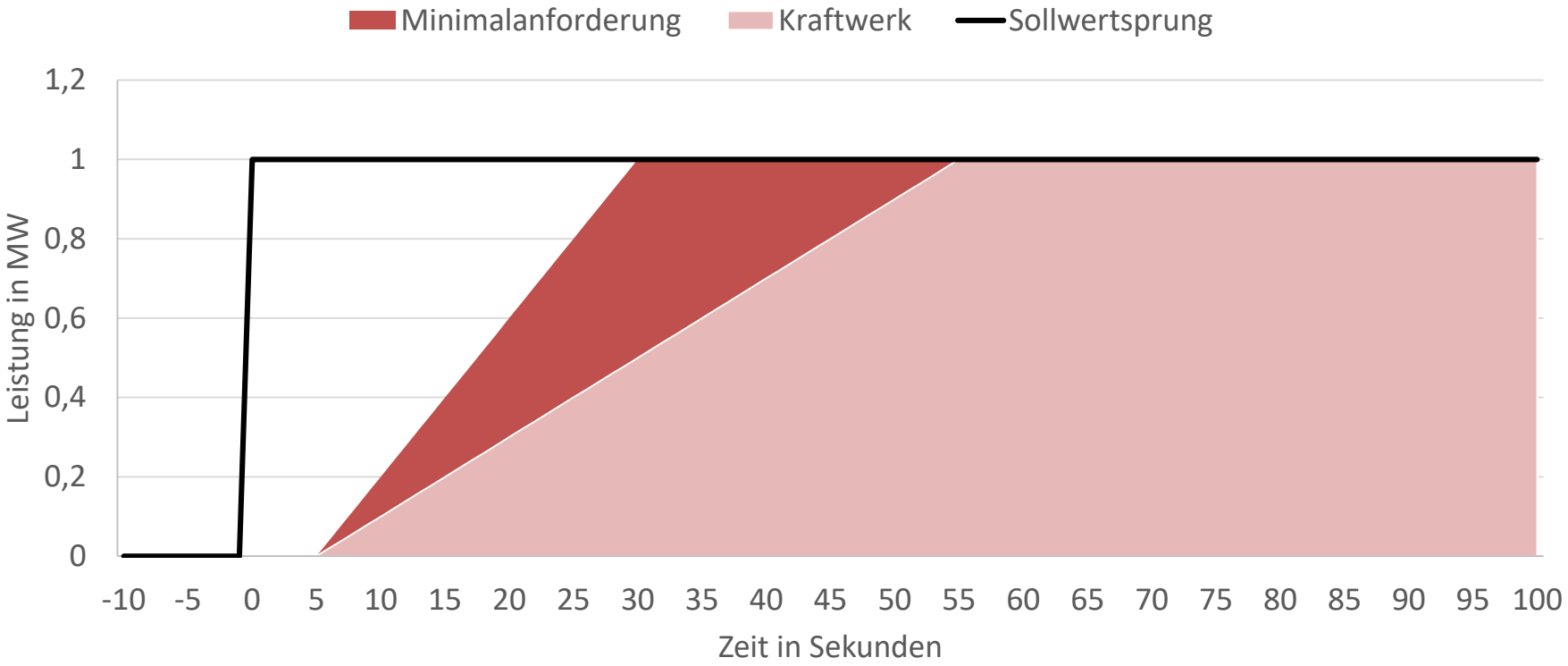
Quelle: www.regelleistung.net

Problem Flywheel: Speicherung von großen Energiemengen teuer
Problem Kraftwerke: Schnelle Reaktionszeit häufig nicht erreichbar

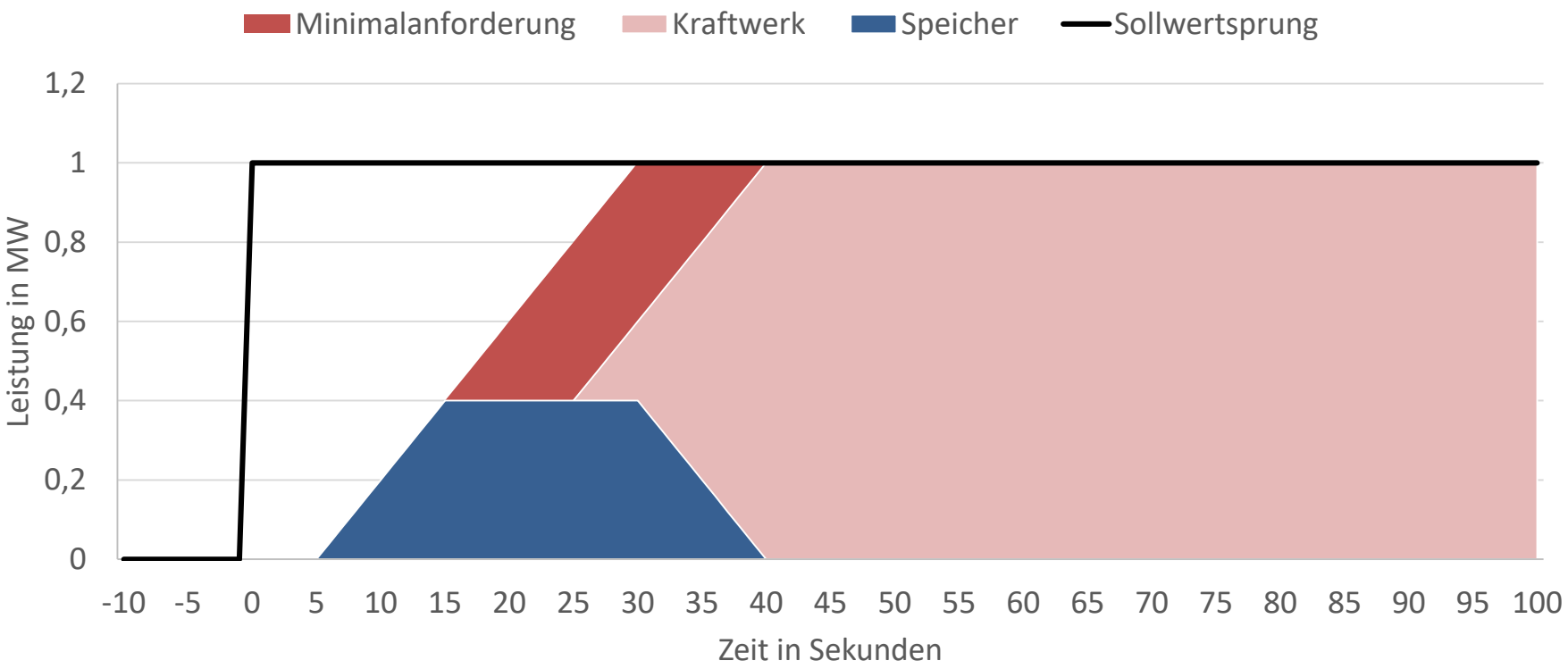
Problem 1: Kraftwerk besitzt zu hohe Totzeit



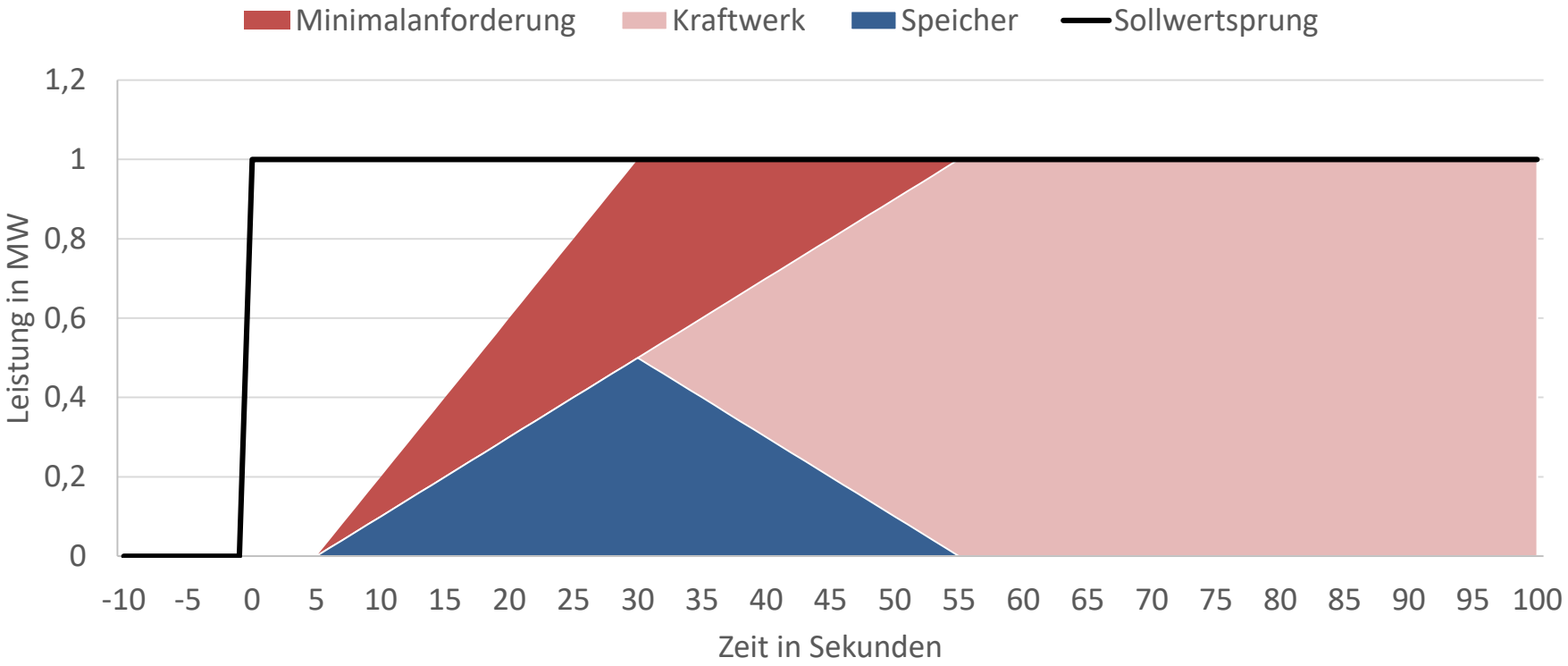
Problem 2: Gradient zu klein



Lösung 1: Flywheel überbrückt Totzeit



Lösung 2: Flywheel steigert Gradient

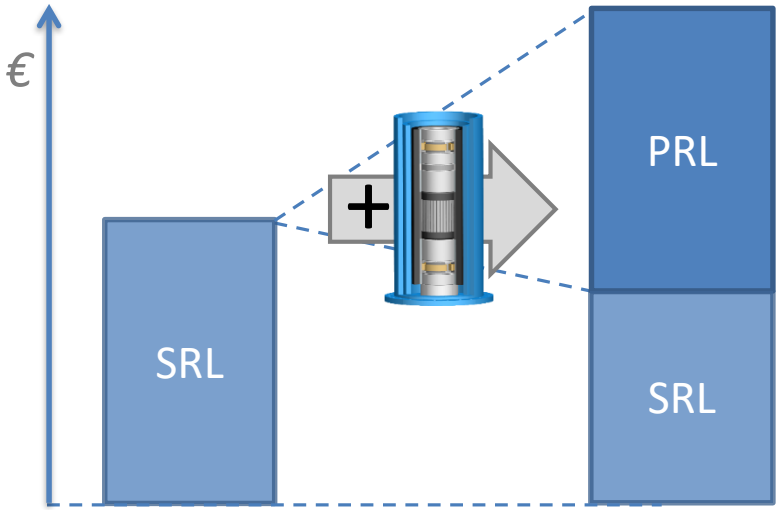


Besonderheit: Flexibilisierung von SRL-Anlagen

ADAPTIVE Balancing Power

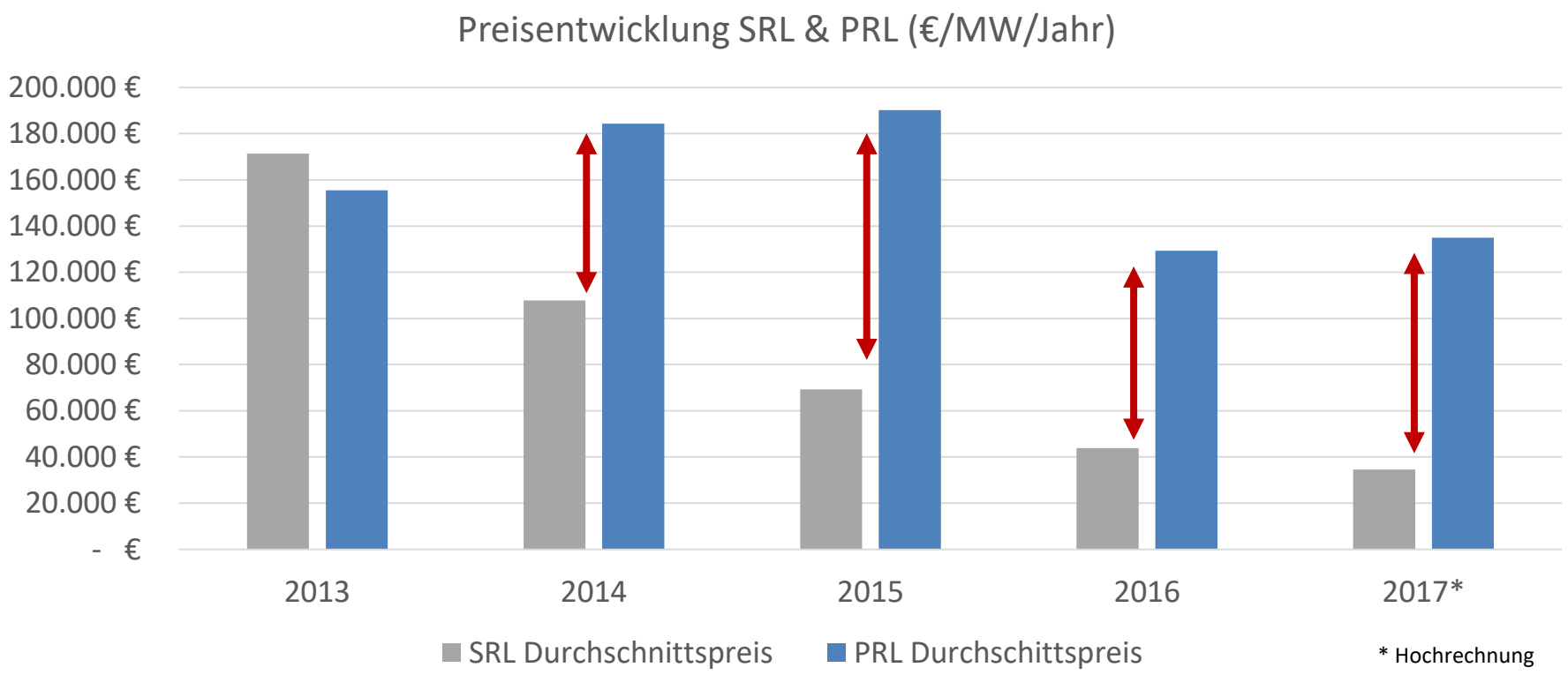
- Bestehende SRL-Anlagen werden mit Flywheel flexibilisiert. Die Reaktionszeit steigt, sodass die PQ-Anforderungen der ÜNB an PRL werden erfüllt werden.
- Das Verbundsystem aus SRL-Anlage und Flywheel ist dann in der Lage mit einem Teil der ursprünglichen SRL-Kapazität PRL zu erbringen.
- Die Regelleistungserlöse der Anlage werden abhängig von den Anlagenspezifikationen deutlich gesteigert.

Regelleistungserlöse des Kraftwerkbetreibers



Frage: Wie lohnt sich das?

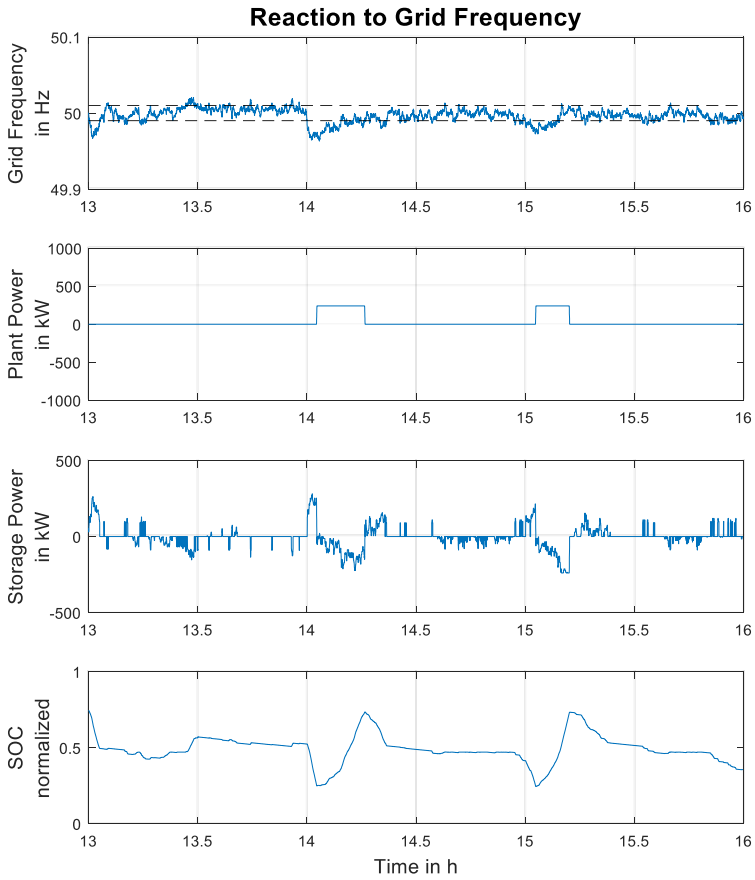
ADAPTIVE Balancing Power



* Hochrechnung

Daten: www.regelleistung.net

Betriebssimulation mit Dampfturbine



- Speicher reagiert sofort auf Störungen im Stromnetz.
- Speicher überbrückt Störungen bis zu 2,5 Minuten bei voller Leistung (aktueller Entwicklungsstand).
- Bevor der Speicher an seine Ladezustandsgrenzen stößt, wird das Kraftwerk eingesetzt, PRL zu übernehmen. Der Speicher nutzt die Zeit um sich wieder aufzuladen.
- Bis zu 50% der SRL-Anlagenleistung wird dadurch in PRL umgewandelt.

Herausforderungen bei der Präqualifikation

Anforderungen der deutschen ÜNB an Kapazität

ADAPTIVE Balancing Power

<u>Das 30-Minuten Kriterium</u>

Wenn eine Batterie alleine präqualifiziert wird:

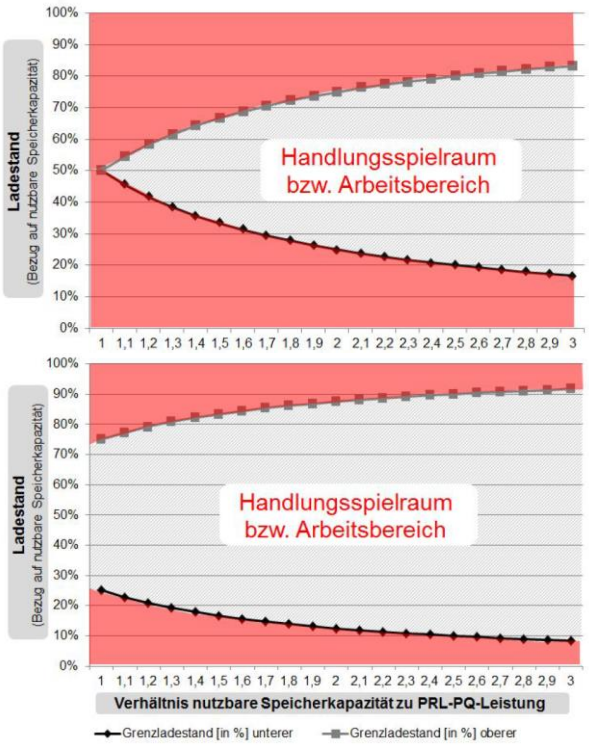
„… ein kontinuierlicher Vollabruf der präqualifizierten PRL bei speicherbegrenzten TE [muss] für mindestens 30 Minuten gewährleistet sein...“

<u>Das 15-Minuten Kriterium</u>

Wenn eine Batterie im Pool präqualifiziert wird:

„Zur Gewährleistung eines geordneten Überganges der PRL-Erbringung von Batteriespeichersystem an nicht speicherbegrenzte TE ist die Vorhaltung einer Energiereserve … für mindestens 15 weitere Minuten in positiver als auch negativer Richtung [vorzusehen]“

→ Wie kann ein Speicher mit weniger als 30 Minuten Kapazität an der PRL teilnehmen?



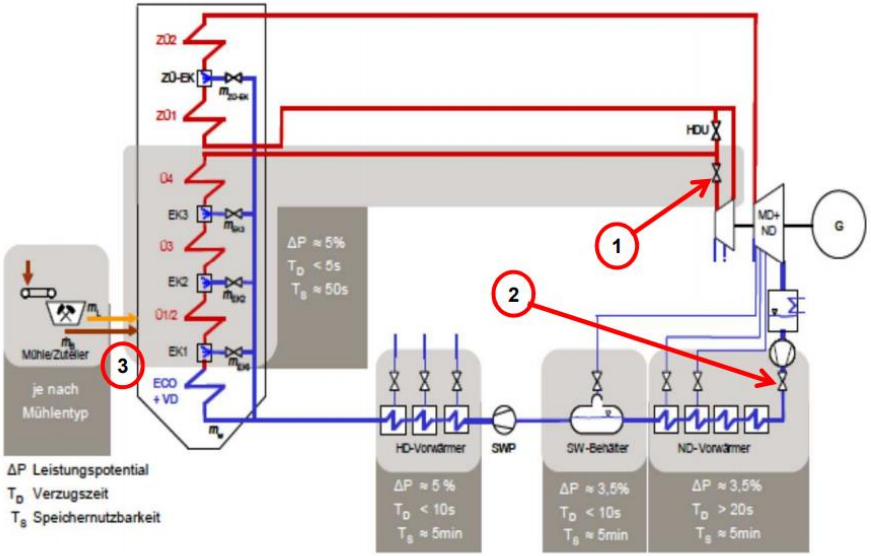
Quelle: www.regelleistung.net

Exkurs: PRL aus Dampfturbine

ADAPTIVE Balancing Power

<u>Moderne Dampfturbine</u>

- Beim Kondensatstau werden kurzfristig Energiereserven aktiviert und Zwischen**speicher** im Dampfkreislauf genutzt.
- Diese Kurzzeit**speicher** lassen sich durch eine Nachführung von Brennstoff, welcher einen Langzeitspeicher darstellt, zeitlich unbegrenzt wieder auffüllen.

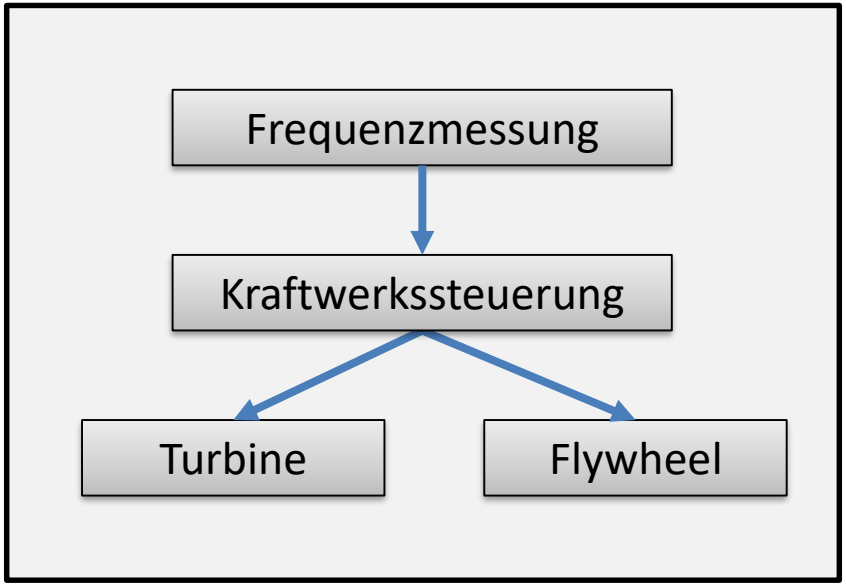


Quelle: Evonik

Kombination Flywheel und Kraftwerk

ADAPTIVE Balancing Power

- Präqualifizierung von Kraftwerk und Speicher als eine TE
- Speicher muss dafür direkt in die Kraftwerkssteuerung eingebunden
- Vom Prinzip wie Stand der Technik bei Dampfkraftwerk



Danke!

ADAPTIVE
Balancing Power

ADAPTIVE
Balancing Power

Enabling renewables

christian.schaefer@adaptive-balancing.de
+49 6151 360 5854

Diskussion