

# Technisch-wirtschaftliche Optimierung der Teilnahme einer Großbatterie am Markt für Primärregelleistung

Rita Kunert

Reiner Lemoine Institut gGmbH

# Das Projekt SmartPowerFlow (SPF)

Verteilnetz-  
entlastung

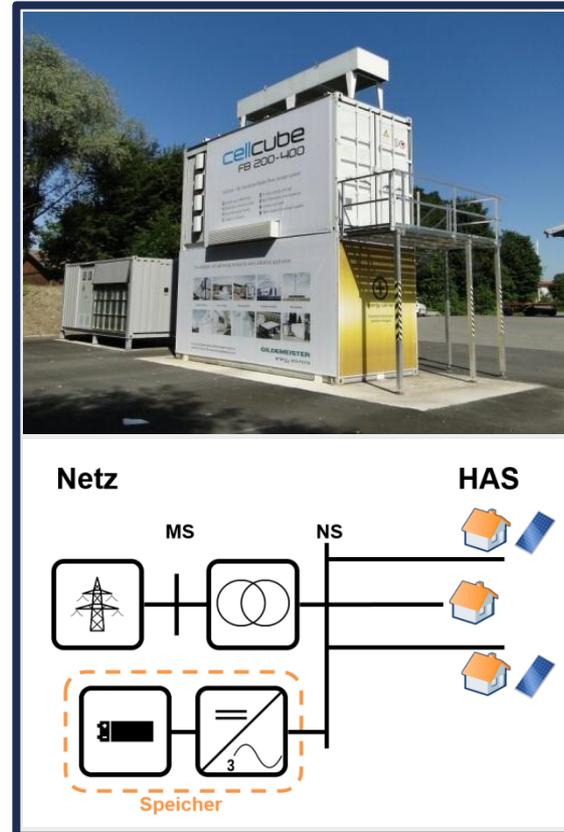


Geschäfts-  
modell

Analyse netzdienlicher  
Speicherbetriebsweisen

Vergleich von  
Geschäftsmodellen

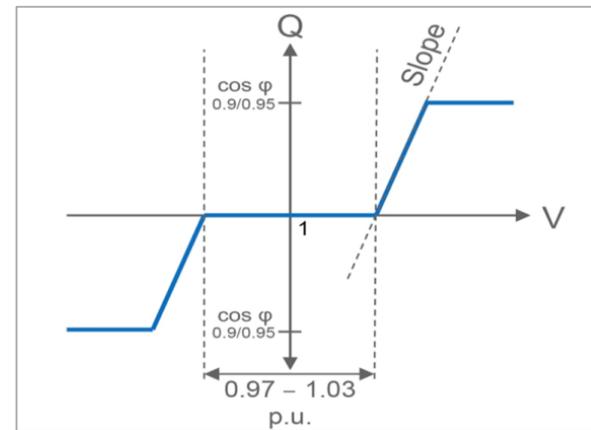
Analyse netzdienliche  
PRL-Erbringung



# Netzdienlicher PRL-Batteriespeicherbetrieb

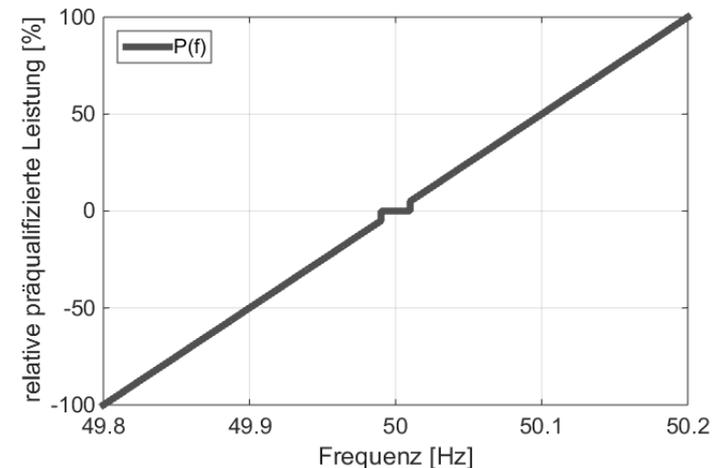
## netzdienliches Verhalten

- $Q$  in Abhängigkeit von lokaler Netzspannung  $U$
- verursacht Energieverbrauch
- keine marktliche Koordination

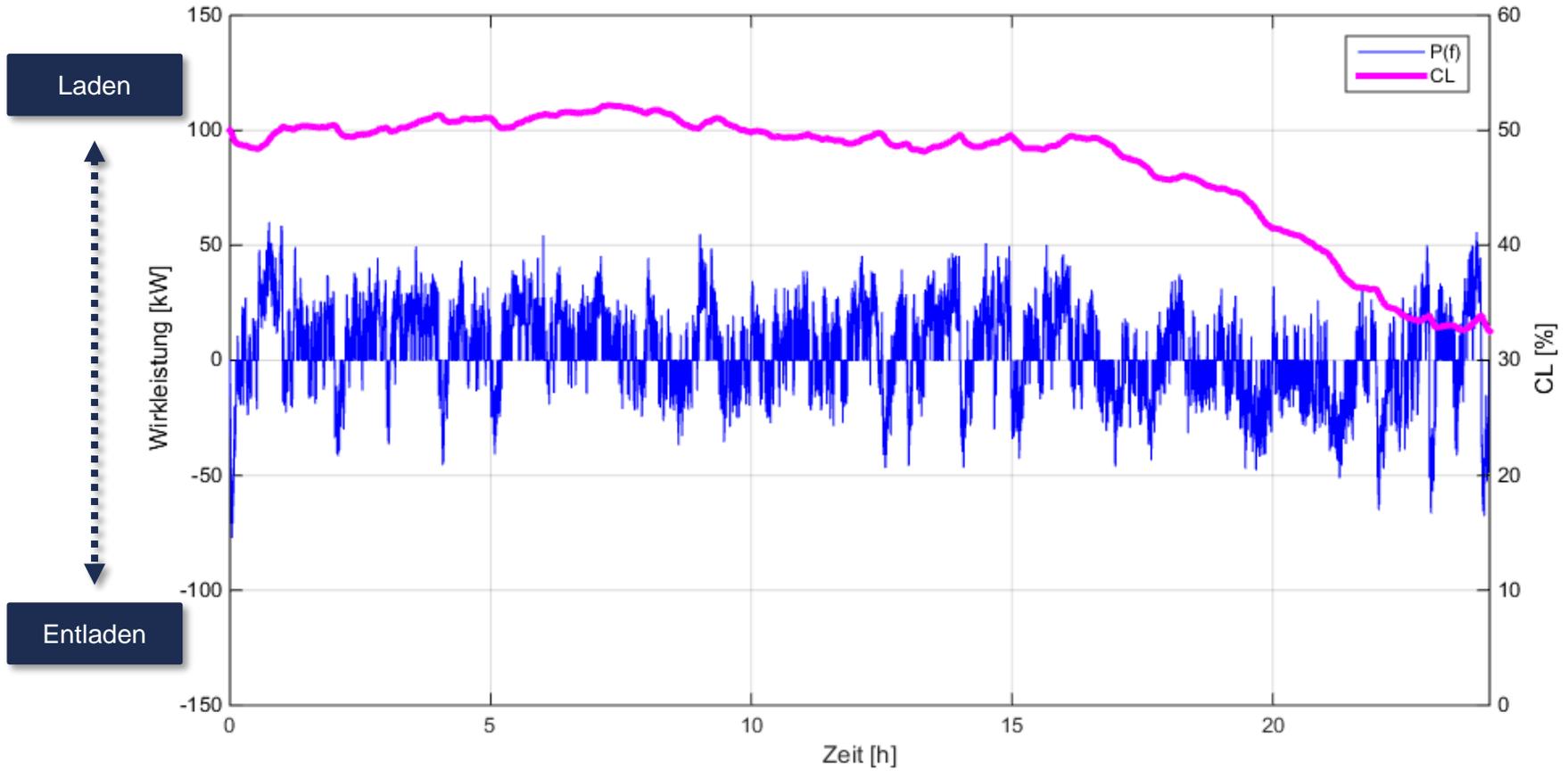


## Primärregelleistungsmarkt

- $P$  in Abhängigkeit von Netzfrequenz  $f$
- Mindestgebotsgröße
- 100% Verfügbarkeit



# Erbringung von Primärregelleistung durch Speicher ohne Betriebsstrategie



# Möglichkeiten der Ladestandssteuerung im PRL-Betrieb

## Freiheitsgrade der PRL-Erbringung

- Totbandnutzung
- Optionale Übererfüllung
- Leistungsgradient

Anwendung kostenneutral

- Lade- oder Entladevorgänge durch Fahrplangeschäfte

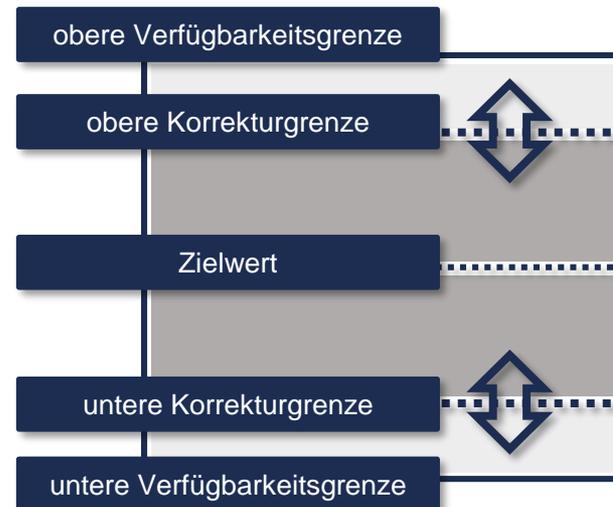
Optimierung erforderlich

# Parameter der Betriebsstrategie



Wie viel Leistung vermarkten?

175 kW

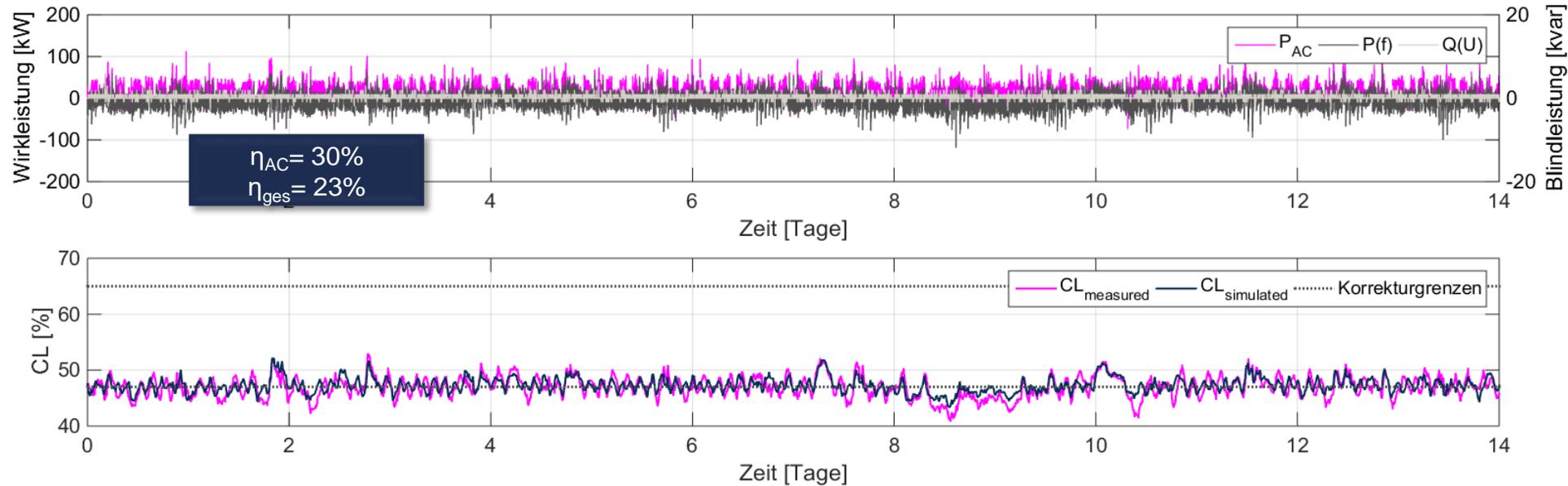


Ab welchem Ladestand Energie ver-/kaufen?

47% bzw. 65%

# Demonstration der optimierten Parameter

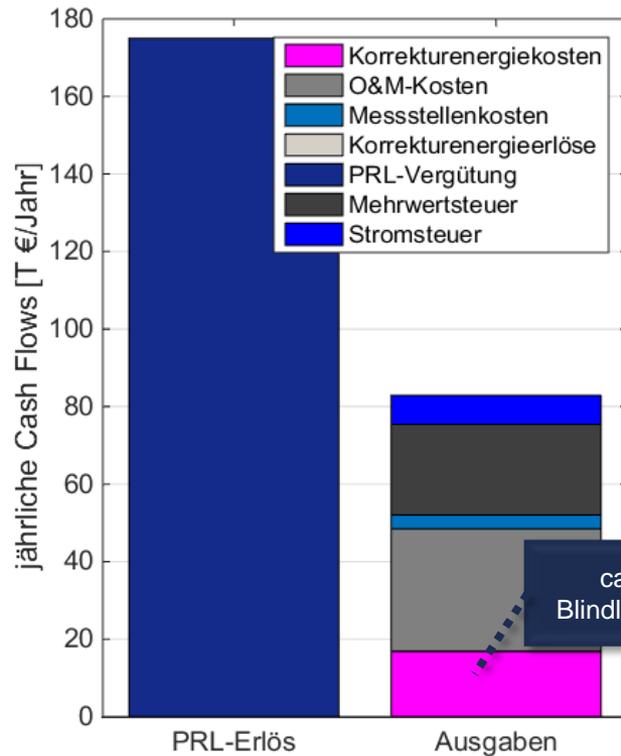
netzdienlicher PRL-Betrieb im Feldtest



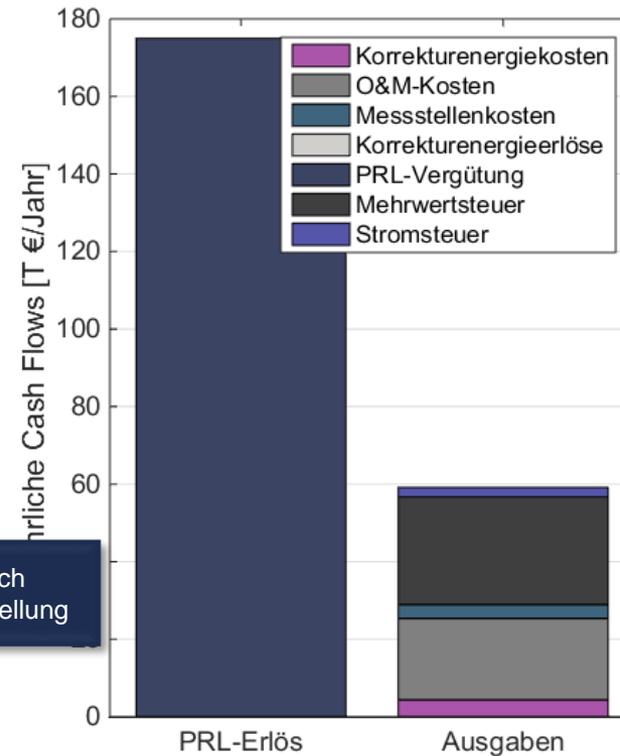
Ausschnitt aus mehrwöchigem Feldtest (3. bis 17. August 2016).

# Struktur der resultierenden jährlichen Kosten und Einnahmen in optimistischem Szenario

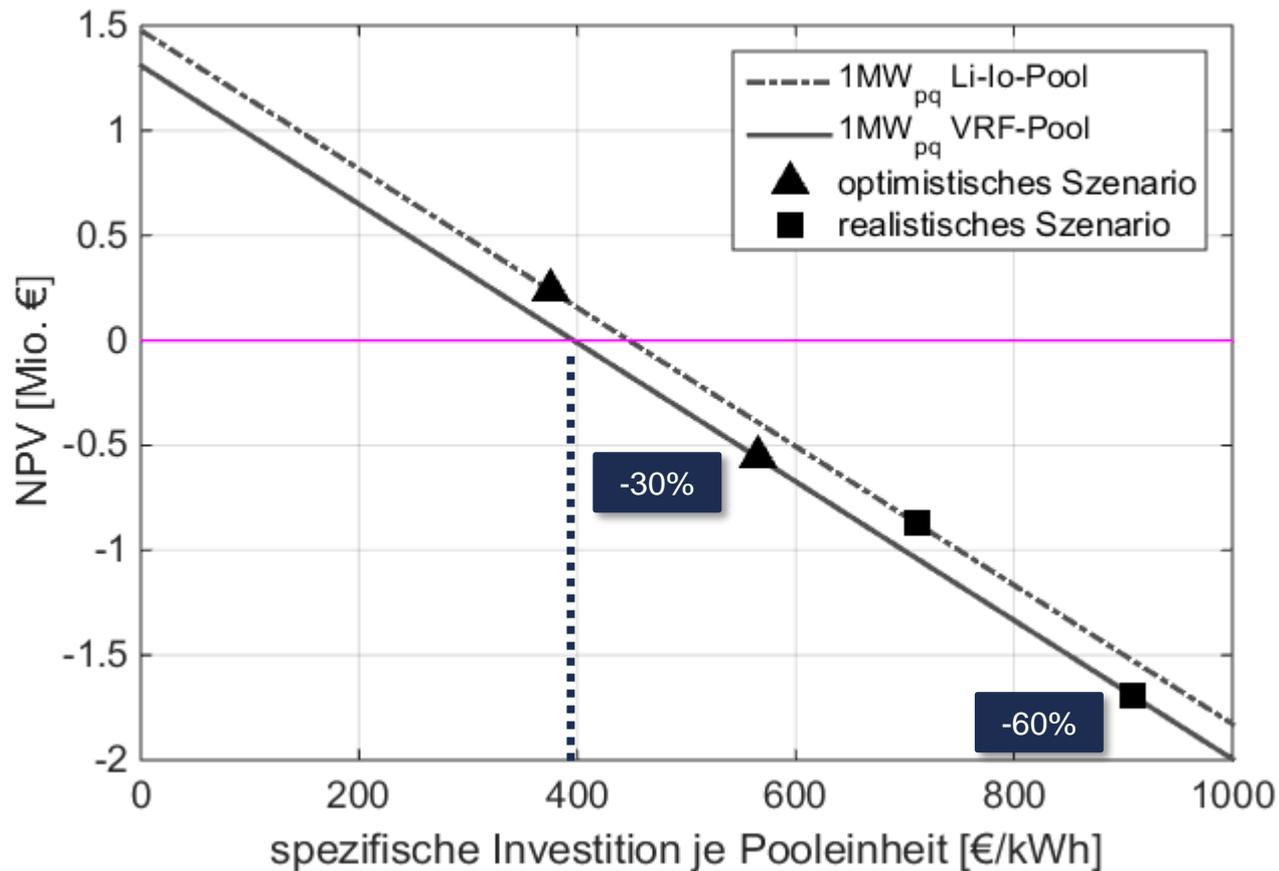
VRF-Technologie, 1 MW  $P_{pq}$  Pool



Li-Io-Technologie, 1 MW  $P_{pq}$  Pool



# Kapitalwertanalyse eines auf der betrachteten Batteriekonfiguration basierenden PRL-Pools



Gesamtinvestition je Pooleinheit bezogen auf installierte Kapazität; Berechnung für vorliegende Systemauslegung; Lebensdauer 15 Jahre.

# Fazit

- Freiheitsgrade ermöglichen netzdienlichen PRL-Betrieb der untersuchten Batterie
  - Blindleistungsbereitstellung bei gegebenem PRL-Betrieb kostengünstig
  - Verfügbarkeit des Systems von technologiespezifischen Eigenschaften bestimmt
  - VRF-Investitionskosten müssten gegenüber realistischem Szenario um 60% sinken
  - Li-Io-Systeme sind u.U. wirtschaftlich – und treten bereits in den Markt ein
- 
- Definition von Kriterien der Verfügbarkeit durch ENTSO-E/EU-ÜNB
  - fundamentale Unsicherheit für untersuchtes Geschäftsmodell durch Markteintritt

Danke für die Aufmerksamkeit.

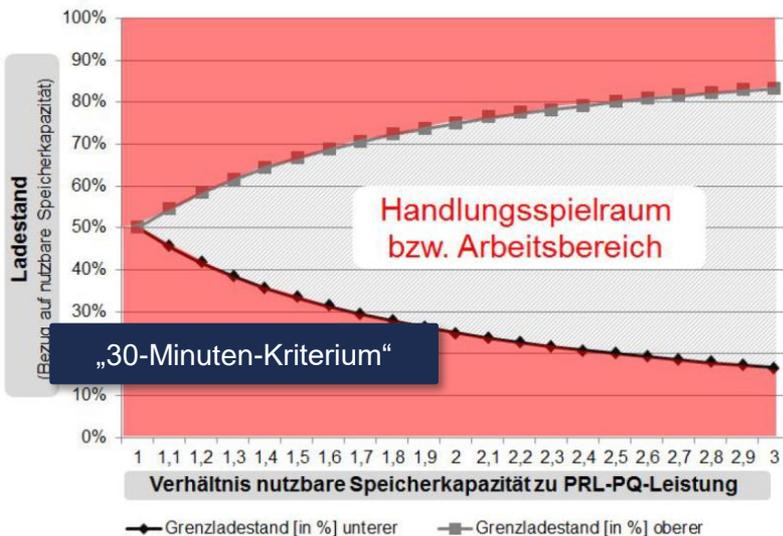
Rita Kunert

[rita.kunert@rl-institut.de](mailto:rita.kunert@rl-institut.de)

# BACKUP

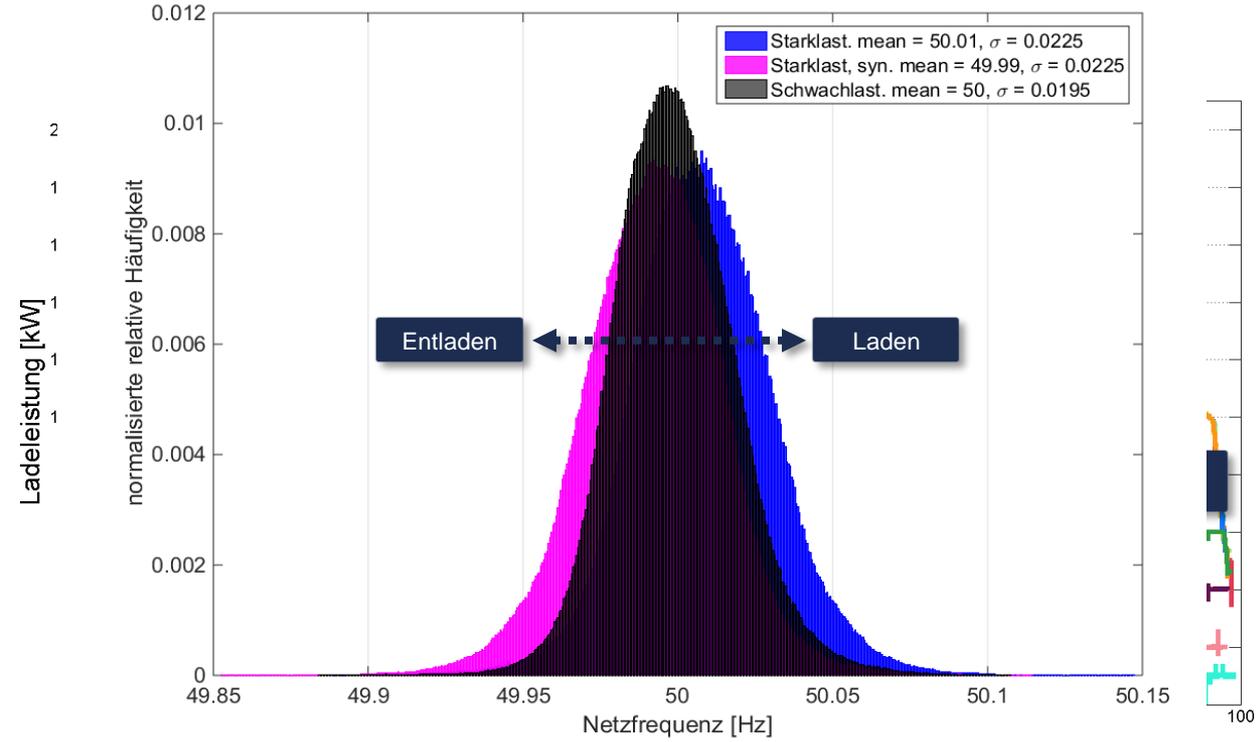
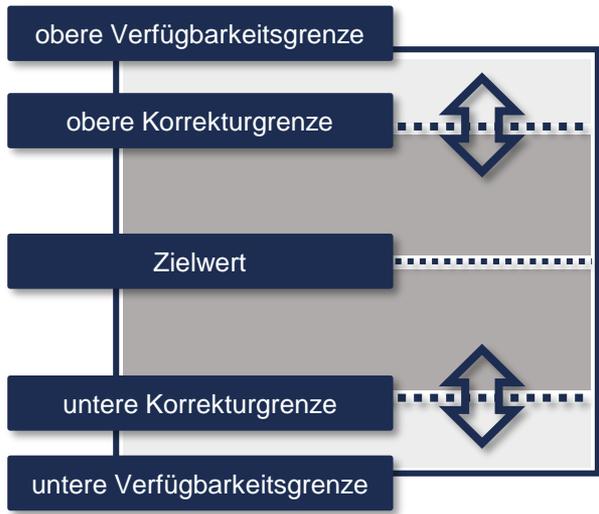
# Kriterien zum Nachweis der Verfügbarkeit sind derzeit Diskussionsgegenstand

**ÜNB:** Kapazität für 30 Minuten volle PRL-Leistung vorzuhalten



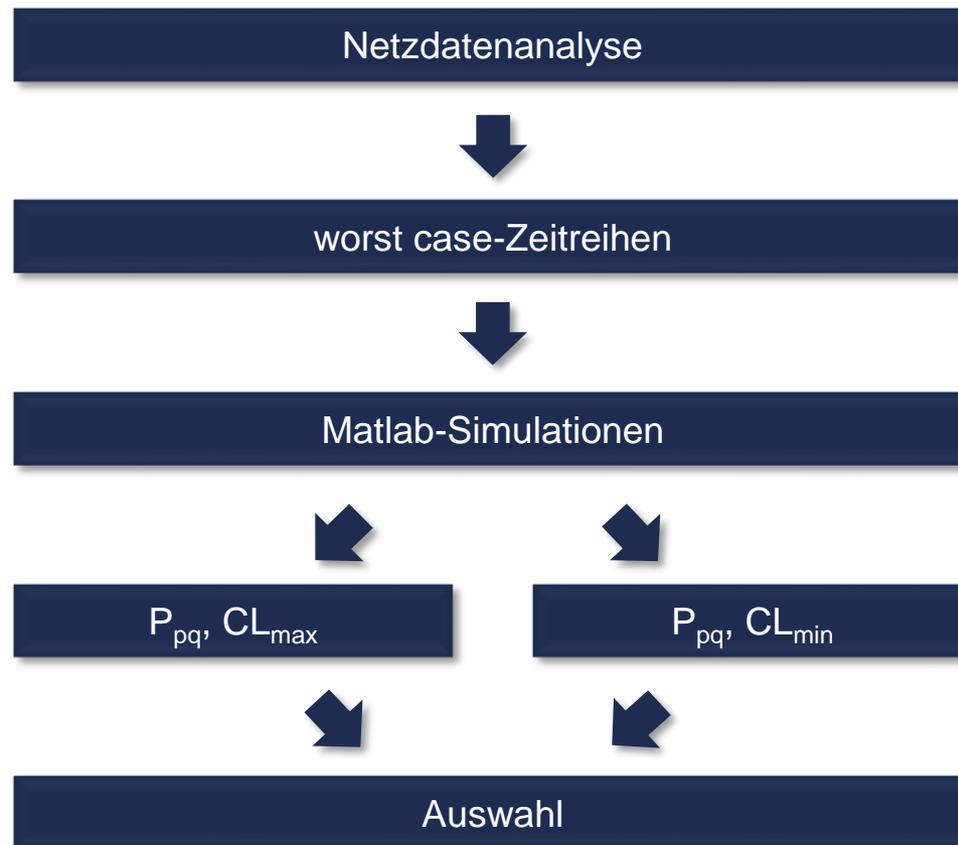
- Problem: Symmetrie angesichts Wirkungsgradverlusten
- Alternative Verfügbarkeitsnachweise u.U. anerkannt
- EU-Guideline: Kosten-Nutzen-Analyse zur Bestimmung der Anforderungen

# Alternativer Ansatz zur Definition der Verfügbarkeit



Verteilungen der verwendeten Frequenzzeitreihen. Datenquelle: Swissgrid.

# Vorgehen zur Bestimmung der optimalen Betriebsparameter bei gleichzeitiger Verfügbarkeit



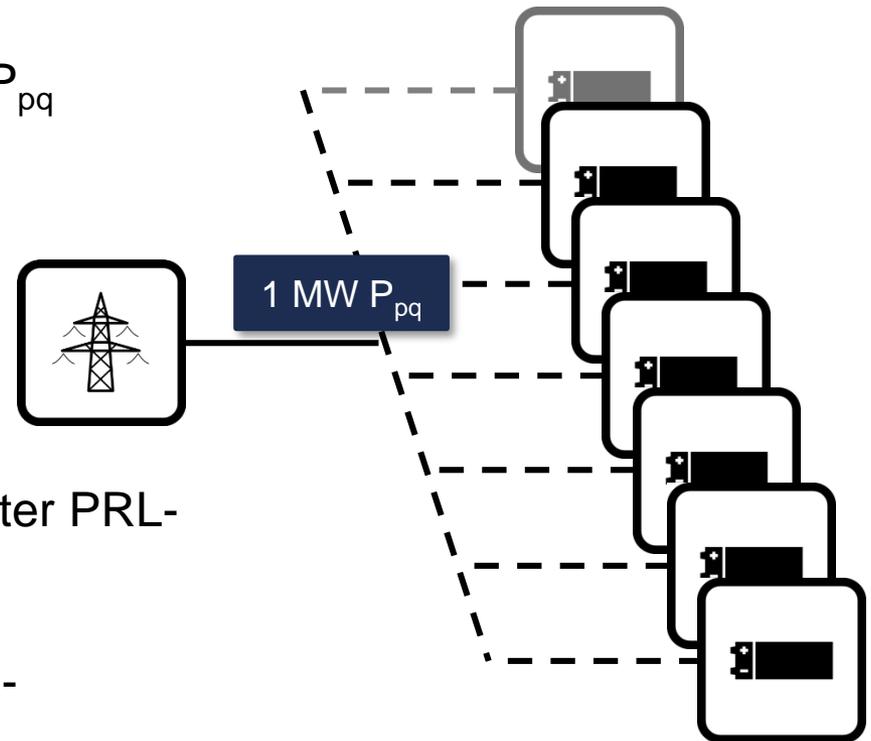
# Pooling der einzelnen Großspeicher

## Anforderungen

- Erreichen von mindestens 1 MW  $P_{pq}$
- Innerhalb einer Regelzone
- n-1-Kriterium

## Annahmen

- 6 identische Speicher mit optimierter PRL-Betriebsstrategie
- Speicher 7 dient Erfüllung des n-1-Kriteriums
- Speicher 7 kann Blindleistung erbringen



# Annahmen und Szenarien der Wirtschaftlichkeitsrechnung

## Ökonomische Szenarien

	<b>Szenario</b>				
	<b>optimistisch</b>	<b>realistisch</b>	<b>pessimistisch</b>	<b>SPF</b>	
<b>Investition, Li-lo*</b>	375	711	983	-	€/kWh
<b>Investition, VRF*</b>	565	908	1464	2422	€/kWh
<b>PRL-Preis</b>	3500	3500	3290	3500	€/MW*Woche

\*Gesamtinvestition je Pooleinheit bezogen auf installierte Kapazität; Berechnung für betrachtete Systemauslegung

## Weitere Annahmen

<b>Wartung und Ersatz (O&amp;M)</b>	2 % CAPEX/Jahr	<b>Mehrwertsteuer</b>	19 %
<b>Messstellenbetrieb</b>	510 €/Jahr	<b>Stromsteuer</b>	20,5 €/MWh
<b>Intraday-Preis</b>	33 €/MWh	<b>Kalkulationszins</b>	4 %
<b>Zusatzkosten Handel</b>	2 €/MWh	<b>Lebensdauer</b>	15 Jahre

Betriebsfähigkeit und erfolgreiches Gebot in 50 Wochen im Jahr. Intraday-Kontrakte können jederzeit platziert werden.

# Präqualifikationstest des Speichersystems

