

Fachtagung Flexibilität in der Elektrizitätswirtschaft

Beitrag neuer Technologien zur Systemstabilität aus Deutscher Perspektive

Dr.-Ing. Ulf Kasper

Luzern, 10. Mai 2017



Agenda

- Einleitung
- Entwicklung der Märkte für Regelreserve in Deutschland
- Präqualifikation für die Teilnahme am Markt für Regelreserve
- Erbringung von Regelreserven aus neuen Technologien
- Zusammenfassung

Kapitel 1

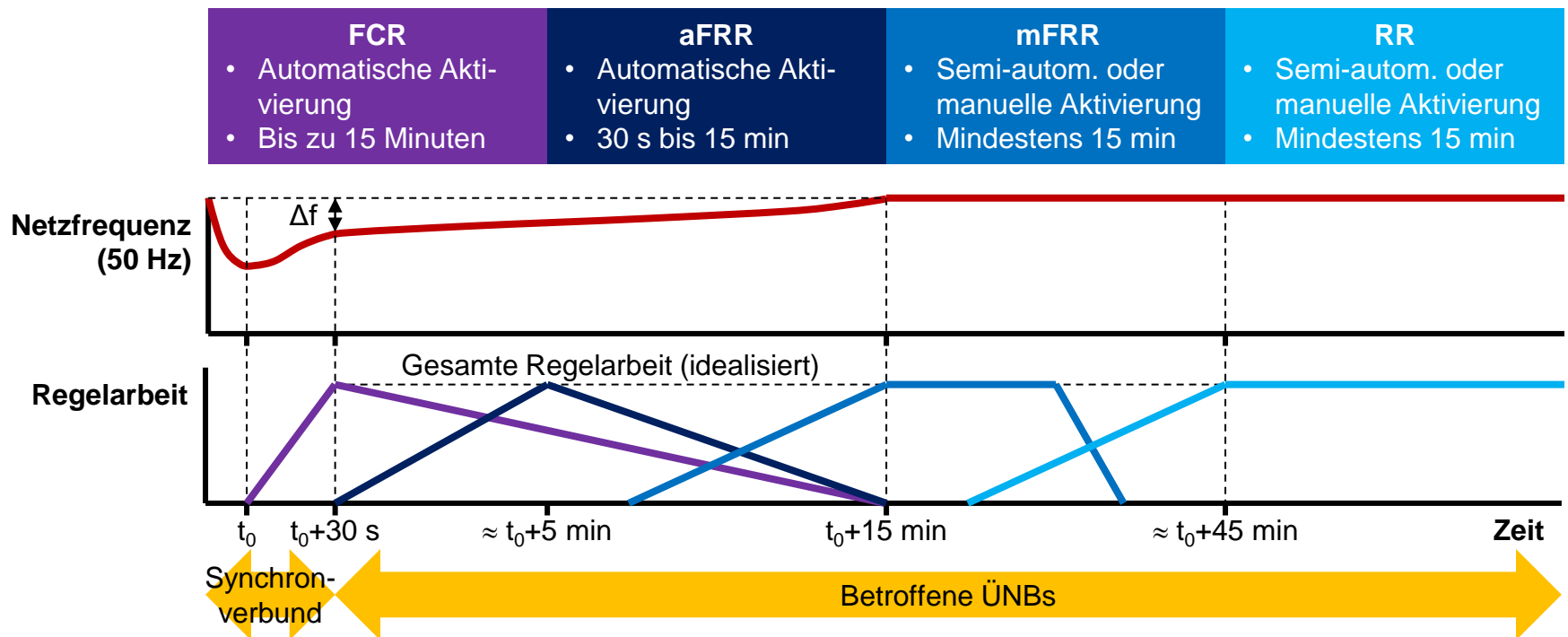
Einleitung

Hintergrund und Motivation

- Beschaffung von Systemdienstleistungen durch die Übertragungsnetzbetreiber (ÜNBs) zur Gewährleistung des sicheren Systembetriebs
 - Frequenzstabilität
 - Spannungsstabilität
 - Versorgungswiederaufbau
 - Systembetrieb
- Rückgang der Erzeugung elektrischer Energie aus konventionellen Erzeugungsanlagen
 - Kernenergie-Ausstieg in Deutschland
 - Ausbau erneuerbarer Energien in Europa
- » Eine Bewertung des Beitrags neuer Technologien zur Systemsicherheit (d. i. Regelreserve) ist erforderlich.

Regelreservequalitäten

- Regelreservequalitäten in Europa differenziert nach Aktivierungszeit (ohne Imbalance Netting; IN)



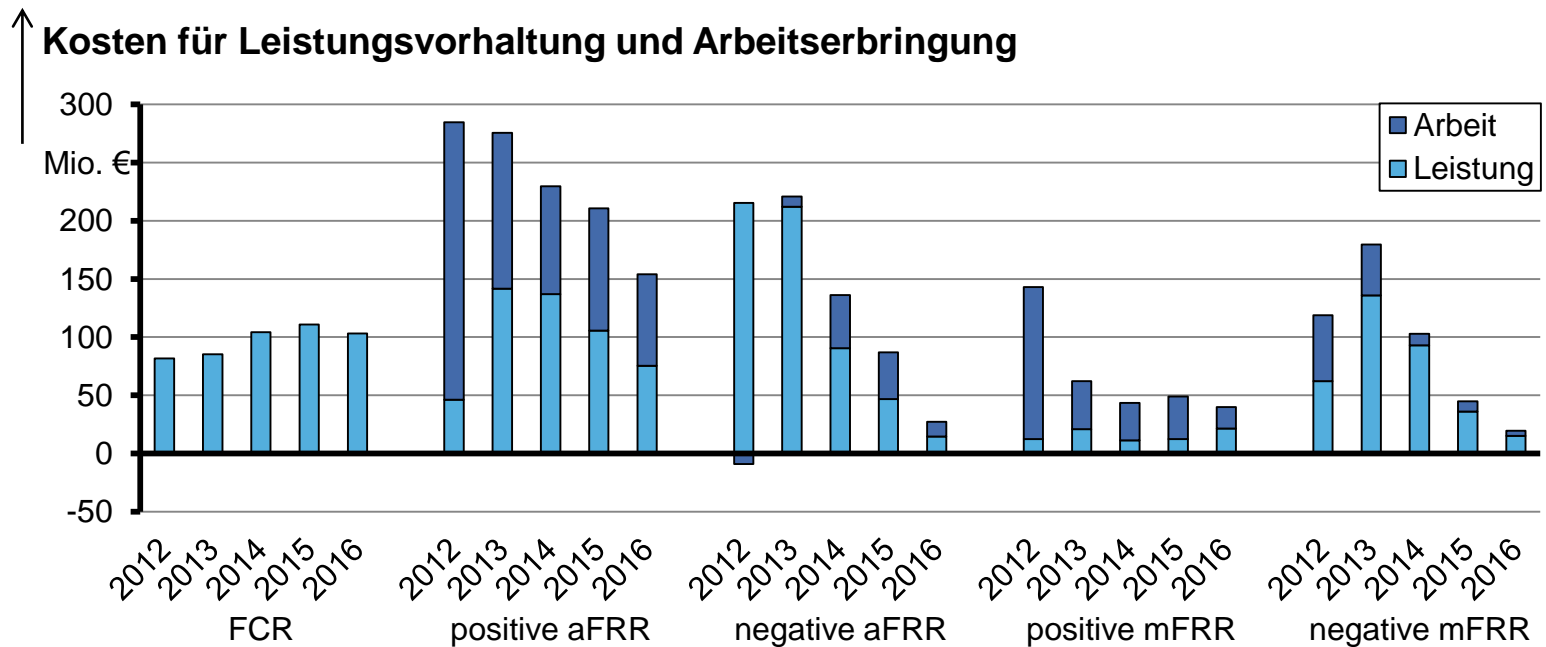
- » Nutzung von bis zu fünf Reservequalitäten mit unterschiedlichen Anforderungen in Europa

Kapitel 2

Entwicklung der Märkte für Regelreserve in Deutschland

Kosten für Regelarbeit und –leistung

- Entwicklung der ÜNB-seitigen Kosten (d. h. Erlöse aus Sicht der Marktteilnehmer) an den Märkten für Regelreserve



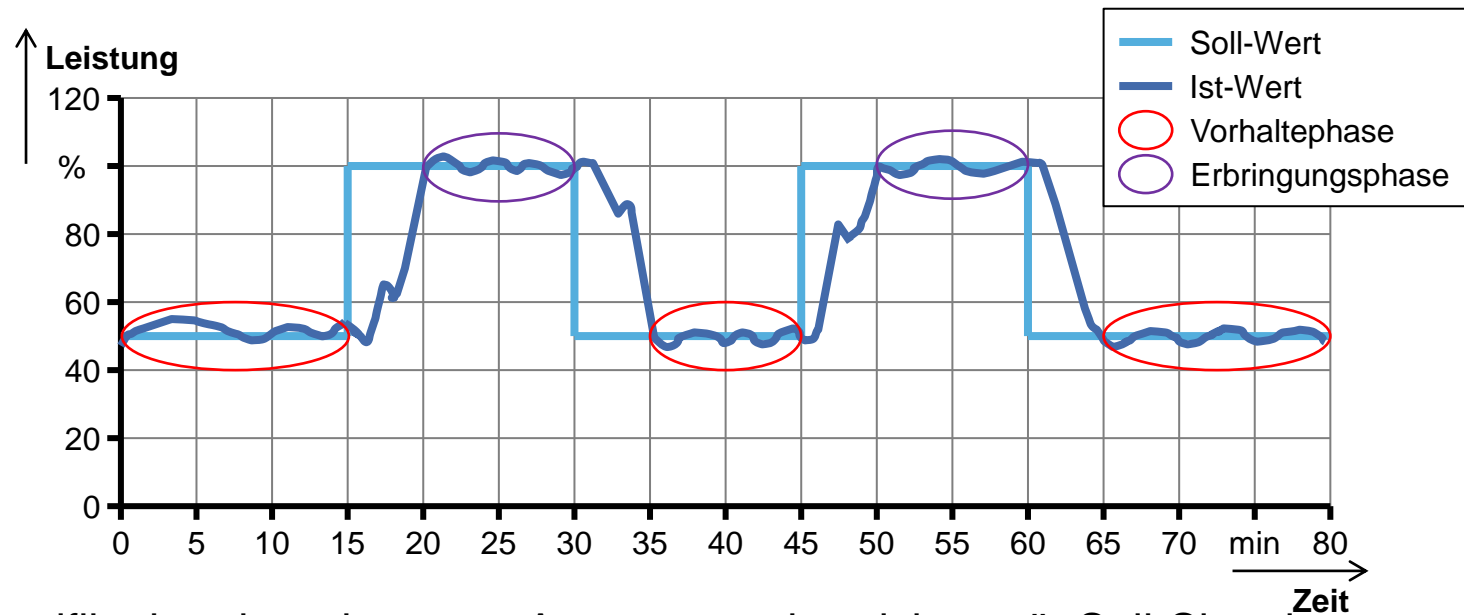
- » Rückgang der Gesamtkosten für aFRR und mFRR
- » Anstieg der Kosten für FCR auf rd. 100 Mio. €/Jahr

Kapitel 3

Präqualifikation für die Teilnahme am Markt für Regelreserve

Exemplarischer Abrufnachweis

- Exemplarische Darstellung eines sekundenscharfen Erbringungsachweises für positive aFRR mittels Musterprotokoll, sogenannter „Doppelhöckerkurve“ (DHK)



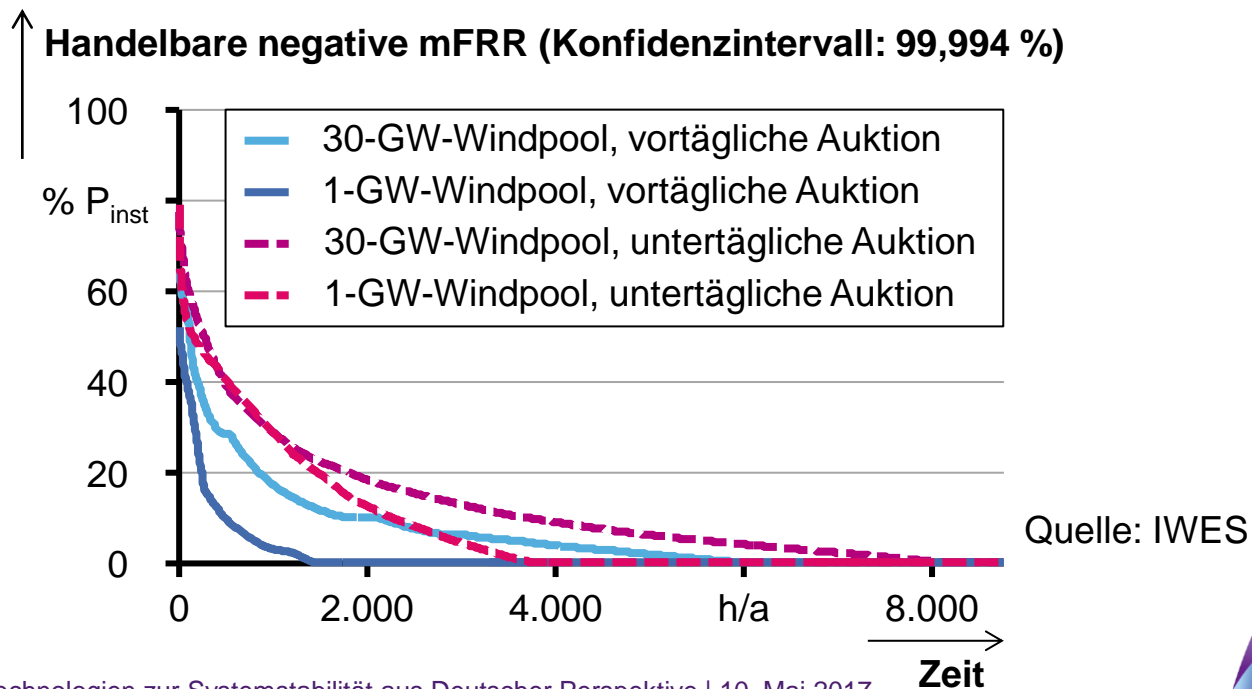
- » Identifikation der relevanten Auswertungsbereiche ggü. Soll-Signal
- » „Sichere Erbringung“ (mit einem Konfidenzintervall von 99,994 %) muss auch bei volatiler Einspeisung nur aus (Windkraft-)Anlagenpools möglich sein.

Kapitel 4.1

Erbringung von Regelreserven aus Windkraftanlagen

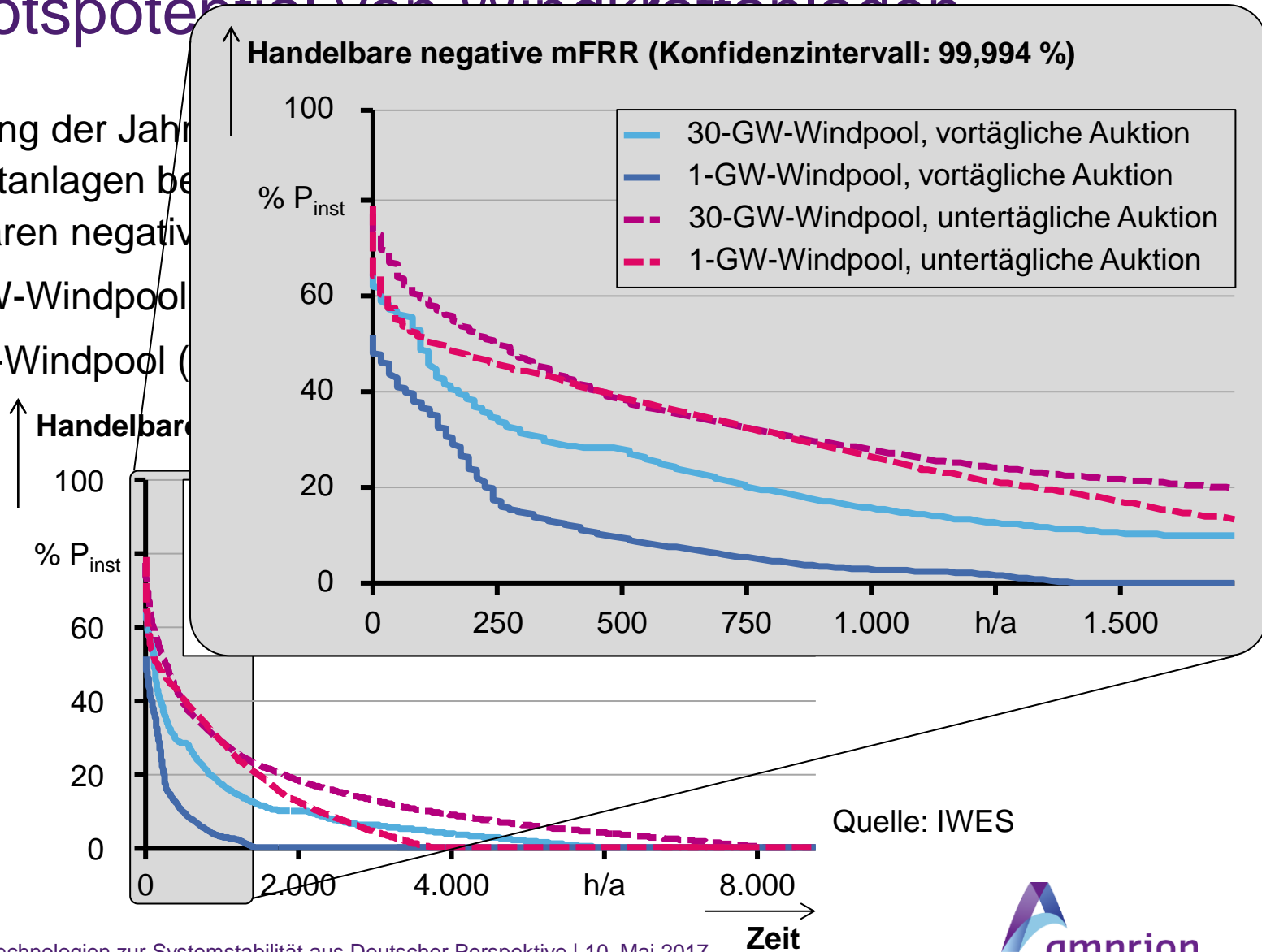
Angebotspotential von Windkraftanlagen

- Darstellung der Jahresdauerlinie der theoretisch von gepoolten Windkraftanlagen bei vor- und untertäglicher Auktion im Jahr 2012 handelbaren negativen mFRR
 - 30-GW-Windpool (Anlagenbestand in Deutschland Ende 2012)
 - 1-GW-Windpool (exemplarischer Windpool)



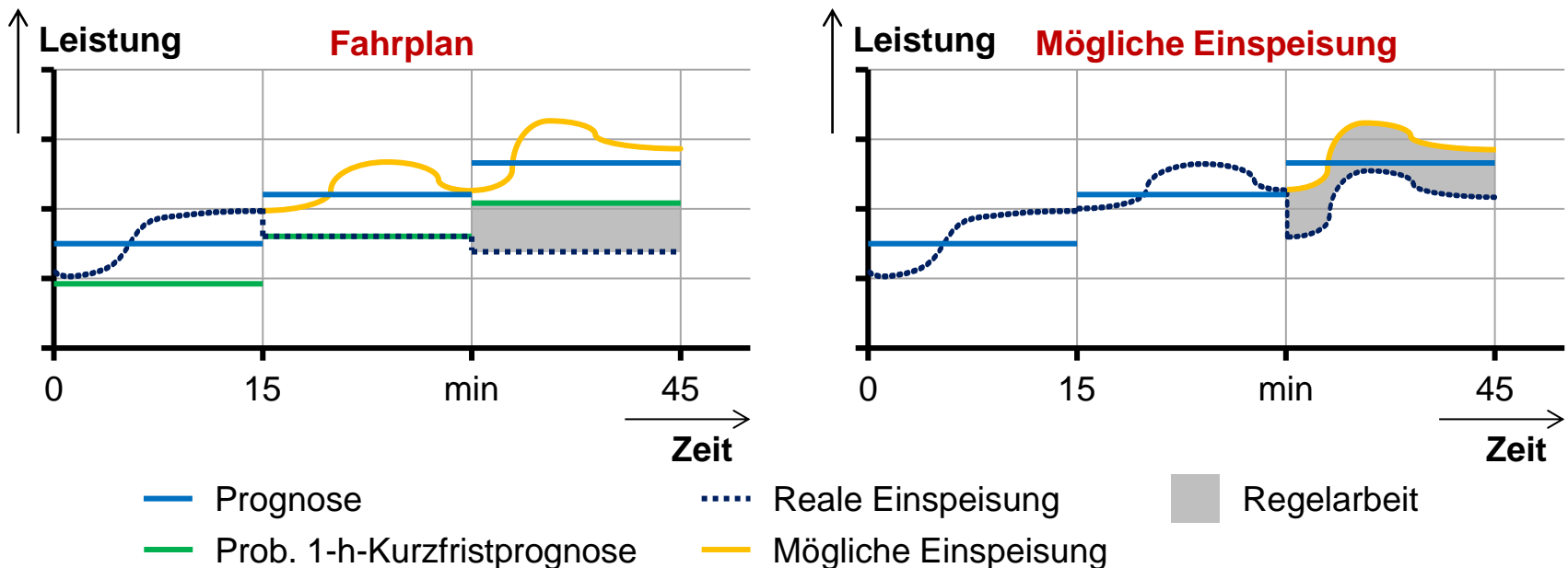
Angebotspotential von Windkraftanlagen

- Darstellung der Jahr...
Windkraftanlagen be...
handelbaren negativ...
– 30-GW-Windpool...
– 1-GW-Windpool (...)



Mögliche Nachweisverfahren

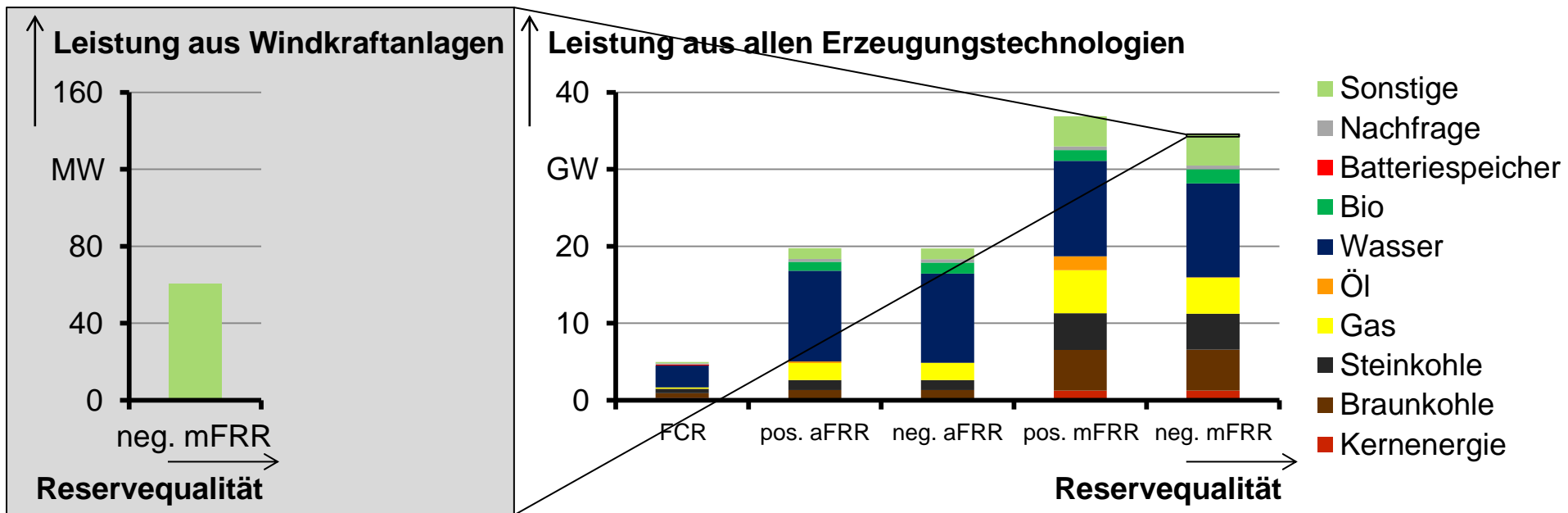
- Diskussion der Nachweisverfahren „Fahrplan“ und „mögliche Einspeisung“ für die Erbringung von Regelreserve aus Windkraftanlagen



- » Trade-off zwischen einspeisbarer elektrischer Energie und Fahrplanteue
- » Nutzung des Verfahrens „mögliche Einspeisung“ in Deutschland, da nicht einspeisbare Energiemengen für Anbieter geringer

Präqualifizierte Windkraftanlagen in Deutschland

- Vergleich der in Deutschland präqualifizierten Windkraftanlagen mit der präqualifizierten Gesamtleistung



- » Bisher nur Präqualifikation von rd. 60 MW negativer mFRR aus Windkraftanlagen wegen geringer Wirtschaftlichkeit
- » Vergütung durch Direktvermarktung scheint aktuell auskömmlicher.

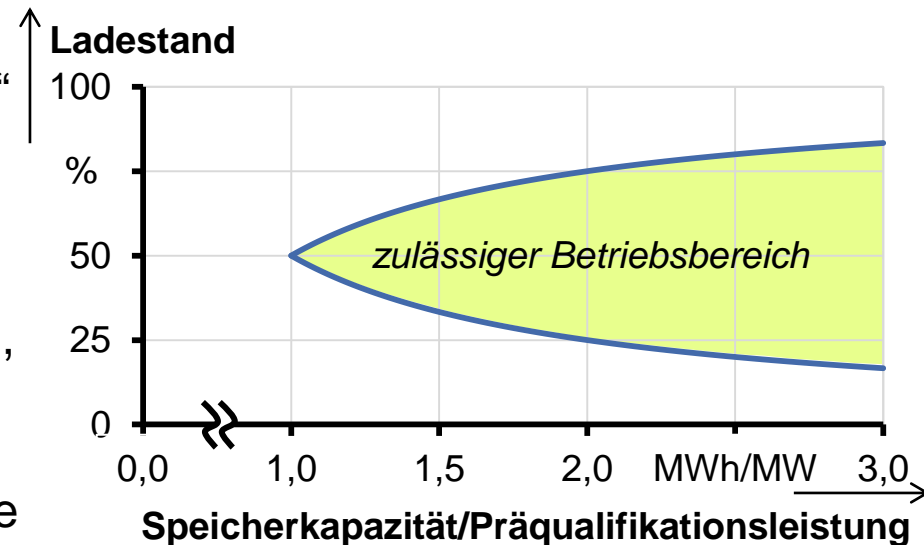
Kapitel 4.2

Erbringung von Regelreserven aus Batteriespeichersystemen

Zulässiger Betriebsbereich von Batteriespeichersystemen

Anforderung für FCR

- Jederzeit Vorhaltung der für einen 30-minütigen Vollabruf erforderlichen elektrischen Energie
 - Jederzeit Vorhaltung eines „Puffers“ für den 30 Minuten dauernden vollständigen FCR-Abrufs in beide Richtungen
 - Vergrößerung des Betriebsbereichs, in dem keine Ausgleichsgeschäfte getätigt werden müssen, durch Erhöhung der Speicherkapazität (ohne Erhöhung der Präqualifikationsleistung)

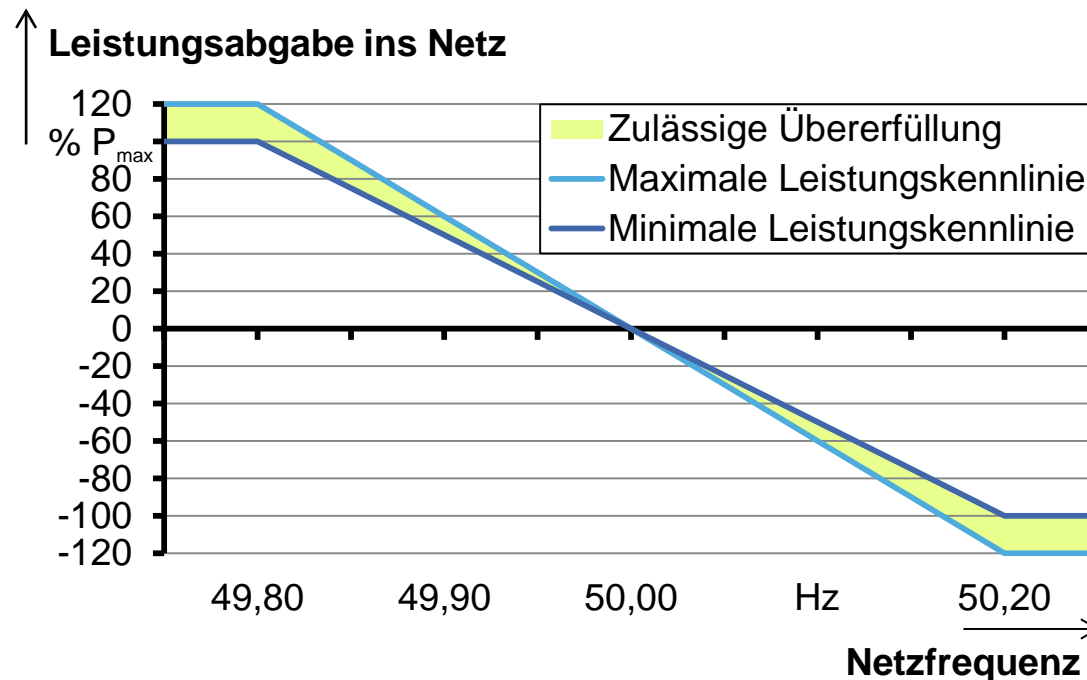


Randbedingung

- Auslegung von Leistungselektronik und Netzanschluss muss sowohl für FCR-Erbringung als auch Ausgleichsgeschäfte dimensioniert sein.

Zulässige Betriebsstrategien: Optionale Übererfüllung

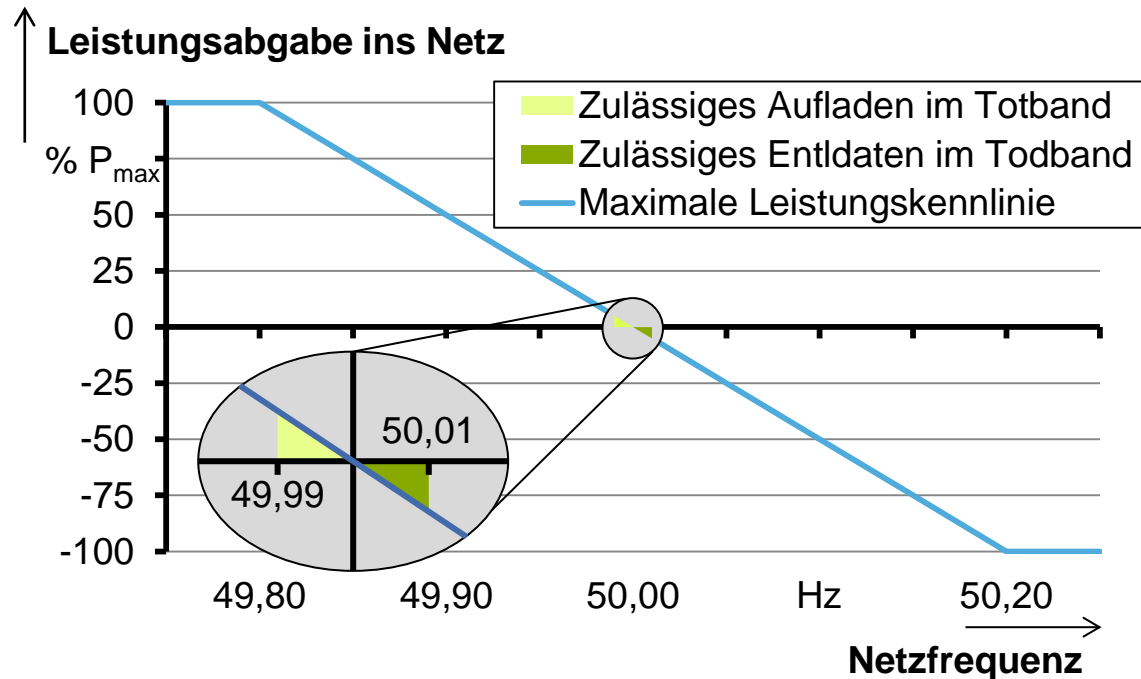
- Darstellung des zulässigen Betriebsbereichs bei optionaler Übererfüllung als Leistungs-Frequenz-Kennlinie



- » Optionale Übererfüllung ermöglicht netzstützendes Lademanagement

Zulässige Betriebsstrategien: Nutzung des Totbands

- Darstellung der im Totband erlaubten Arbeitsbereiche



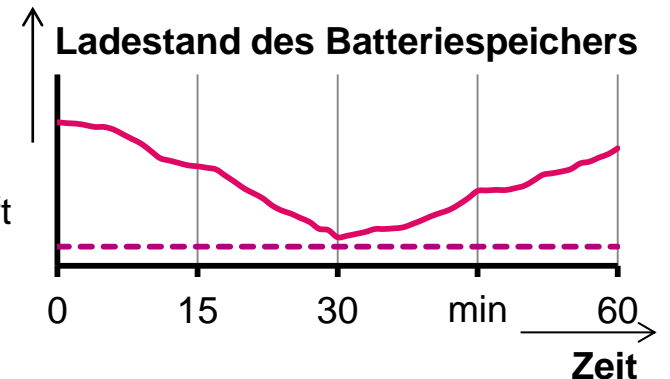
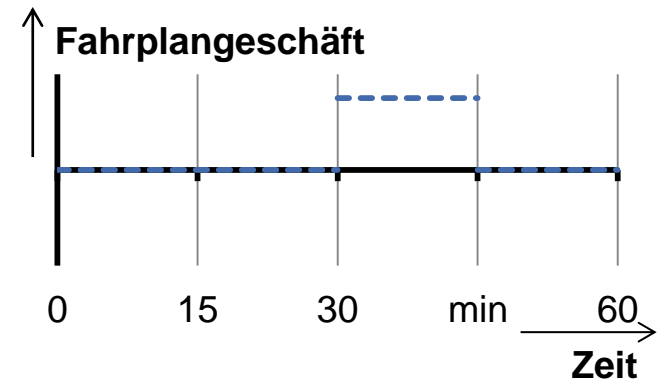
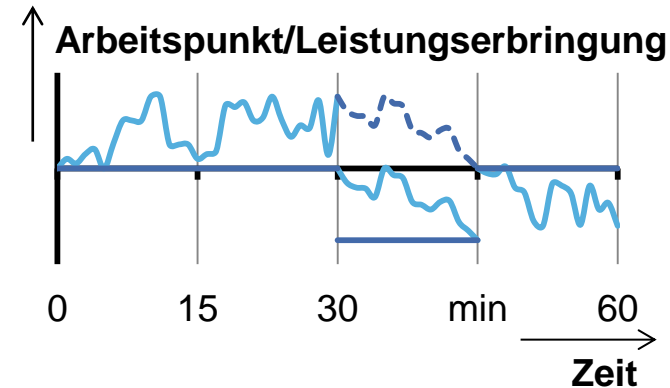
- » Netzstützende Nutzung des Totbands (inkl. Systemzeitkorrektur) ermöglicht aktives Lademanagement
- » Hohe Messgenauigkeit der Netzfrequenz (± 1 mHz) erforderlich

Zulässige Betriebsstrategien: Lade-/Entladevorgänge durch Fahrplangeschäfte

- Nutzung von Fahrplangeschäften zum Lademanagement während der Erbringung von FCR
 - Leistungserbringung = Arbeitspunkt – Fahrplangeschäft
 - Vorlaufzeiten für Handelsgeschäfte berücksichtigen
 - Auslegung des Batteriespeichers muss vollständige Reserveerbringung jederzeit gewährleisten.

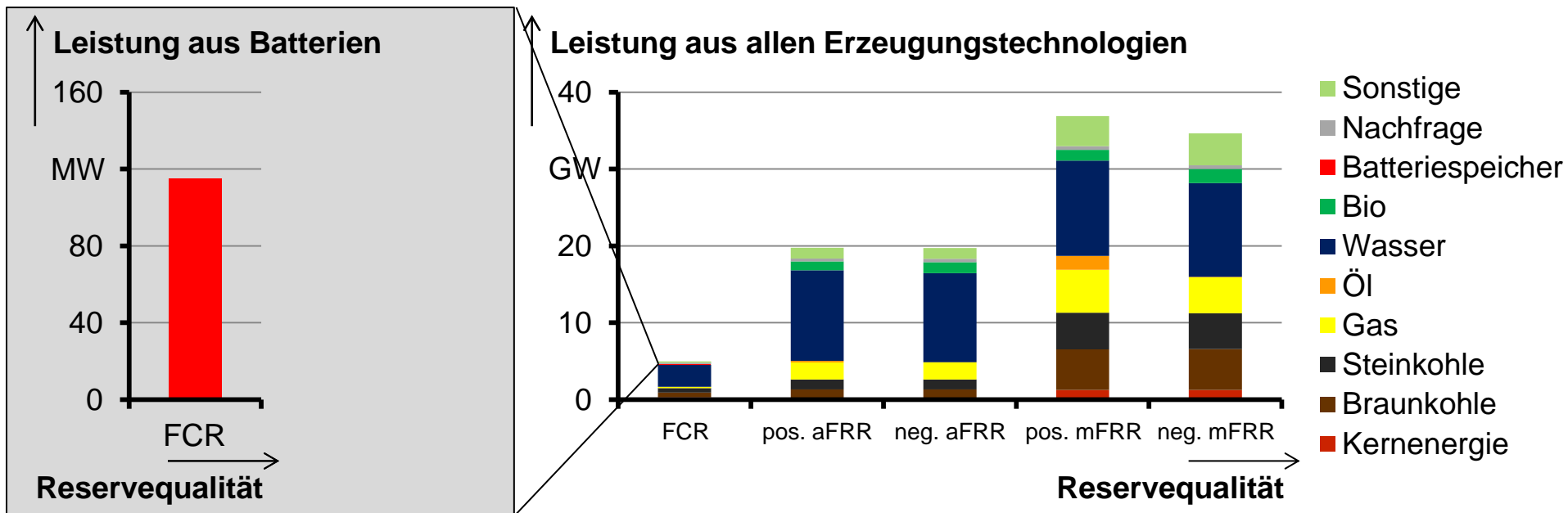
- » Fahrplangeschäfte ermöglichen aktives Lademanagement.
- » Eigenerzeugung ebenfalls zulässig, falls keine unangemessenen Fahrplanabweichungen entstehen.

— Leistungserbringung — Ladestand - - - Fahrplangeschäft
— Fahrplan - - - Mindestladestand



Präqualifizierte Batteriespeicher in Deutschland

- Vergleich der in Deutschland präqualifizierten Batteriespeicher mit der präqualifizierten Gesamtleistung



- » Für FCR erreichen einige Anbieter bereits eine wirtschaftliche Vermarktung. Aktuell können rd. 20 % des deutschen FCR-Bedarfs aus Batteriespeichern gedeckt werden.

Kapitel 5

Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Sinkende aFRR-/mFRR-Gesamtkosten und weiterhin vergleichsweise hohe FCR-Kosten in Deutschland
- Regelreserve aus Windkraftanlagen in Deutschland
 - Kurze zeitliche Vorläufe bei der Ausschreibung ermöglichen die Teilnahme von Windkraftanlagen an den Regelreservemärkten (insb. negative mFRR).
 - Nutzung des Nachweisverfahrens „mögliche Einspeisung“ für Windkraftanlagen aufgrund der niedrigeren abzuregelnden Energiemengen.
- Regelreserve aus Batteriespeichern in Deutschland
 - Für FCR ist jederzeit eine Vorhaltung für einen 30-minütigen Vollabruf vorzusehen.
 - Diverse Betriebsstrategien zum Lademanagement sind zulässig.
- » Vor dem Hintergrund der aktuellen Marktbedingungen scheint die Erbringung von FCR aus Batteriespeichern wirtschaftlich attraktiver zu sein als die Erbringung negativer mFRR aus Windkraftanlagen.