
Regelenergie durch Windkraftanlagen

Präsentation Projektergebnisse



SYMPOSIUM ENERGIEINNOVATION 2014

Graz, 14. Februar 2014

Malte Jansen

Fraunhofer IWES, Kassel, Deutschland

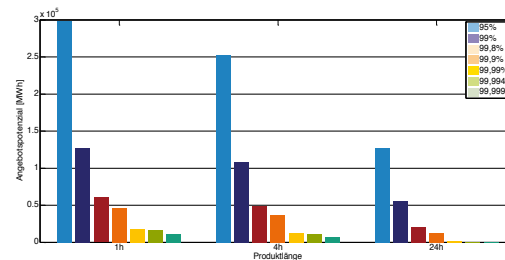
malte.jansen@iwes.fraunhofer.de

Regelenergie durch Windkraftanlagen

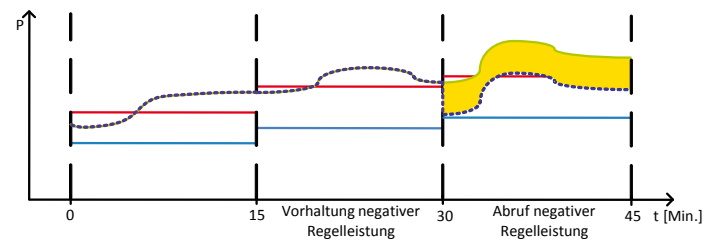


Projektlaufzeit: 05/2012 – 12/2013

Angebotserstellung



Nachweismethode



Regelenergiemarkt in Deutschland

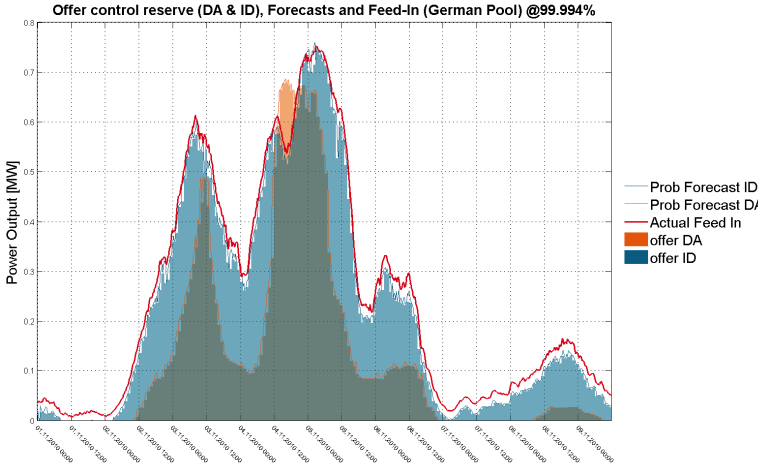
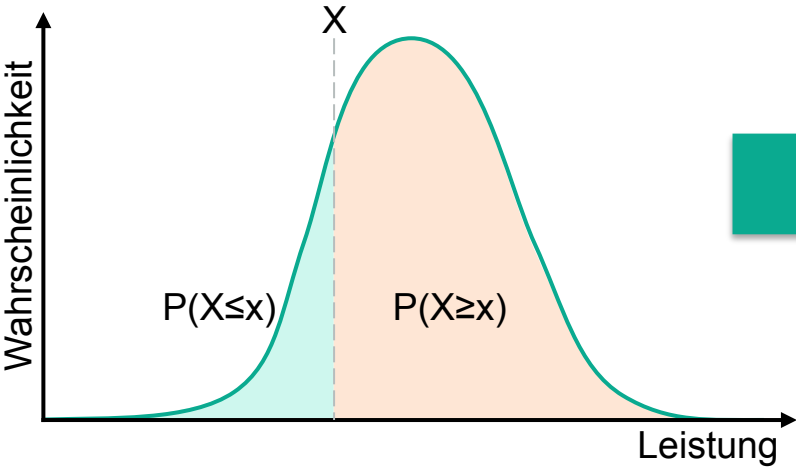
- Allgemein
 - RZ-internes Pooling
 - Pay-as-Bid Vergütung (Gebotspreisprinzip)
 - Kein Wind bis jetzt erlaubt
 - Gate-Closure vor Spotmarkt
- Minutenreserve
 - Wochentägliche Ausschreibung
- Sekundärregelleistung
 - Wöchentliche Ausschreibung
- Primärregelleistung
 - Symmetrisches Gebote

ANGEBOTSERSTELLUNG

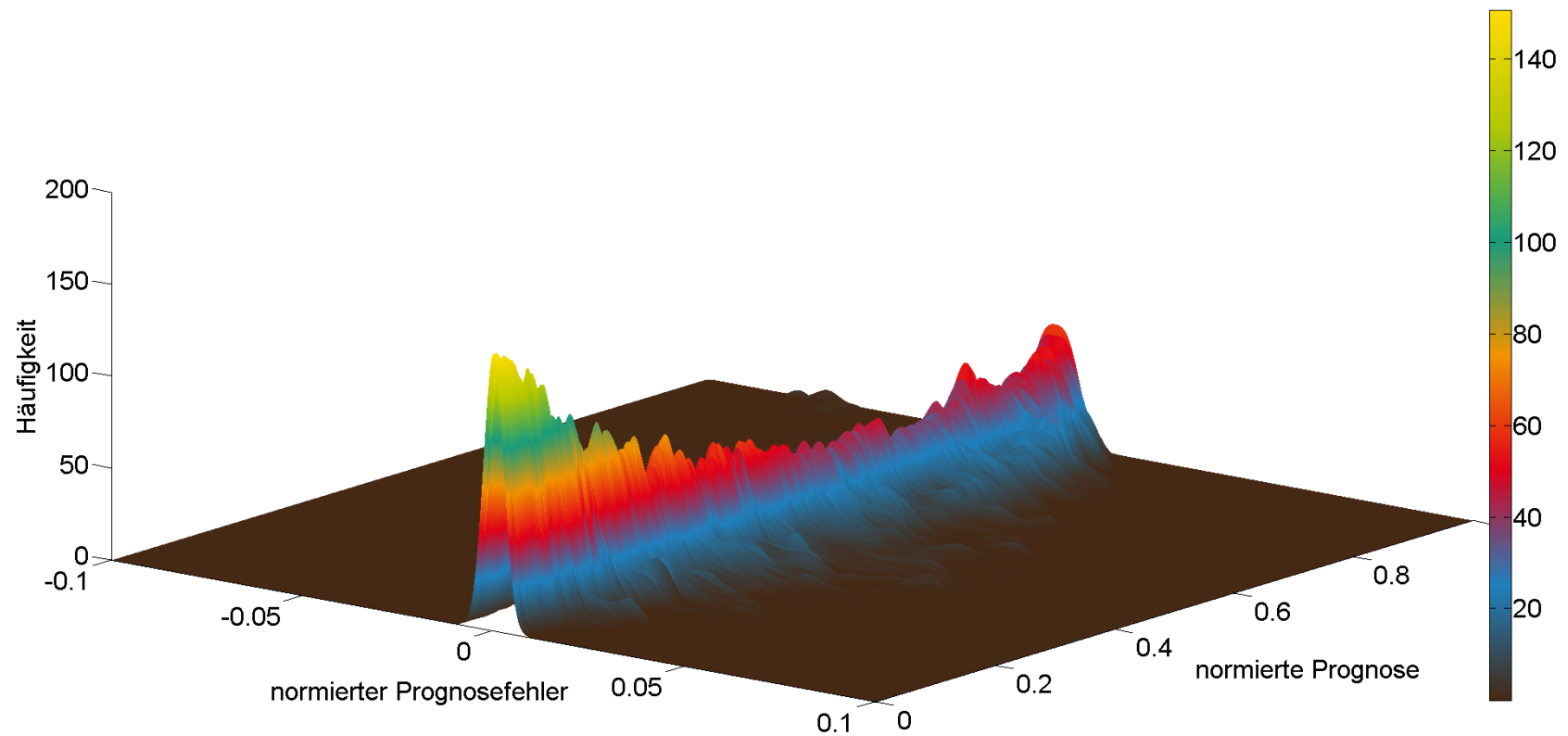
Zuverlässigkeit



Nutzung von probabilistischen Wind Prognosen

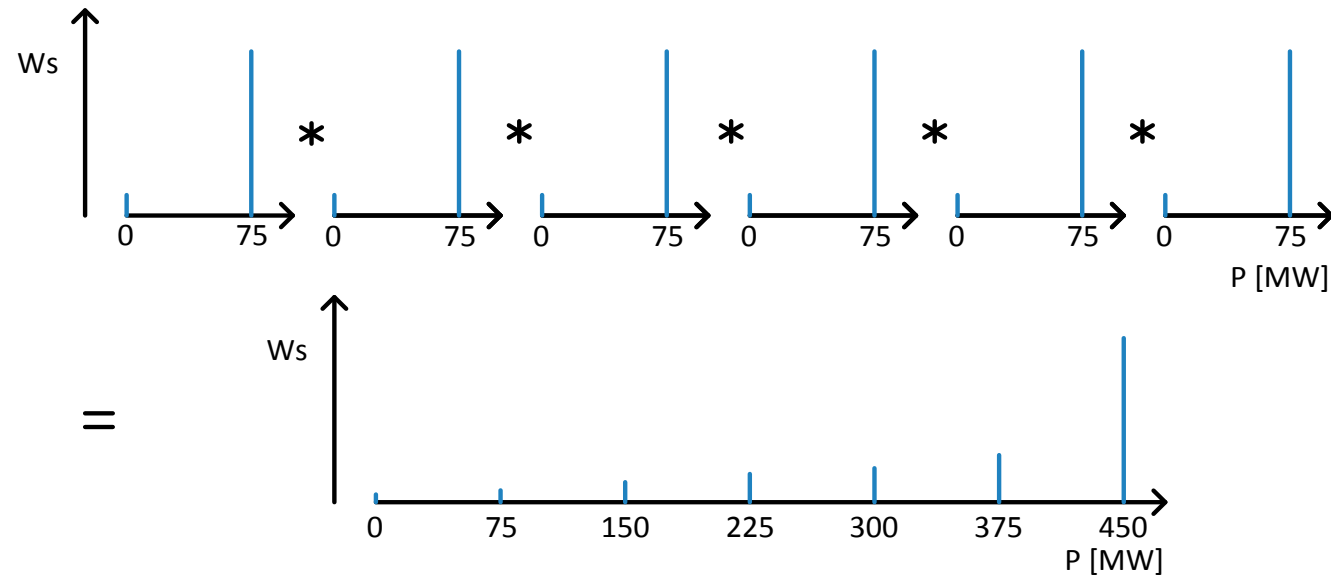


Probabilistische Prognose - Windparks



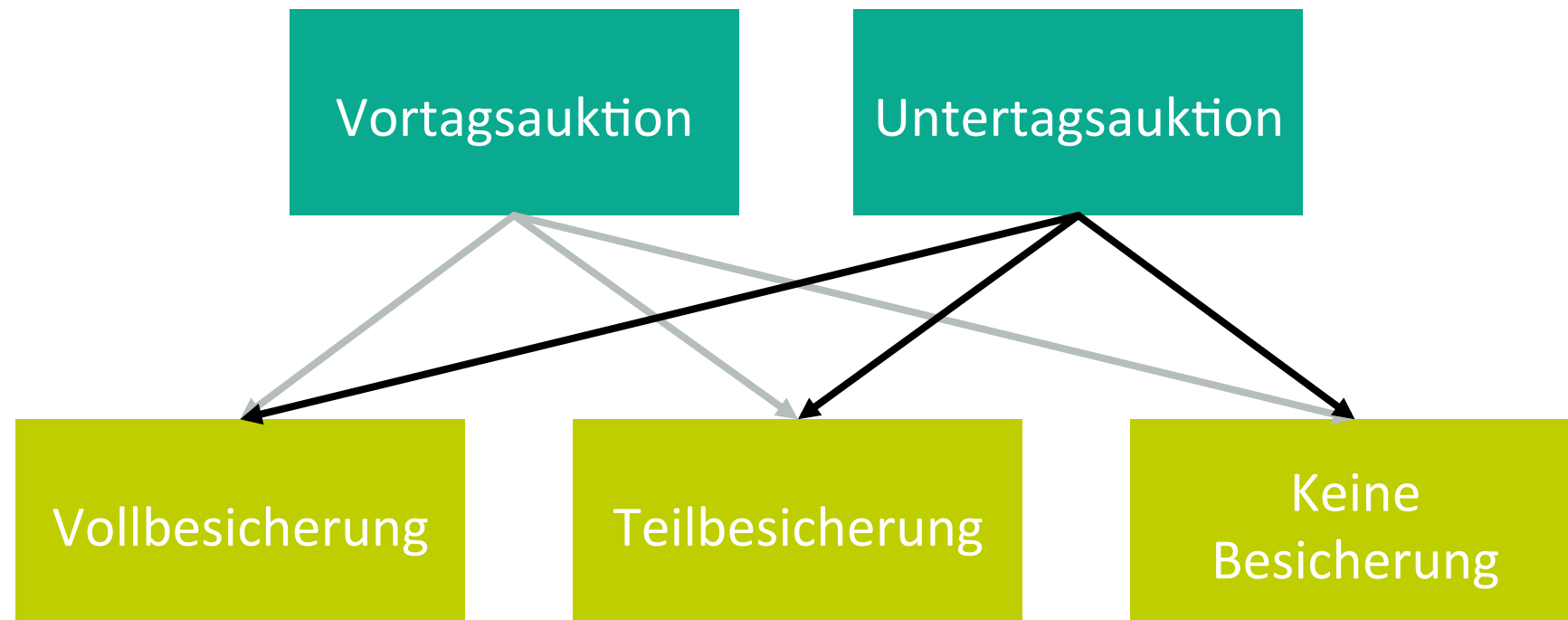
- Darstellung der **probabilistischen Prognose** des 30 GW Windparkpools, die mit einer **Kerndichteschätzung** erstellt wurde, auch möglich sind:
 - Quantile Regression mit künstlichen neuronalen Netze
 - Physikalische Verfahren / Physikalisch-Statistische Verfahren

Probabilistische Prognose steuerbare Anlagen



- Pooling steuerbarer Anlagen mit Windparks
- Gemeinsame probabilistischen Prognose für sechs Gaskraftwerke, basierende auf:
 - Ausfallwahrscheinlichkeiten
 - Leistungen

Angebotsstrategien Übersicht



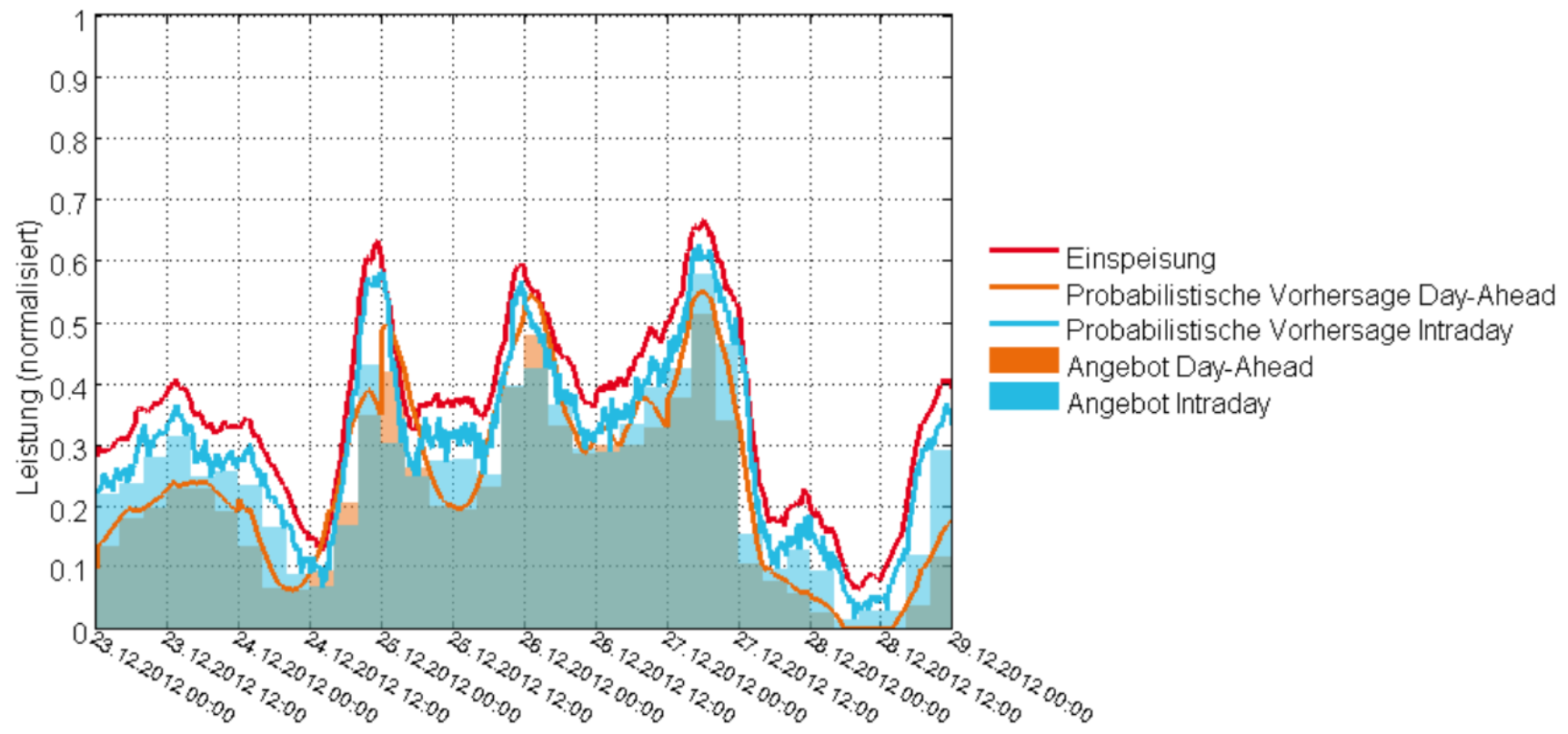
Es wurden drei Angebotsstrategien jeweils für eine Vortags- und eine Untertagsauktion (1h Vorlauf) definiert.

Windparkpools für die Potenzialuntersuchungen

- **30 GW Windparkpool** - alle Windparks in Deutschland
- **1 GW Windparkpool** - aus der Regelzone TenneT
- **1 GW Windparkpool** – aus der Regelzone 50 Hertz
- **Windpark** Feldheim und Altes Lager
- Kombinationen **zweier Windparks**

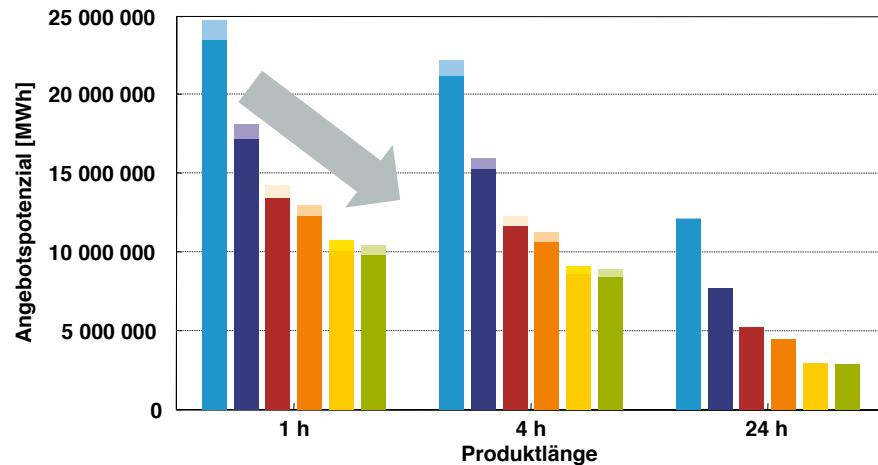


RegelleLeistungsangebot DA&ID bei 99,994% Zuverlässigkeit



- Probabilistischen Vortags- und Kurzfristprognose für den deutschen 30 GW Windparkpool
- Kurzfristprognose (1h) hätte Verletzung des Angebots identifiziert

Potenzielle Vortagsauktion 30 GW und 1 GW Pool

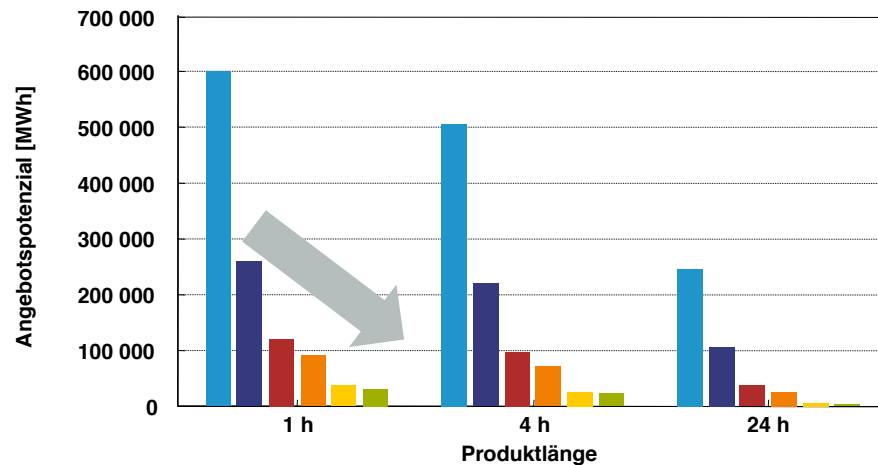
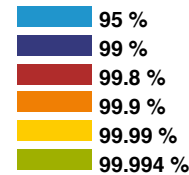


30 GW Windparkpool

1h 99,994%

Ø 1,2 GW

4% Nennleistung

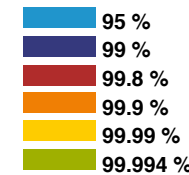


1 GW Windparkpool

1h 99,994%

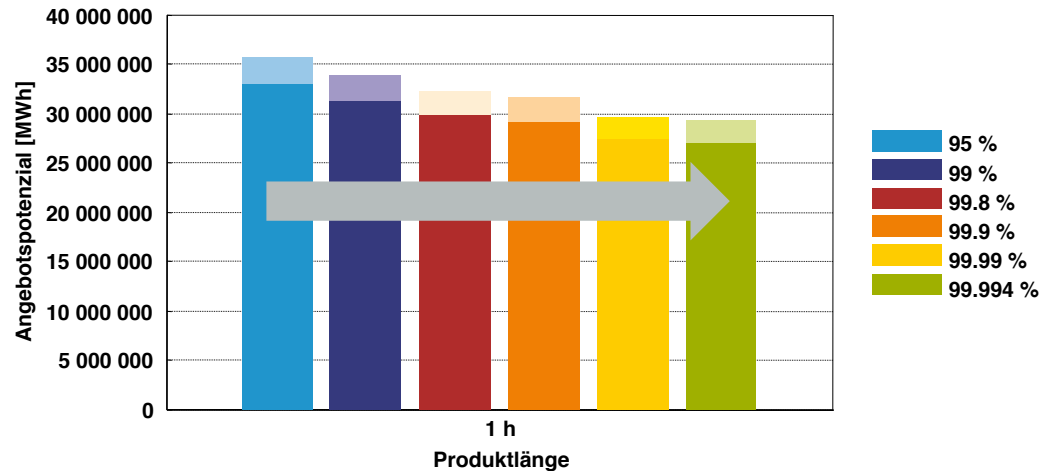
Ø 3,7 MW

0,37% Nennleistung



Bei einer Vortagsauktion hängt das Potenzial stark von der Größe des Pools, von der Produktlänge und von der Zuverlässigkeit ab.

Potenzielle Untertagsauktion 30 GW und 1 GW Pool

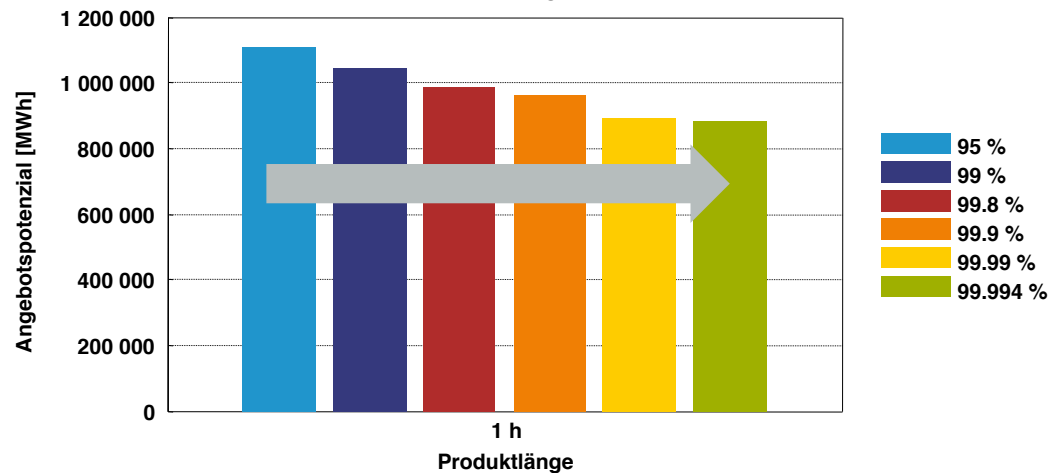


30 GW Windparkpool

1h 99,994%

Ø 3,7 GW

12,3% Nennleistung



1 GW Windparkpool

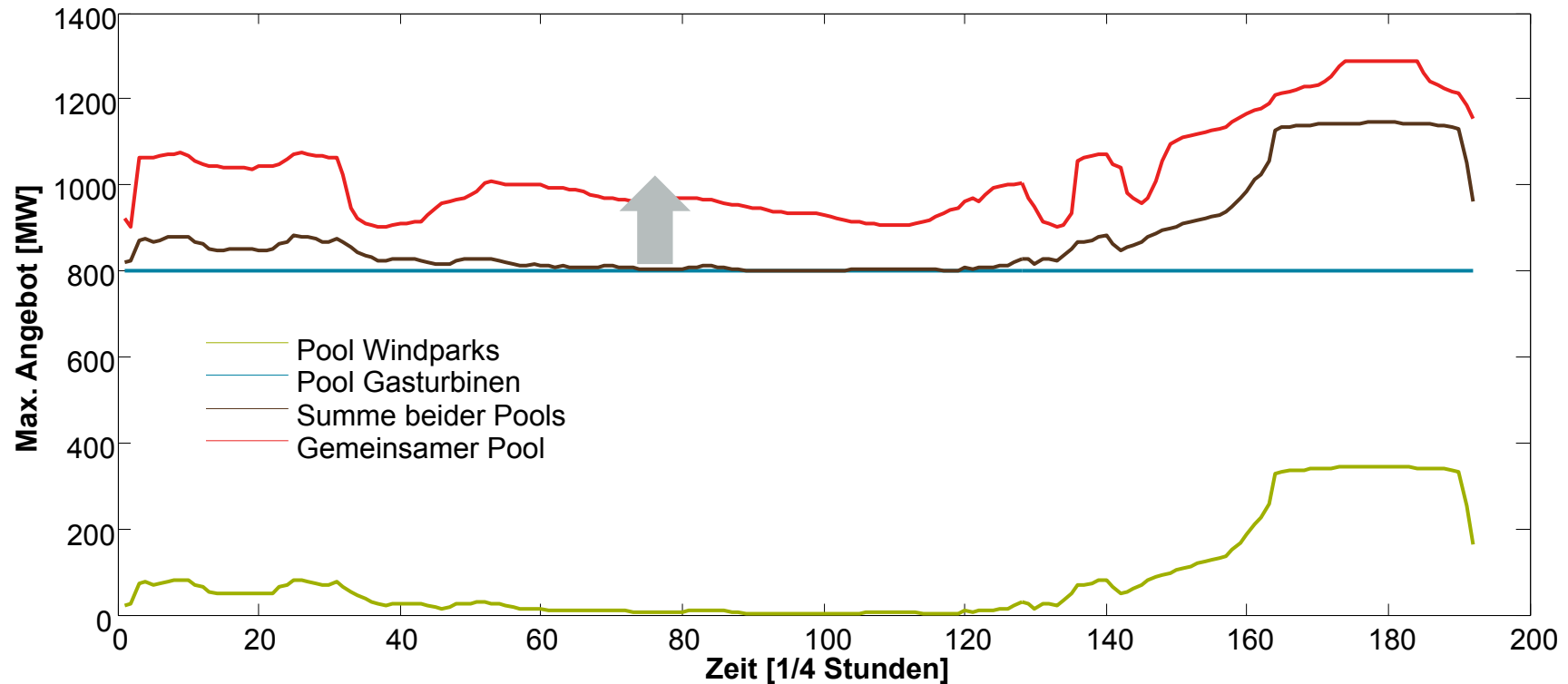
1h 99,994%

Ø 113 MW

11,3% Nennleistung

Bei einer Untertagsauktion hängt das Potenzial kaum von der Poolgröße und der Zuverlässigkeit ab.

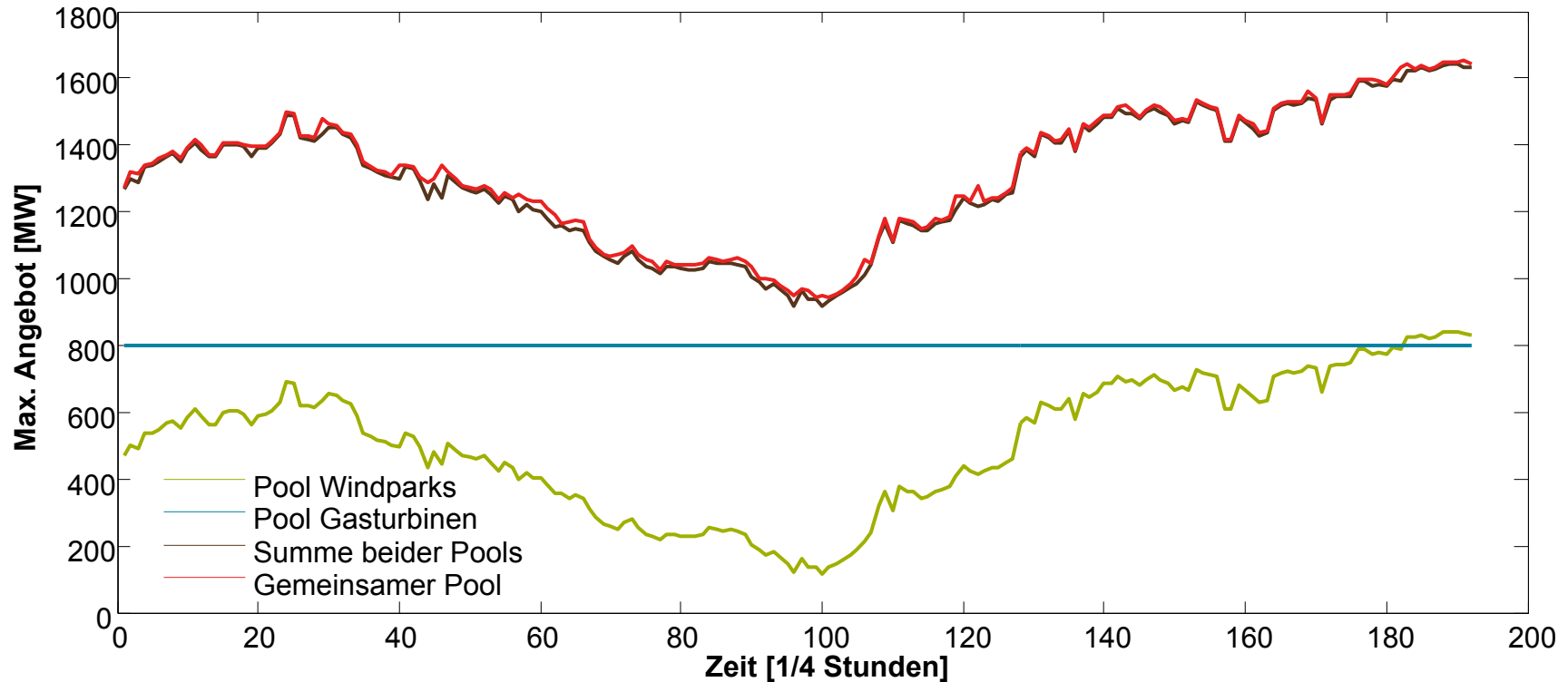
Potenzial Teilbesicherung Vortagsauktion



- Angebotspotenzial Pool 1GW Windpark und 5 Gasturbinen á 200 MW

Durch das Pooling mit wenigen steuerbaren Anlagen kann das Potenzial bei einer Vortagsauktion deutlich gesteigert werden.

Potenzial Teilbesicherung Untertagsauktion

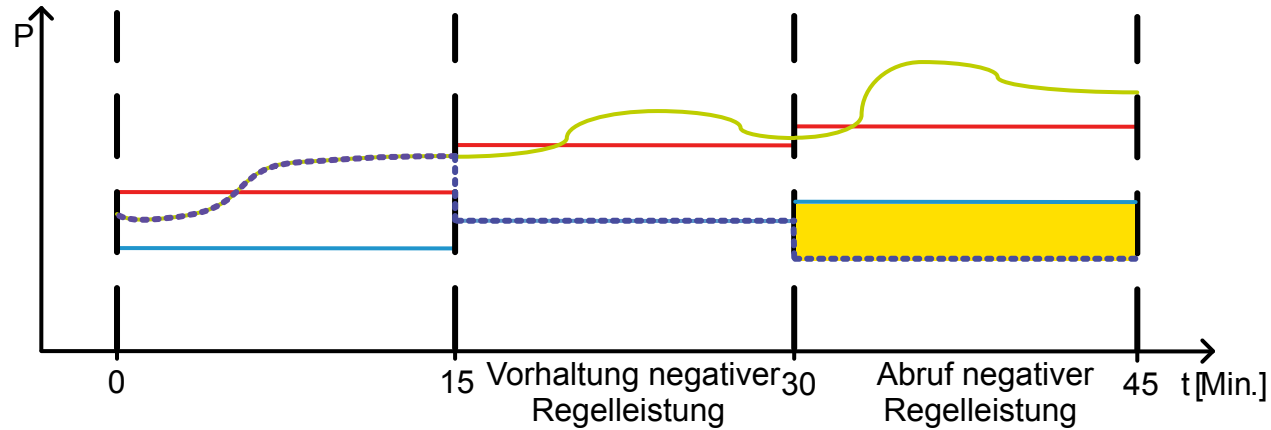


- Angebotspotenzial Pool 1GW Windpark und 5 Gasturbinen á 200 MW

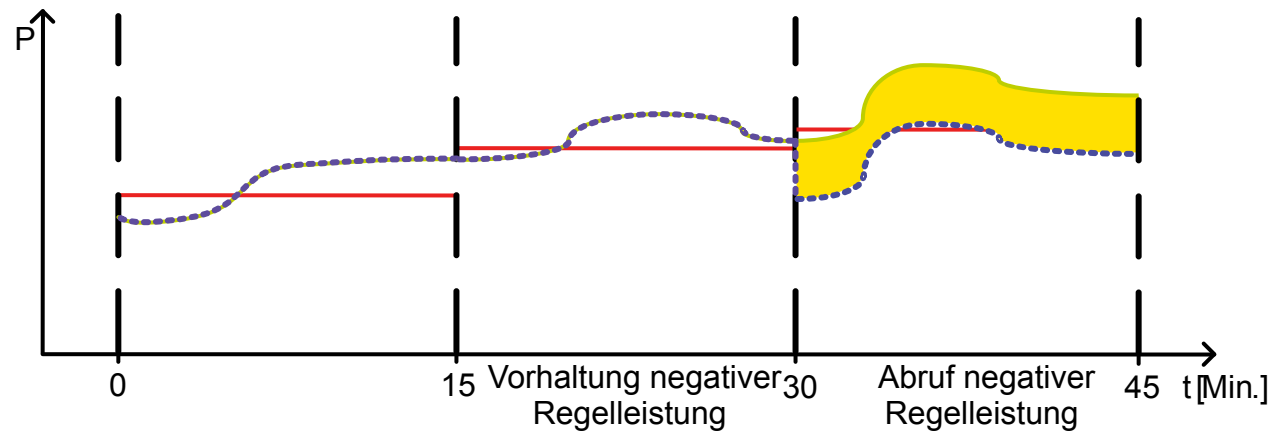
Durch das Pooling mit wenigen steuerbaren Anlagen kann das Potenzial bei einer Untertagsauktion kaum gesteigert werden.

NACHWEISMETHODE

Nachweisverfahren negative Regelleistung



Fahrplan

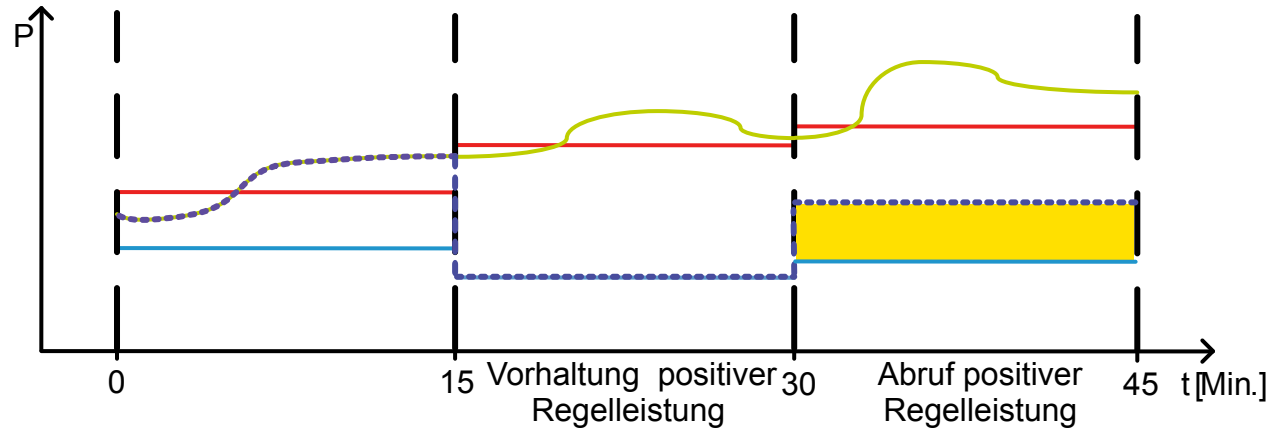


mögliche
Einspeisung

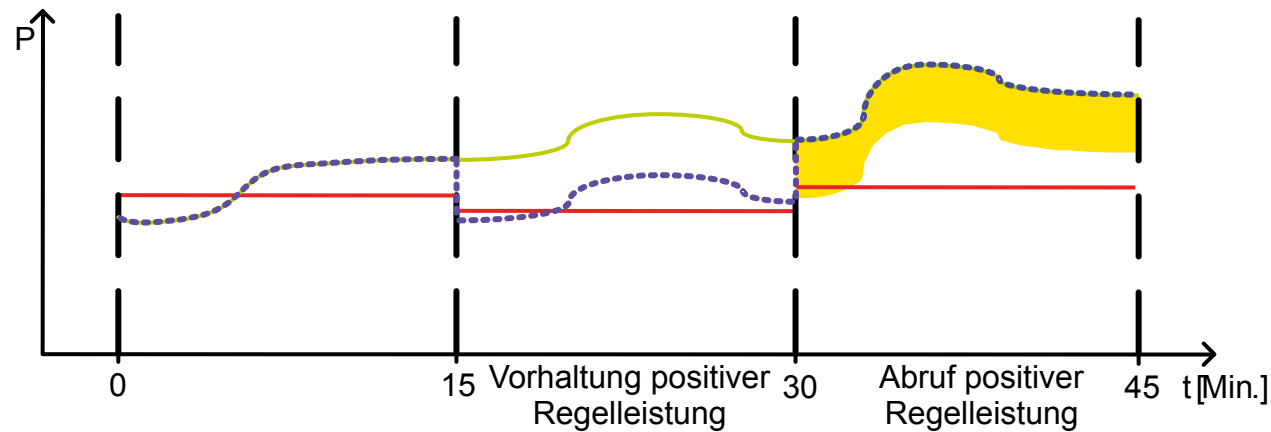
RdW

- Prognose
- prob. 1h-Kurzfristprognose
- Regelenergie
- - - reale Einspeisung
- mögliche Einspeisung

Nachweisverfahren positive Regelleistung



Fahrplan



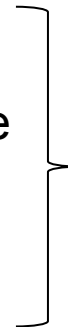
mögliche
Einspeisung

RdW

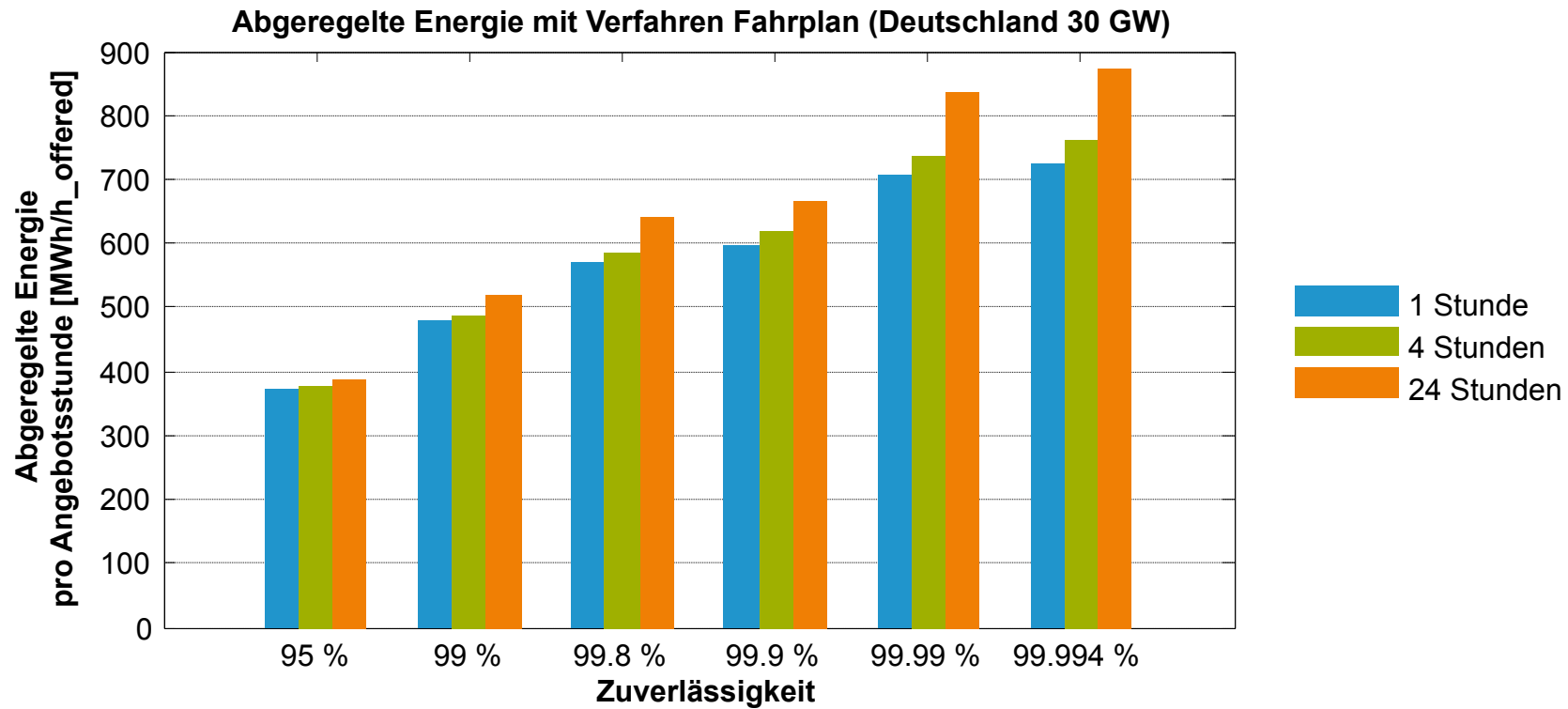
- Prognose
- prob. 1h-Kurzfristprognose 99,9%
- - - reale Einspeisung
- █ mögliche Einspeisung
- Regelenergie

Übersicht Kriterien

1. Reduzierung von **Energieverlusten**
2. Reduzierung der **Kosten** der Regelenergie
3. **Betriebswirtschaftliche** Umsetzbarkeit
4. **Sicherheit** der Regelleistung
5. Gleiche **Marktbedingungen** für alle
6. **Technische** Umsetzbarkeit
7. **Marktintegration**
8. **Missbrauchsgefahr**



Reduzierung von Energieverlusten



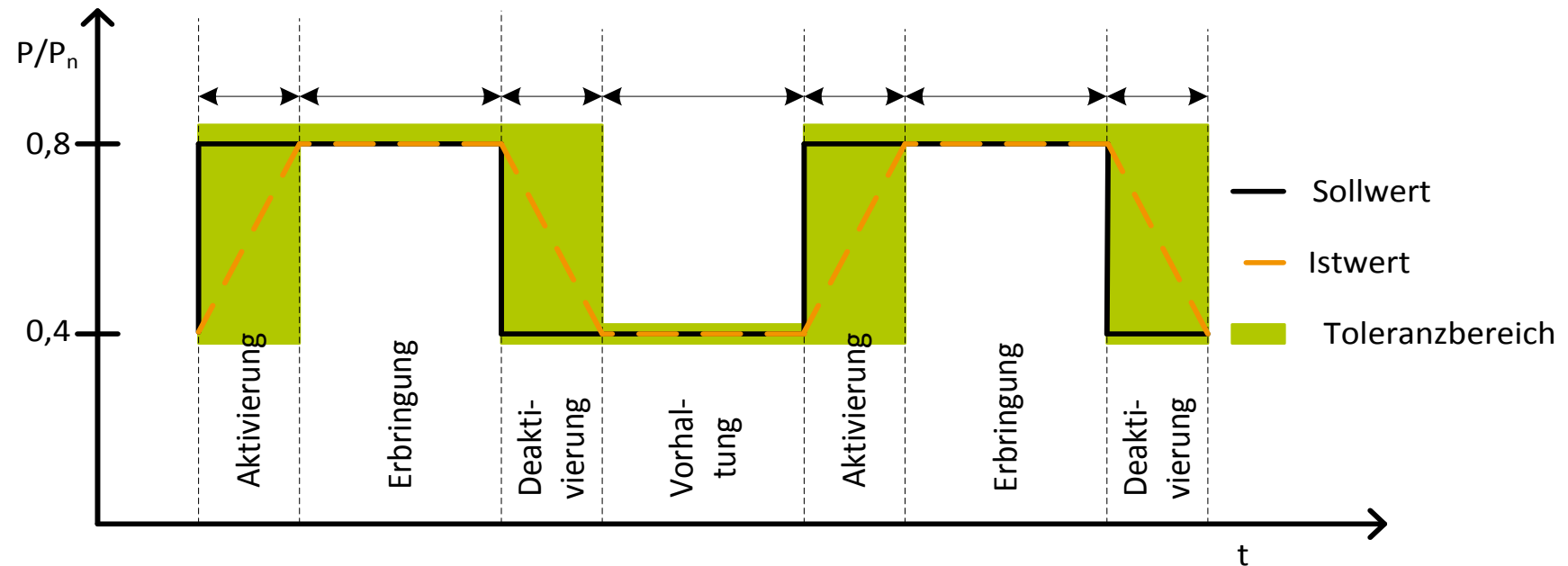
■ Energieverluste des Deutschlandpools Wind beim Verfahren Fahrplan

■ 1 GW oder 3,3% Nennleistung bei 99,994% und 1h Produktlänge

■ Keine Energieverluste mit „möglicher Einspeisung“ = mehr EE

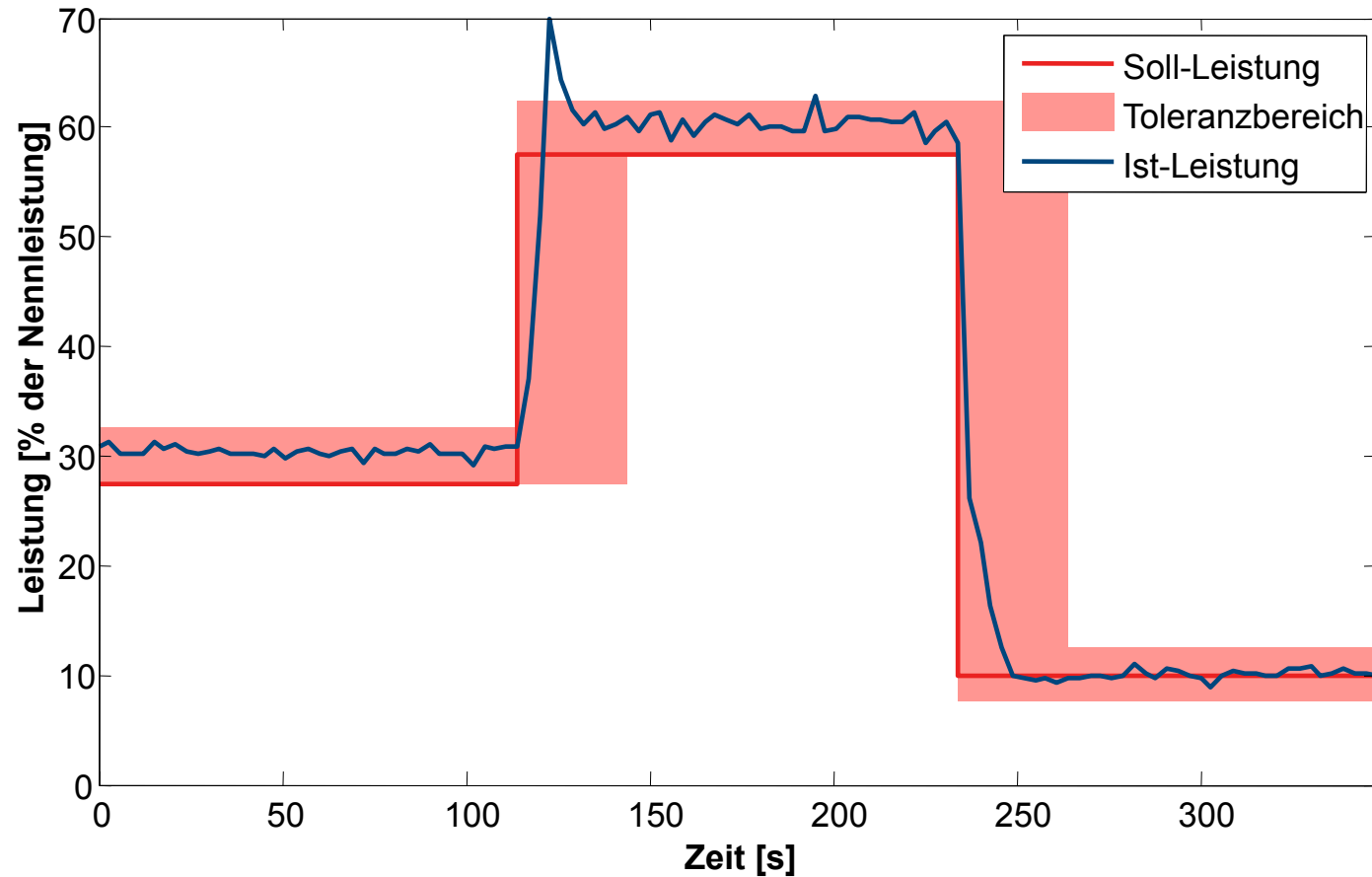
FELDTEST

Musterprotokoll Verfahren „Fahrplan“



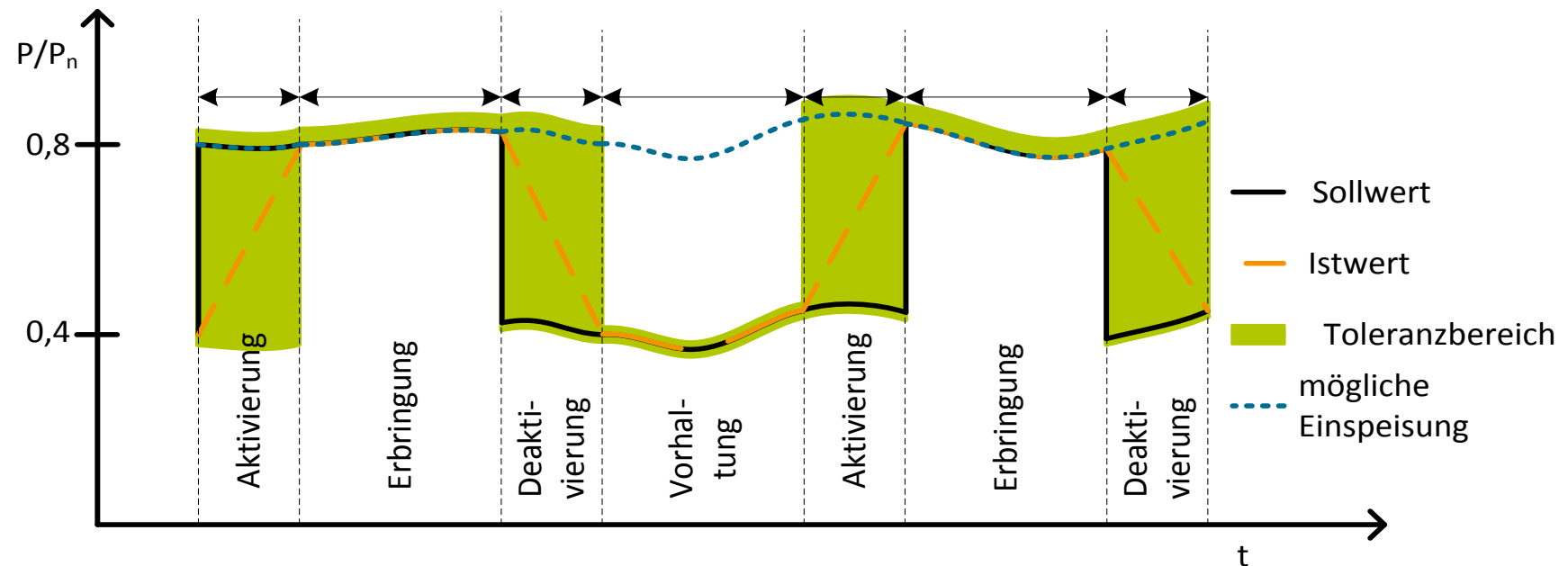
Das Musterprotokoll enthält neben dem Sollwertverlauf auch einen Toleranzbereich, der an den Regelung im Rahmenvertrag angelehnt ist.

Feldtest Verfahren „Fahrplan“



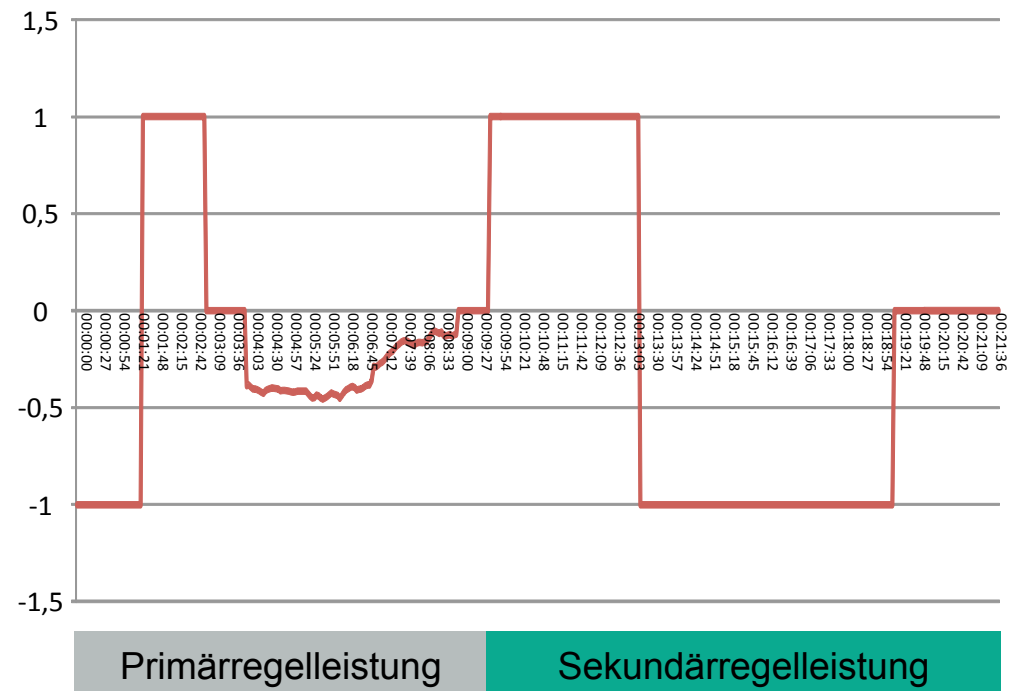
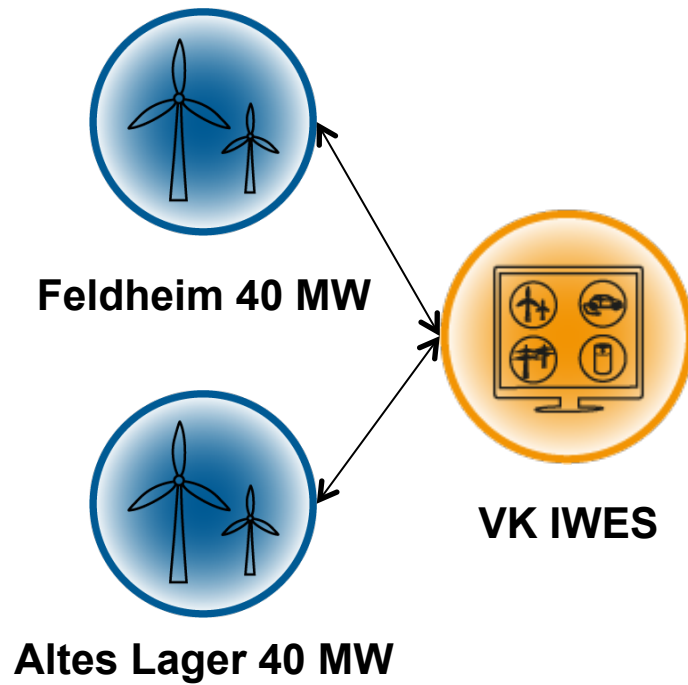
Die technische Umsetzung des Verfahrens Fahrplan stellt für Windparks keine Herausforderung dar.

Musterprotokoll Verfahren „mögliche Einspeisung“

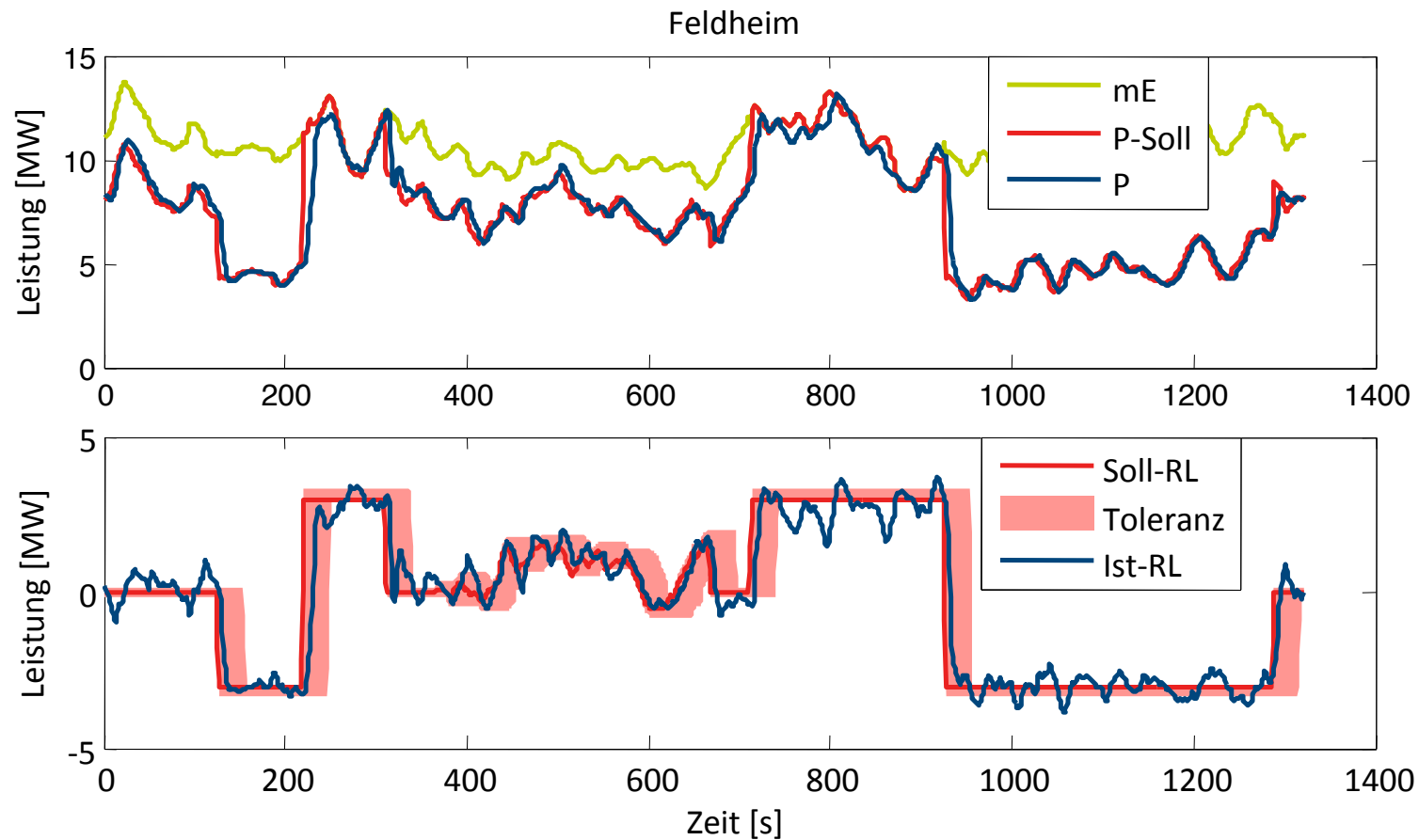


Auch beim Verfahren „mögliche Einspeisung“ enthält das Musterprotokoll neben dem Sollwertverlauf einen Toleranzbereich.

Feldtest Überblick

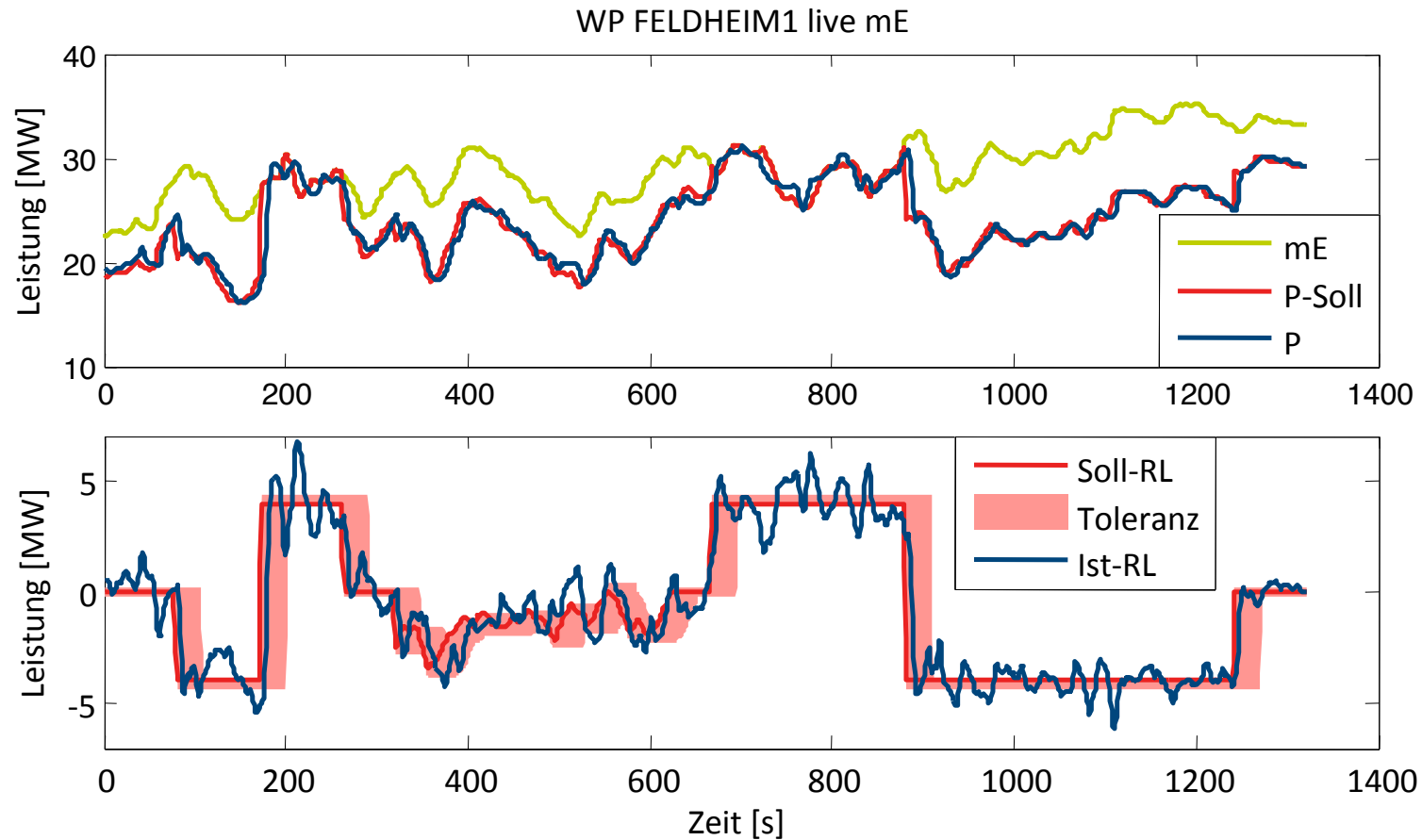


Ergebnisse Feldheim – mittlere Windleistung



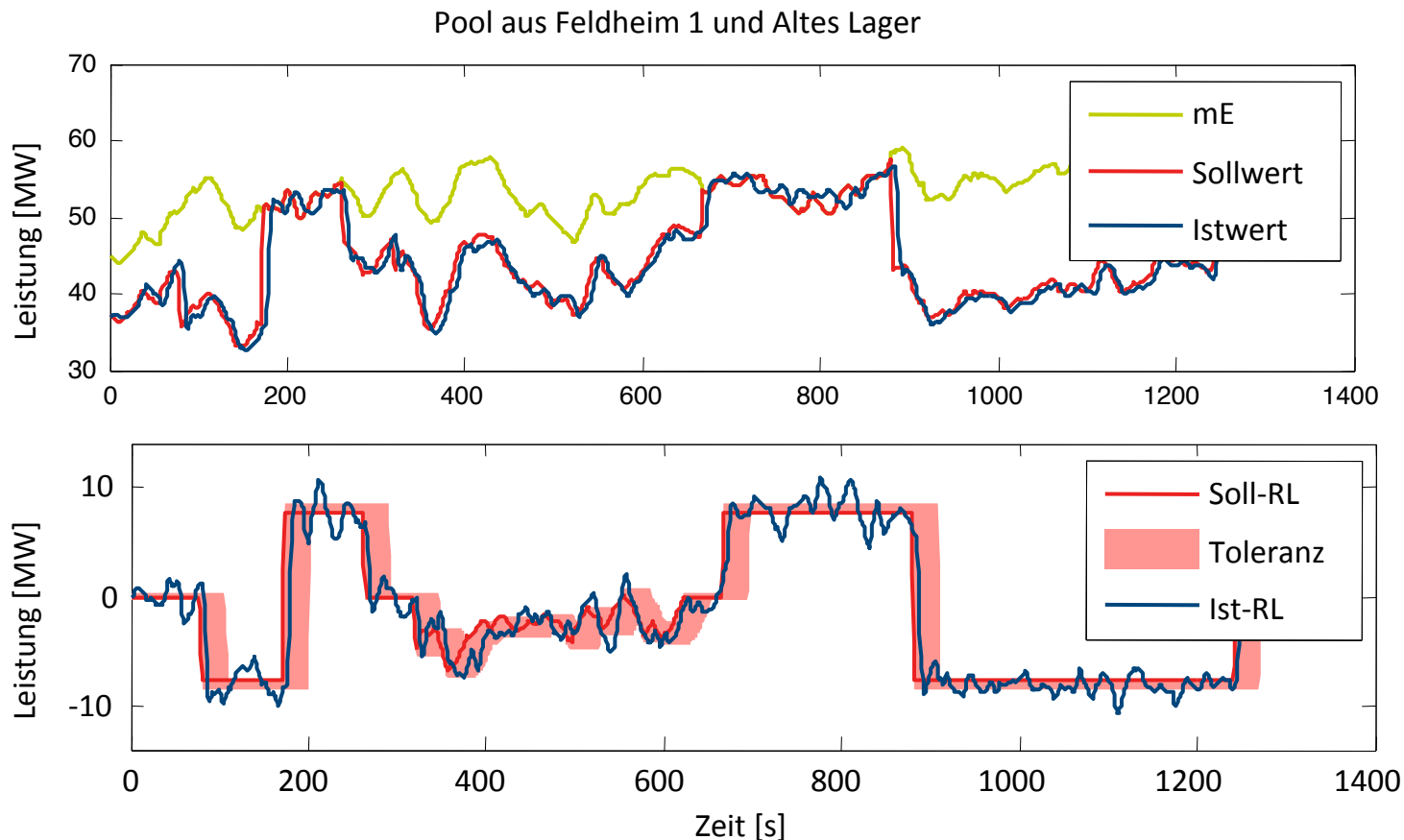
Die Herausforderung beim Verfahren „mögliche Einspeisung“ ist nicht die Aktivierungsgeschwindigkeit sondern das Folgen der Windleistungsvariabilität.

Ergebnisse Feldheim – hohe Windleistung



Bei einer hohen Windleistung nimmt die Fluktuation der Windleistung zu, wodurch auch die Einhaltung des Sollwertes erschwert wird.

Ergebnisse Altes Lager + Feldheim



Bereits durch das Pooling von zwei Windparks steigt die Genauigkeit deutlich an, sodass ein Pool von mehreren Windparks vermutlich genau genug ist.

FAZIT

Ergebnisse

- **Probabilistische Prognosen** ermöglichen **Zuverlässigkeit**
- Für die Potentiale sind ...
 - ... kurze **Vorlaufzeit** und/oder **Produktlängen** und
 - ... große **Poolgrößen** wichtig
- Regulatorische Rahmenbedingungen sind maßgeblich für die **Wirtschaftlichkeit**
- Feldtest mit einem **Virtuellen Kraftwerk** hat die Regelleistungserbringung erfolgreich erprobt
 - Regelleistung könnte mit dem Verfahren **Fahrplan** jetzt schon angeboten werden
 - Bestimmung der **möglichen Einspeisung** nicht ausreichend genau

Ausblick & Diskussion

■ Ausblick

- Abschlussbericht
- Nachfolgeprojekt ReWP
 - mögliche Einspeisung PV
 - Angebotsstrategien
 - IKT-Lösungen

■ Diskussion

- Wie gehen wir mit stochastischen Einheiten im Energiesystem um?
- Wie ist die Situation in Österreich?

Malte Jansen

malte.jansen@iwes.fraunhofer.de



Fraunhofer

IWES

VIELEN DANK FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT