

Dynamische Regel- und Reserveleistungsvorhaltung in zukünftigen Smart Grids

Anja Ohsenbrügge

Carl – von – Ossietzky University Oldenburg
Fakultät II – Department für Informatik
Abteilung Energieinformatik Prof. Dr. Lehnhoff

Energieinformatik 2013

2013-11-12



Agenda

- Begriffe und Definitionen
- Wissenschaftliche Fragestellung
- Vorgehensmodell
 - Prozessanalyse
 - Problemformulierung / Hypothesen
 - Modellbildung
- Zusammenfassung
- Acknowledgements

Motivation

Begriffe und Definitionen

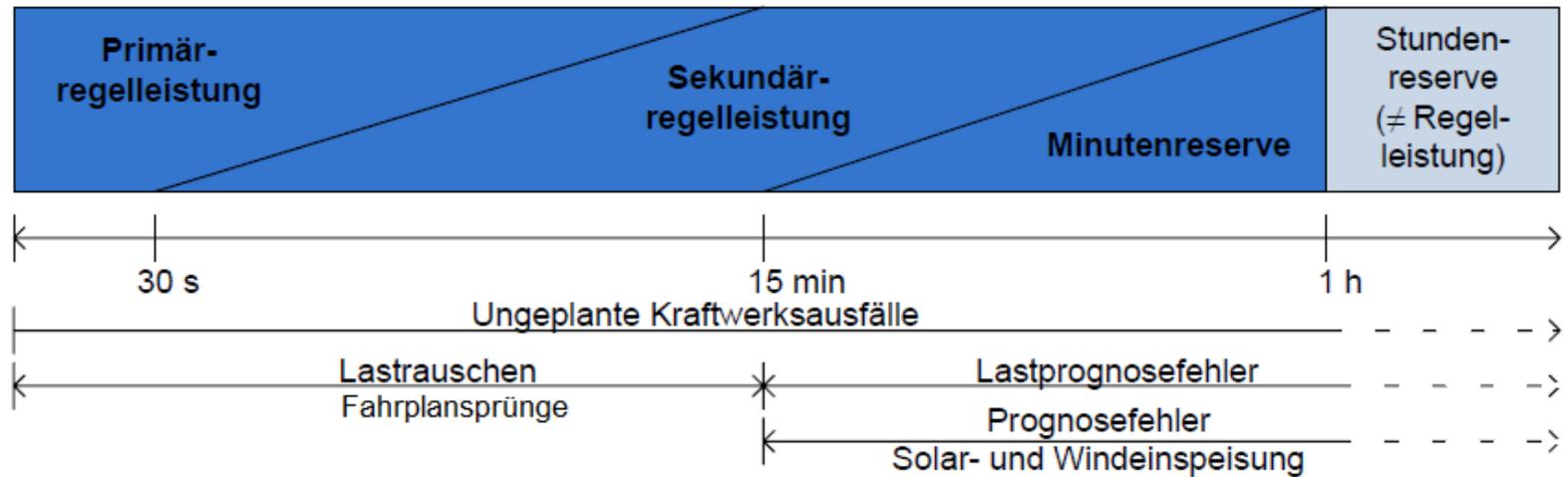
Versorgungssicherheit



[Eigene Darstellung in Anlehnung an e-control.at]

Begriffe und Definitionen

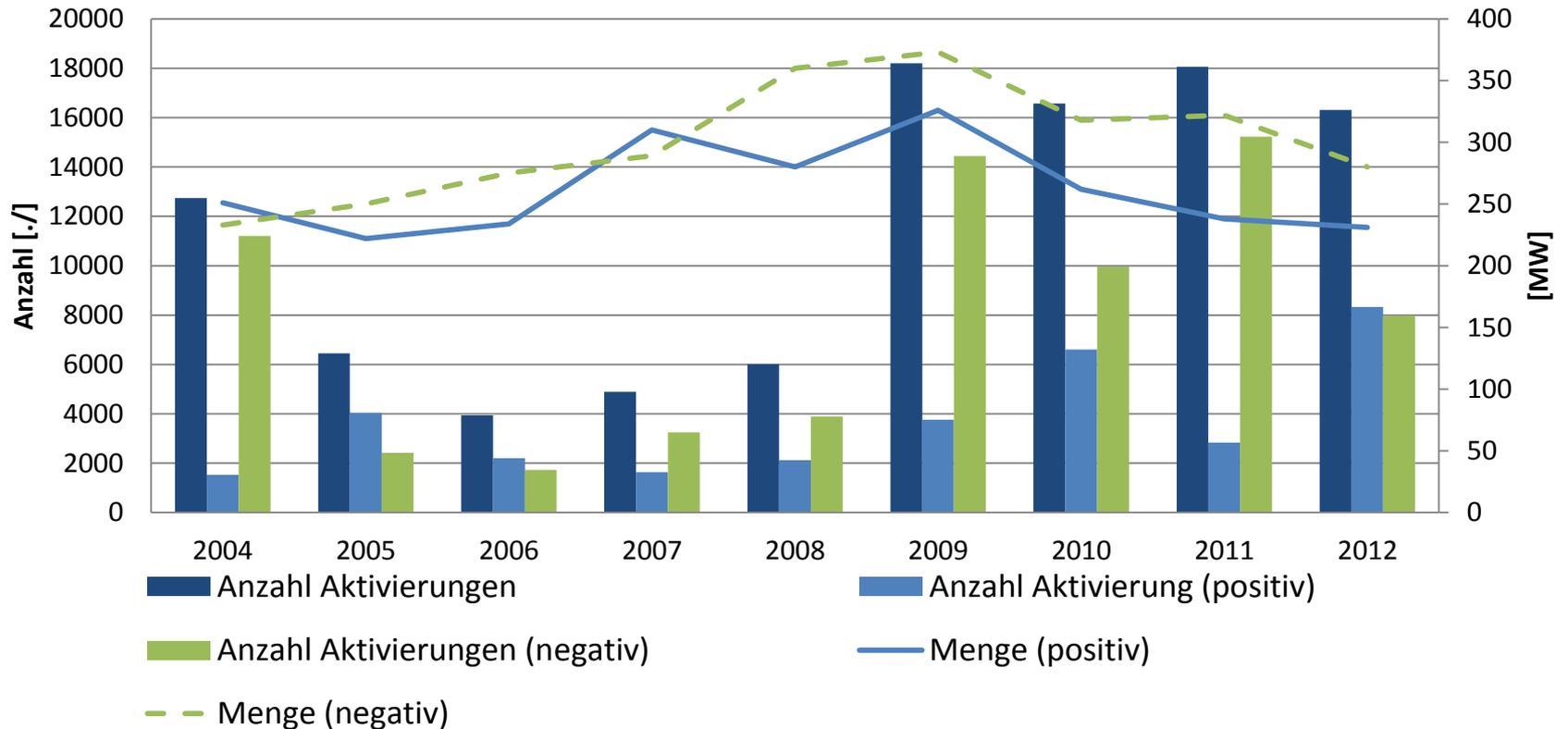
Arten von Regelleistung



[Quelle: Consentec GmbH]

Begriffe und Definitionen

Aktivierung von Minutenreserve 2004 – 2012

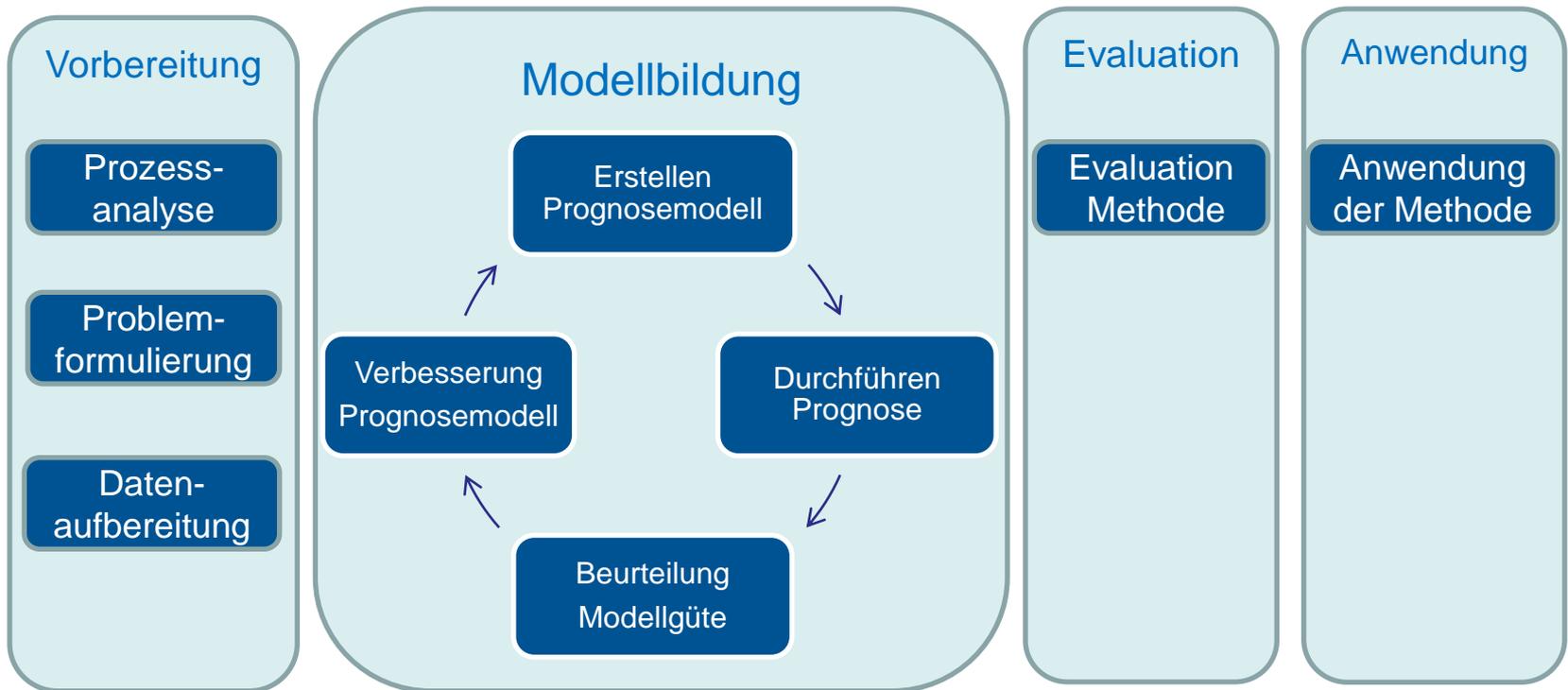


Wissenschaftliche Fragestellung

- **Wie ist eine dynamische Reservevorhaltung zu gestalten, die**
 - bedarfsgerecht ist
 - und die Eigenschaften volatiler Erzeugung mit einbezieht ?
- **Ziele**
 - Entwicklung einer dynamischen Methode für die Prognose der benötigten Regelenergie
 - Optimierung der Regelleistungsvorhaltung hinsichtlich
 - Ausschreibungszeitpunkt
 - Ausschreibungshorizont
 - Zuverlässigkeitsschranken

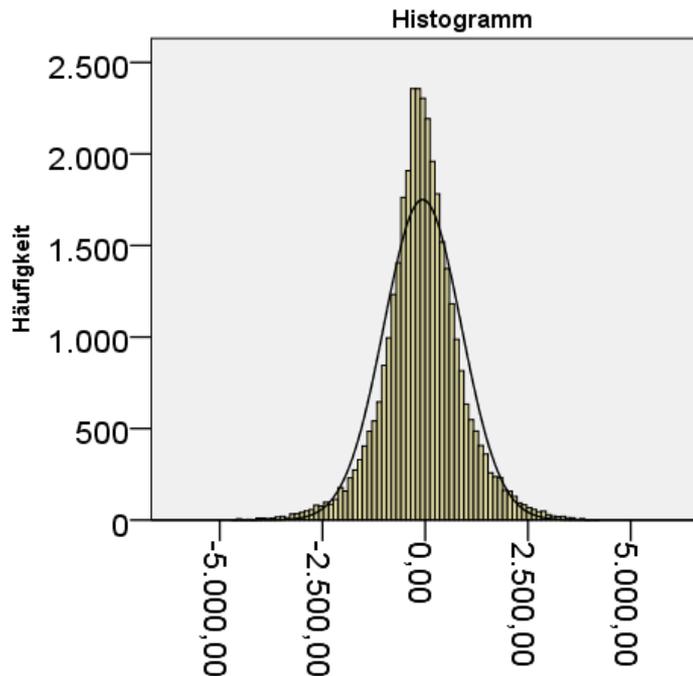
Vorgehen

Entwicklung eine Prognosemodells



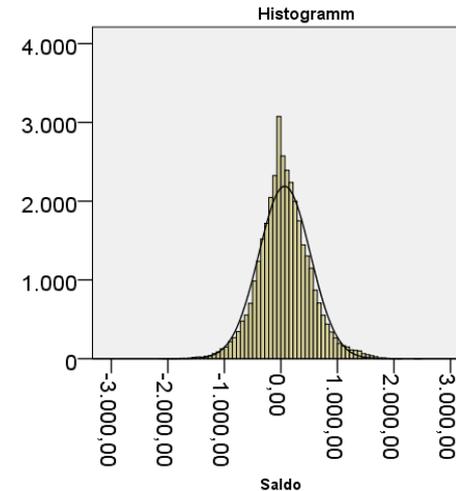
Prozess-analyse

Regelzonensalden 2012

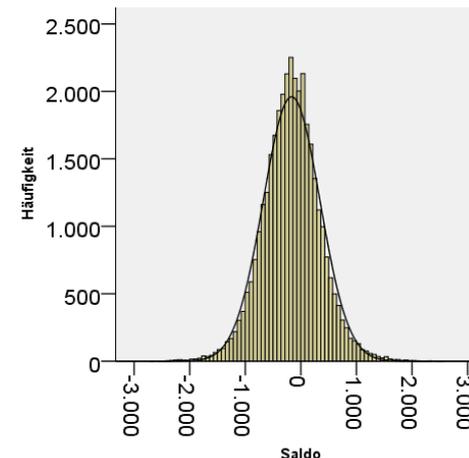


NRV

0,1 Perzentil :
-3.888 MW
 Vorgehaltene GRR
 - 4.272 MW
 99,9 Perzentil :
+3.448 MW
 Vorgehaltene GRR
 +3.821 MW



50 Hz

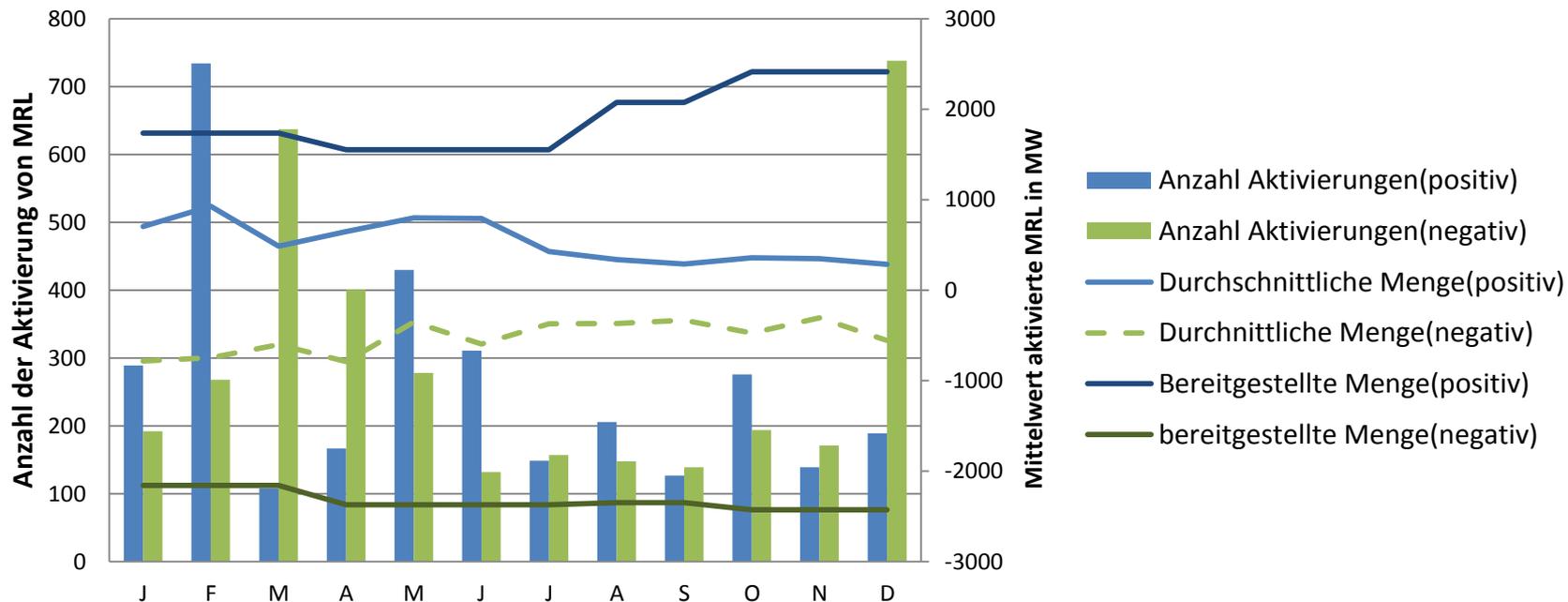


Amprion

| Saldo | Höchstlast [MW] | Mittelwert | σ /Maxlast |
|-----------------|-----------------|-------------|-------------------|
| Amprion | 30.724 | -167 | 1,66 |
| Tennet | 22.239 | 17 | 1,93 |
| 50 Hertz | 13.963 | 66 | 3,27 |
| Transnet | 12.559 | 19 | 1,99 |
| NRV | 79.485 | -65 | 1,18 |

Prozess-analyse

Analyse Minutenreserve 2012



Abrufhäufigkeit

= Intervalle mit Aktivierung / \sum Gesamtzeitraum
 = 0,07 positiv
 = 0,10 negativ

90 % ohne Aktivierung

Abruftrate

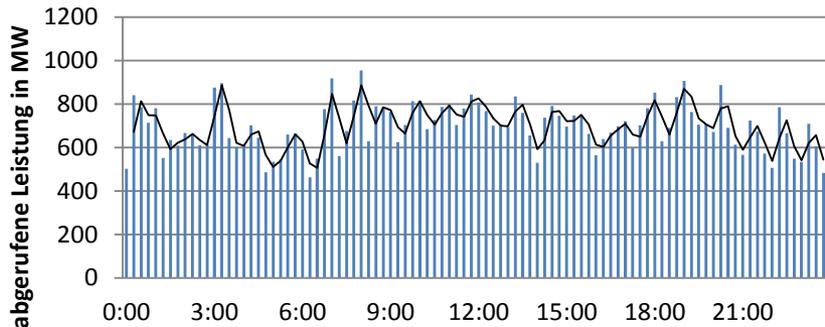
= abgerufene Leistung / bereitgestellte Leistung
 = 0,304 positiv
 = 0,227 negativ

70 % der bereitgest. Leistung nicht benötigt

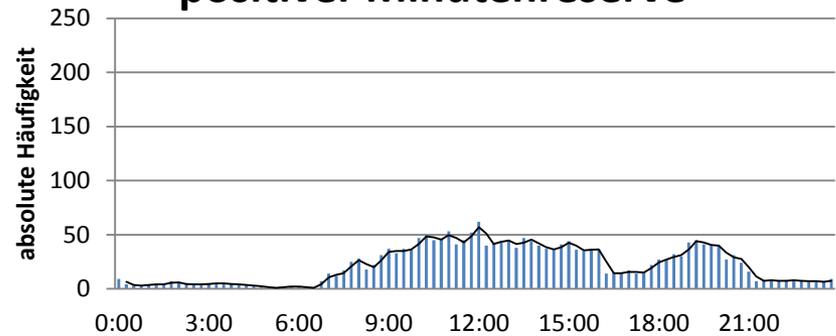
Prozess-analyse

Tageszeitabhängigkeit

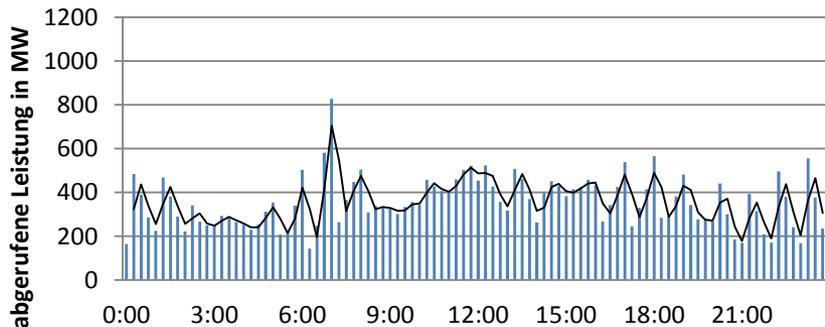
2008 - Summe -Ø Menge positiver Sekundärreserve



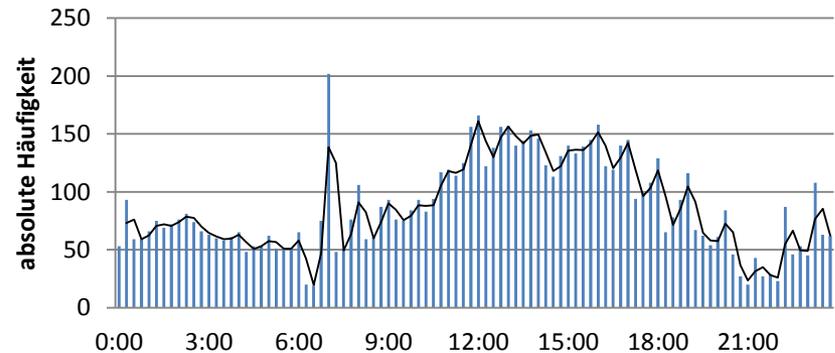
2008 - Summe -Anzahl der Abrufe positiver Minutenreserve



2012 - Summe - Ø Menge positiver Sekundärreserve



2012- Summe -Anzahl der Abrufe positiver Minutenreserve

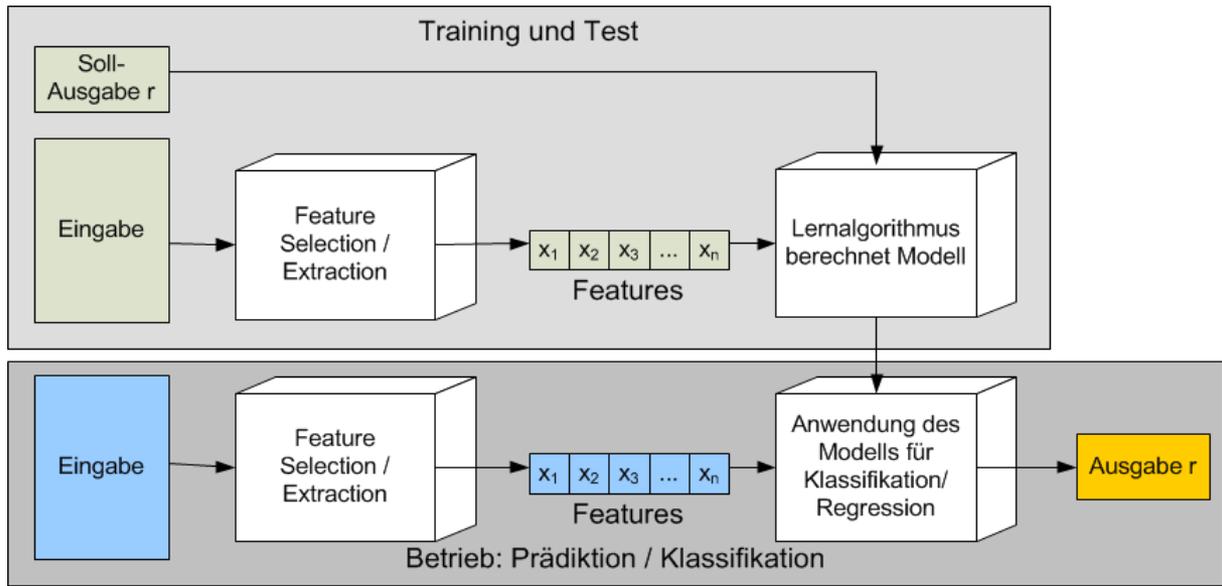


Hypothesen

- Aktivierung von Regelenergie nicht zufällig
- **Zusammenhänge** zwischen der **Aktivierung** von Regelleistung und dem aktuellen **Systemzustand**
- Zusammenhänge lassen sich nutzen um mit Methoden der **Künstlichen Intelligenz** “gelernt” zu werden
- **Vorhersage** des **Regelleistungsbedarfs** bzw. des **Risikos** anhand von neuen Mustern (**Systemzuständen/Prognosen**)
- **Dynamische Bemessung** der vorzuhaltenden Menge
- **Effiziente** Vorhaltung von Reserve durch **dezentrale Anlagen**

Erstellen Prognosemodell

Verfahren der KI



[Quelle: <http://www.hdm-stuttgart.de>]

- **Welches ist die beste KI-Methode um den Bedarf an Regelleistung vorherzusagen?**
- **Welches sind die entscheidenden Features (Feature subset selection)?**
 - **Einflussfaktorenwahl**
 - **Modellkomplexität**

Zusammenfassung

- Stetige **Zunahme dezentraler Erzeugung** mit **volatiler Einspeisung**
- Keine ausreichende Berücksichtigung in der aktuellen Reserve- und Regelleistungsstrategie
- **Korrelation** zwischen **Systemzustand** und **Regelleistung**
- **Effizienzsteigerung** durch **höher aufgelöste** Regelleistungsprognose
- **Reduktion** der vorzuhaltenden **Regelleistungsmenge**
- Bereitstellung durch **dezentrale Einheiten**

acknowledgements

- Diese Promotion ist Teil des SEE-programm “**S**ystem integration **E**rneuerbare **E**nergien” gefördert vom Niedersächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kultur und der Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg
- Diese Promotion ist assoziiert an das Forschungsprojekt Smart Nord
- Das Niedersächsische Forschungsnetzwerk 'Smart Nord' dankt der Unterstützung durch das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur durch das 'Niedersächsisches Vorab' grant program (grant ZN 2764/ZN 2896).



Smart Nord

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Literatur

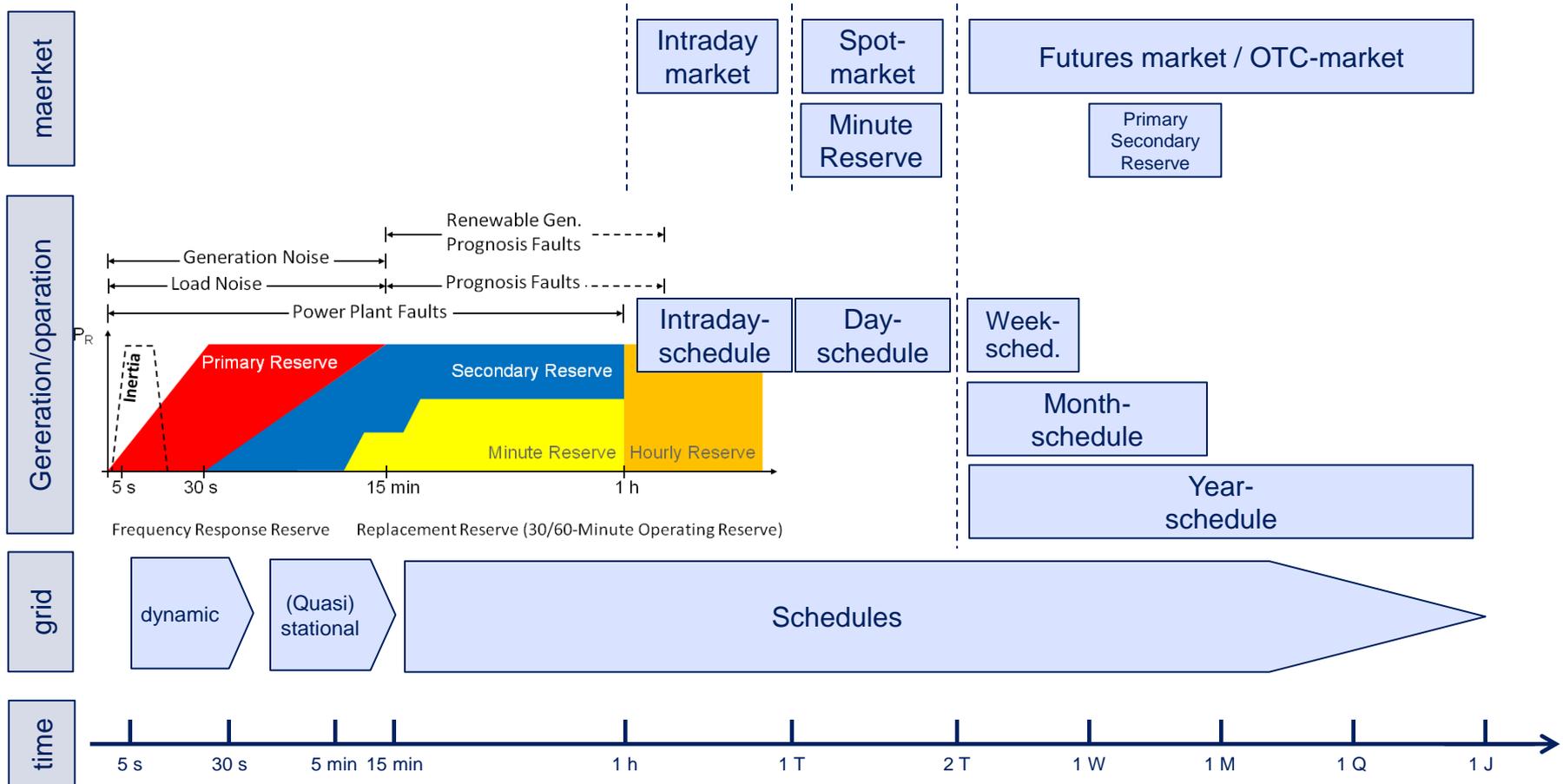
- bdew: Erneuerbare Energien und das EEG : Zahlen, Fakten, Grafiken, 31.01.2013
- Bretschneider, Peter: Speichertechnologien und Systemstabilität im Zeichen der Energiewende, Fraunhofer IOSB-AST, 2012
- IEA 2001: Toward a sustainable energy future, Heft 737
- Hoffmann, Peter: Systemsicherheit bei der Integration hoher Anteile erneuerbarer Energien, dena- Dialogforum, 24. April 2013
- Consentec 2008: Gutachten zur Dimensionierung des Regelleistungsbedarfs im Auftrag der Bundesnetzagentur, Haubrich
- Kaifel, A.; Felder, M.; Graves, A.: Wind power prediction using mixture density recurrent neural networks

approach

Occurrence of cluster activation

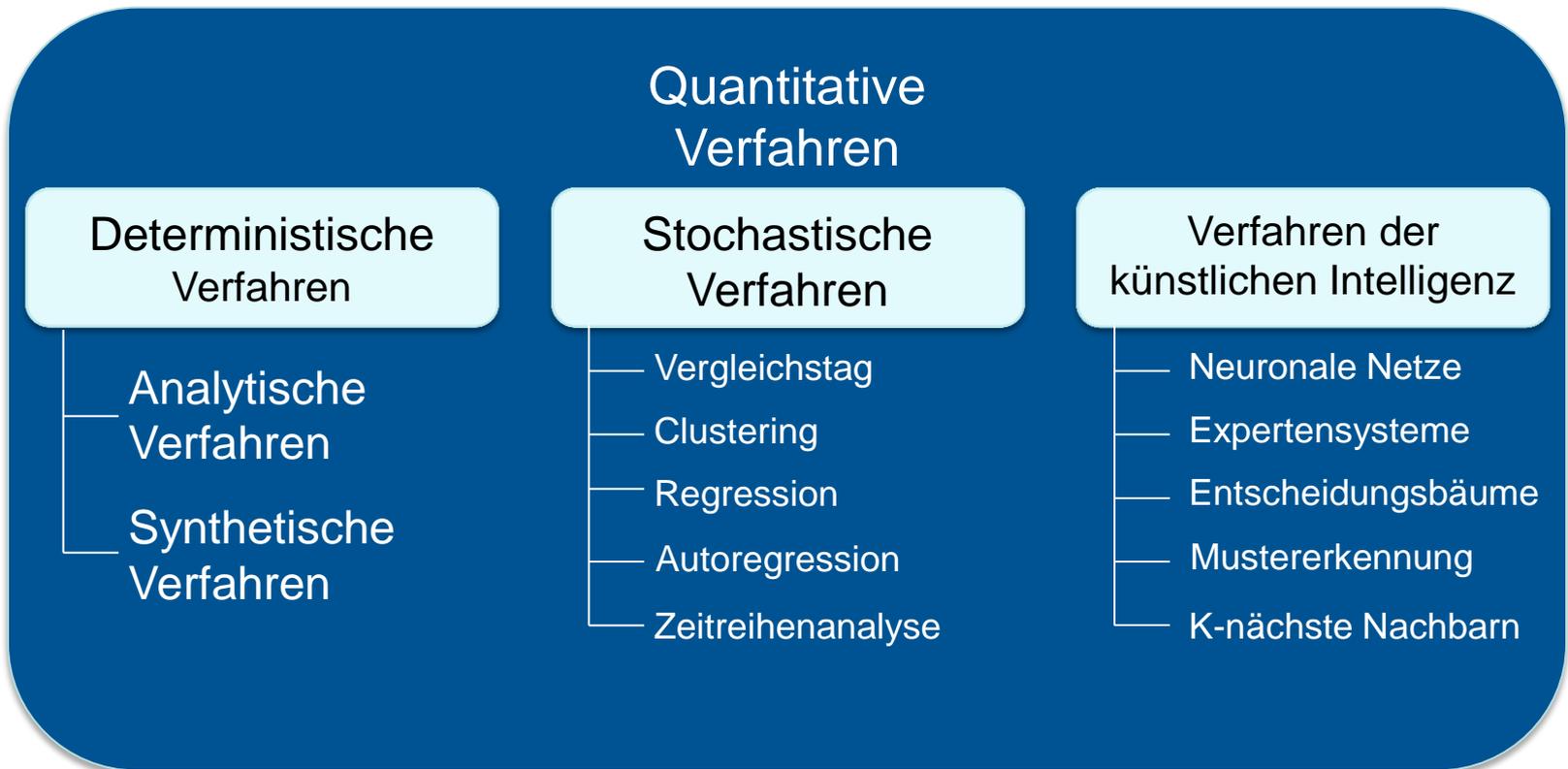
| Year | TSO | total number Interv. | total number Periods | number of activation/calls over several intervals | | | | number of activation from 2 to 4 intervals | | number of activation over more than 4 intervals | | | |
|-----------|------------|----------------------------|----------------------------|---|------------|------------|------------|--|-----|---|-----------|------------|------------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 2006/2007 | VET | 187 | | 38 | 20% | | | 24 | 13% | 14 | 7% | | |
| | RWE | 2631 | | 307 | 12% | | | 150 | 6% | 157 | 6% | | |
| | EON | 860 | | 156 | 18% | | | 110 | 13% | 46 | 5% | | |
| | EnBW | 169 | | 40 | 24% | | | 29 | 17% | 11 | 7% | | |
| 2012 | 50 Hz | 1934 | 431 | 1757 | 91% | 254 | 59% | 364 | 19% | 1393 | 72% | 106 | 25% |
| | Amprion | 2496 | 545 | 2246 | 90% | 295 | 54% | 389 | 16% | 1857 | 74% | 135 | 25% |
| | Tennet | 2292 | 323 | 2203 | 96% | 234 | 72% | 263 | 11% | 1940 | 85% | 130 | 40% |
| | TransnetBW | 1614 | 222 | 1558 | 97% | 166 | 75% | 172 | 11% | 1386 | 86% | 100 | 45% |

Dependencies between generation, market and grid



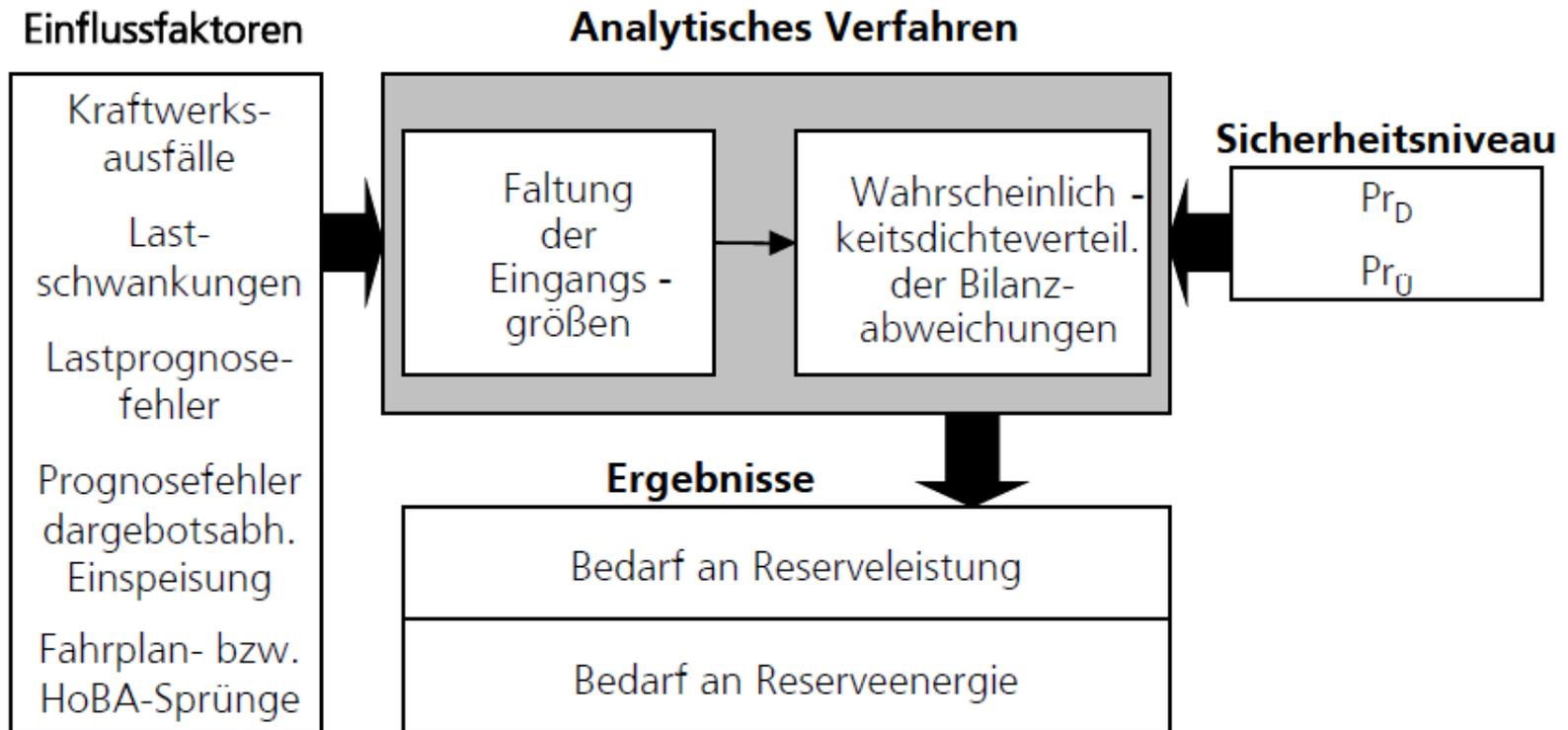
Erstellen
Prognosemodell

Auswahl der Methode



[Eigene Darstellung in Anlehnung an Prokhorova, Heimel 2013]

Überschrift



[Quelle: Gutachten zur Höhe des Regelleistungsbedarfs, S. 27, consentechHaubrich 2008:]