

# 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

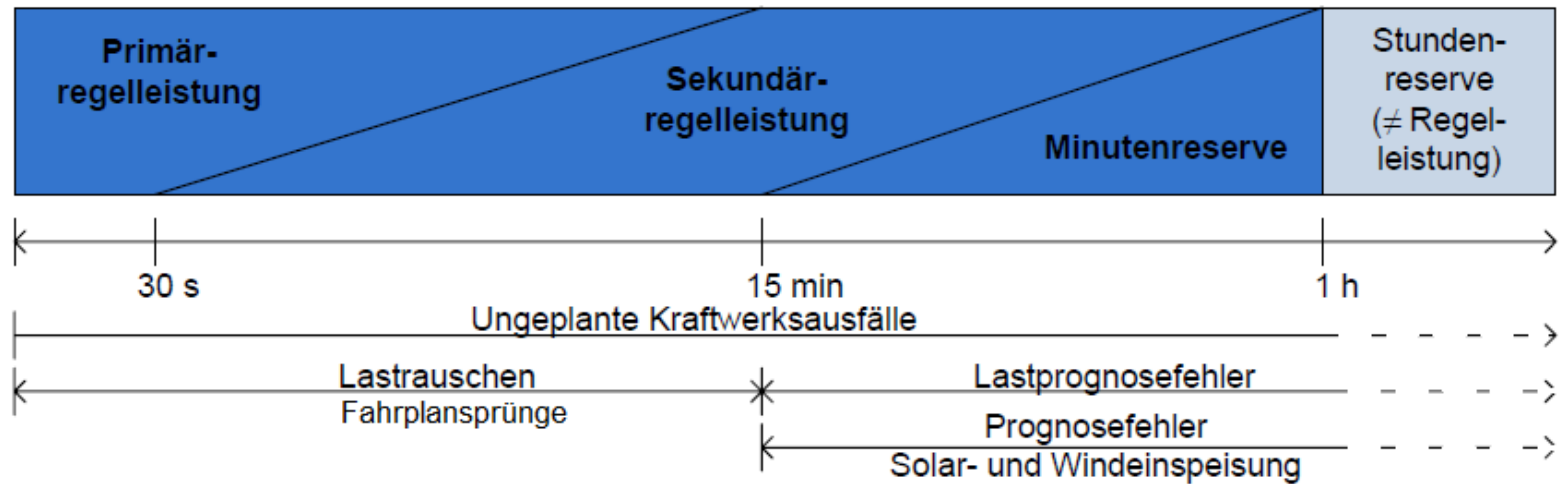
## Versorgungssicherheit



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

# Begriffe und Definitionen

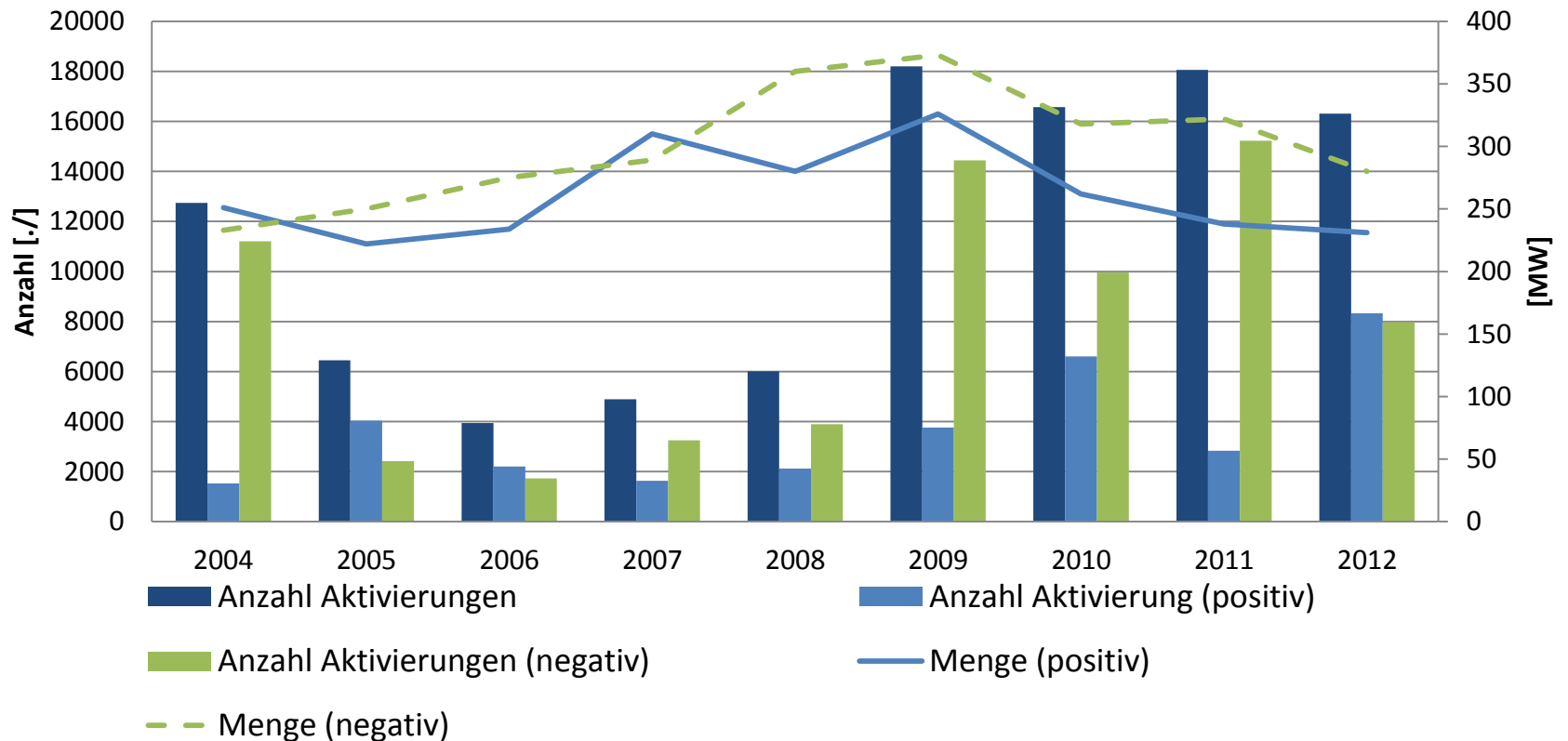
## Arten von Regelleistung



[Quelle: Consentec GmbH]

# Begriffe und Definitionen

## Aktivierung von Minutenreserve 2004 – 2012

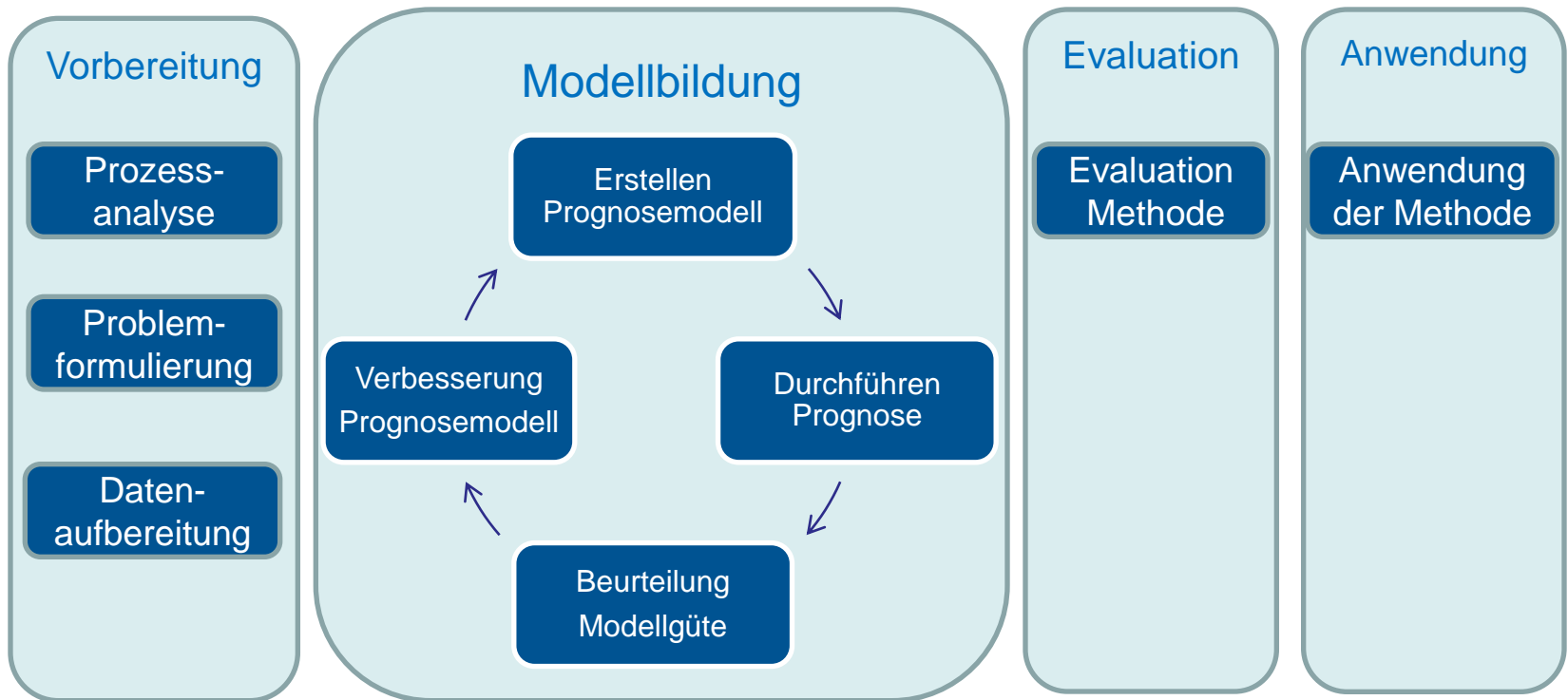


# Wissenschaftliche Fragestellung

- **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

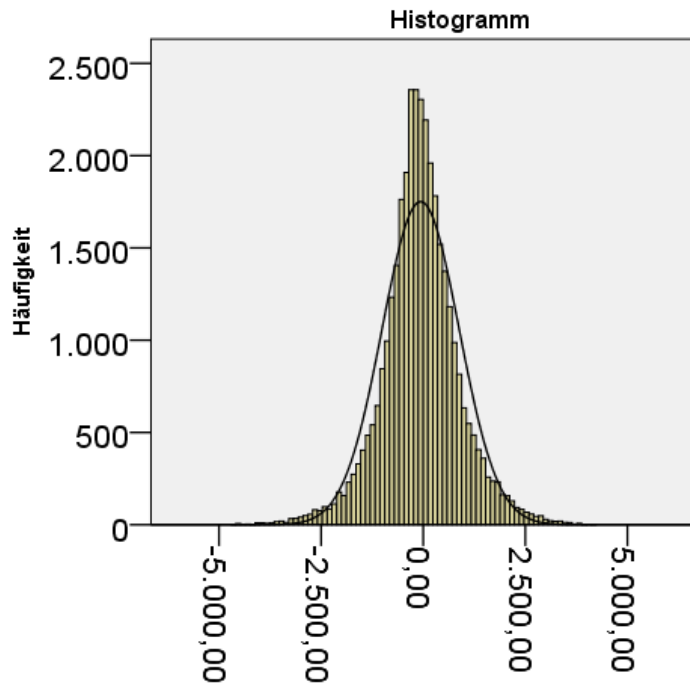
# Vorgehen

## Entwicklung eine Prognosemodells



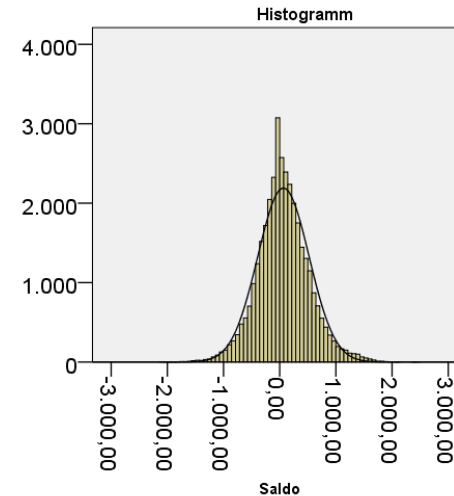
Prozess-analyse

# Regelzonensalden 2012

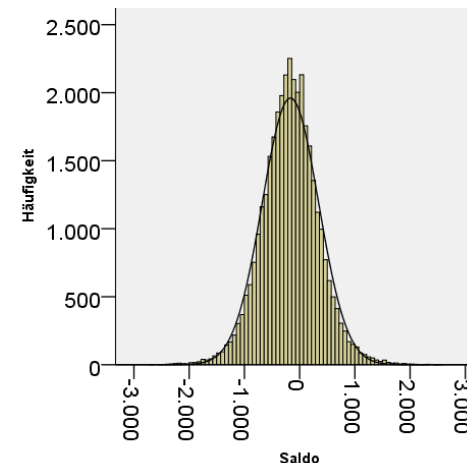


**NRV**

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



50 Hz



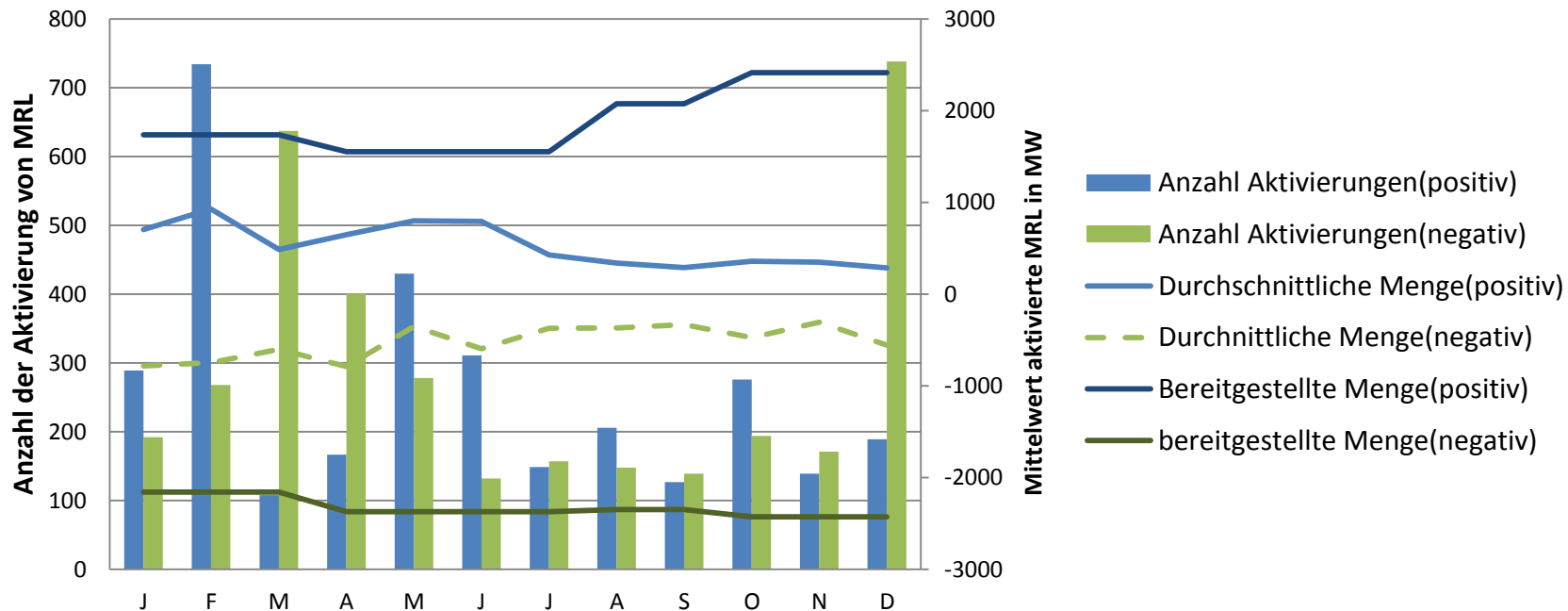
Amprion

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



Prozess-analyse

# Analyse Minutenreserve 2012



**Abrufhäufigkeit**

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

**90 % ohne Aktivierung**

**Abruftrate**

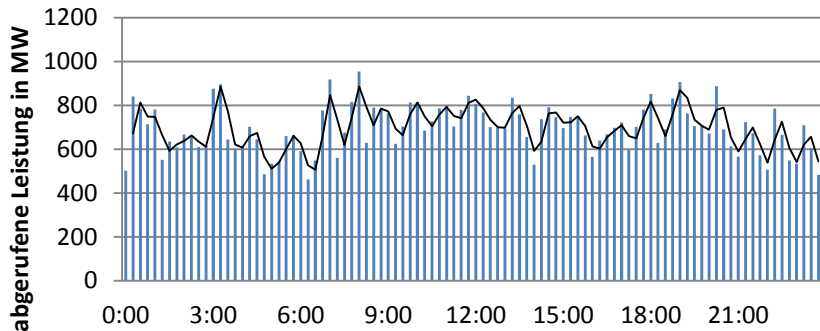
= abgerufene Leistung / bereitgestellte Leistung  
 = 0,304 positiv  
 = 0,227 negativ

**70 % der bereitgest. Leistung nicht benötigt**

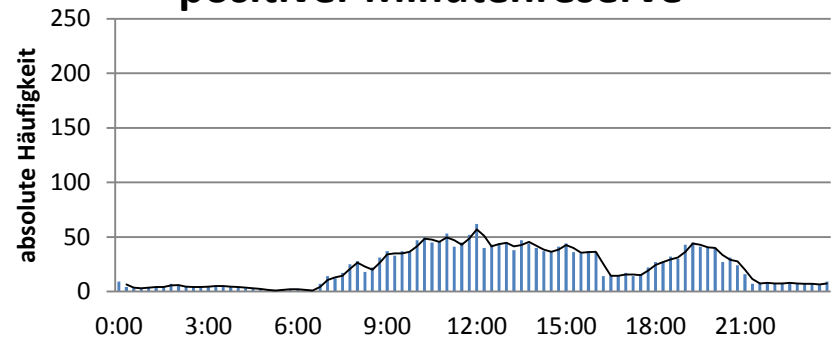
Prozess-analyse

# Tageszeitabhängigkeit

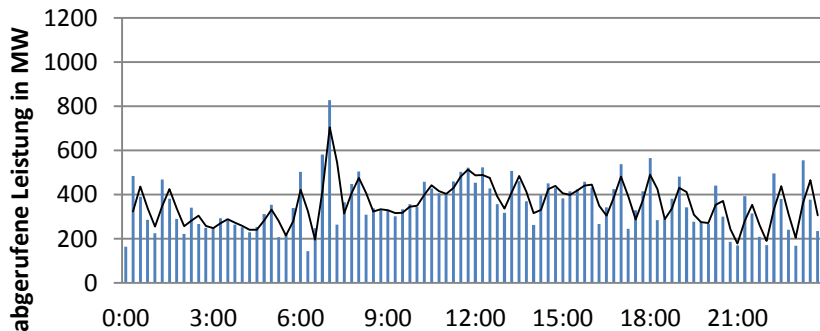
**2008 - Summe -Ø Menge positiver Sekundärreserve**



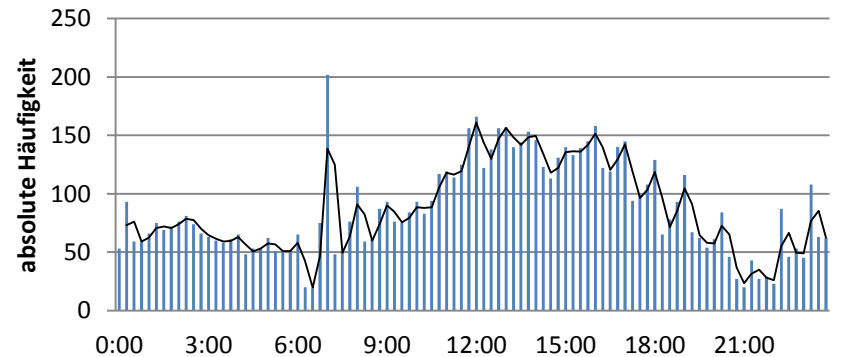
**2008 - Summe -Anzahl der Abrufe positiver Minutenreserve**



**2012 - Summe -Ø Menge positiver Sekundärreserve**



**2012- Summe -Anzahl der Abrufe positiver Minutenreserve**

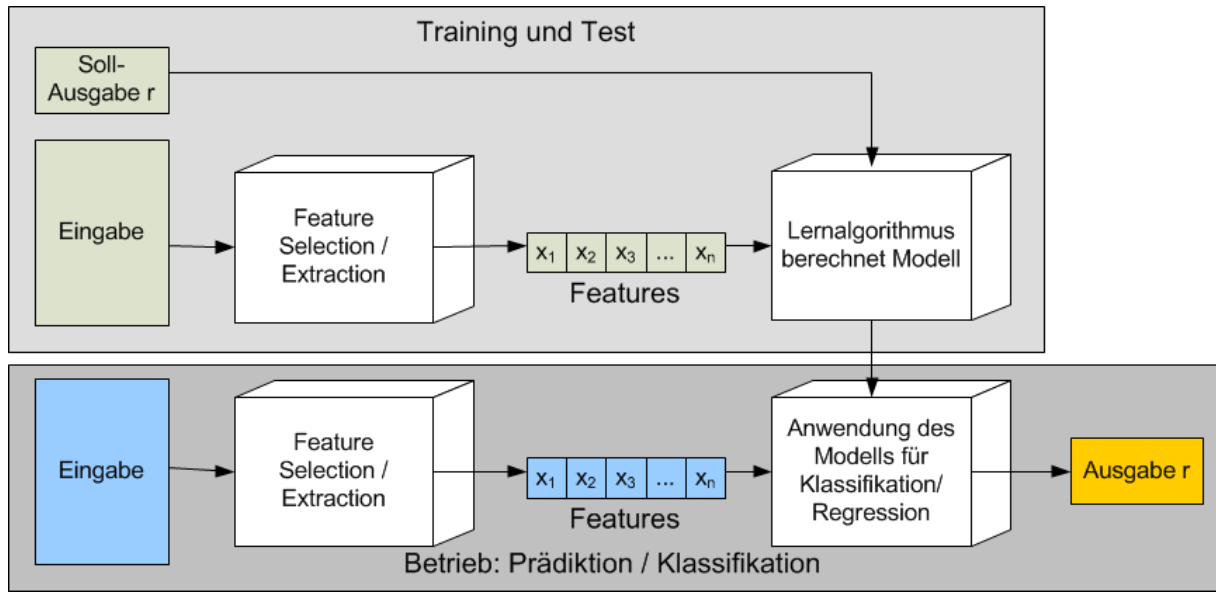


## Hypothesen

- 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

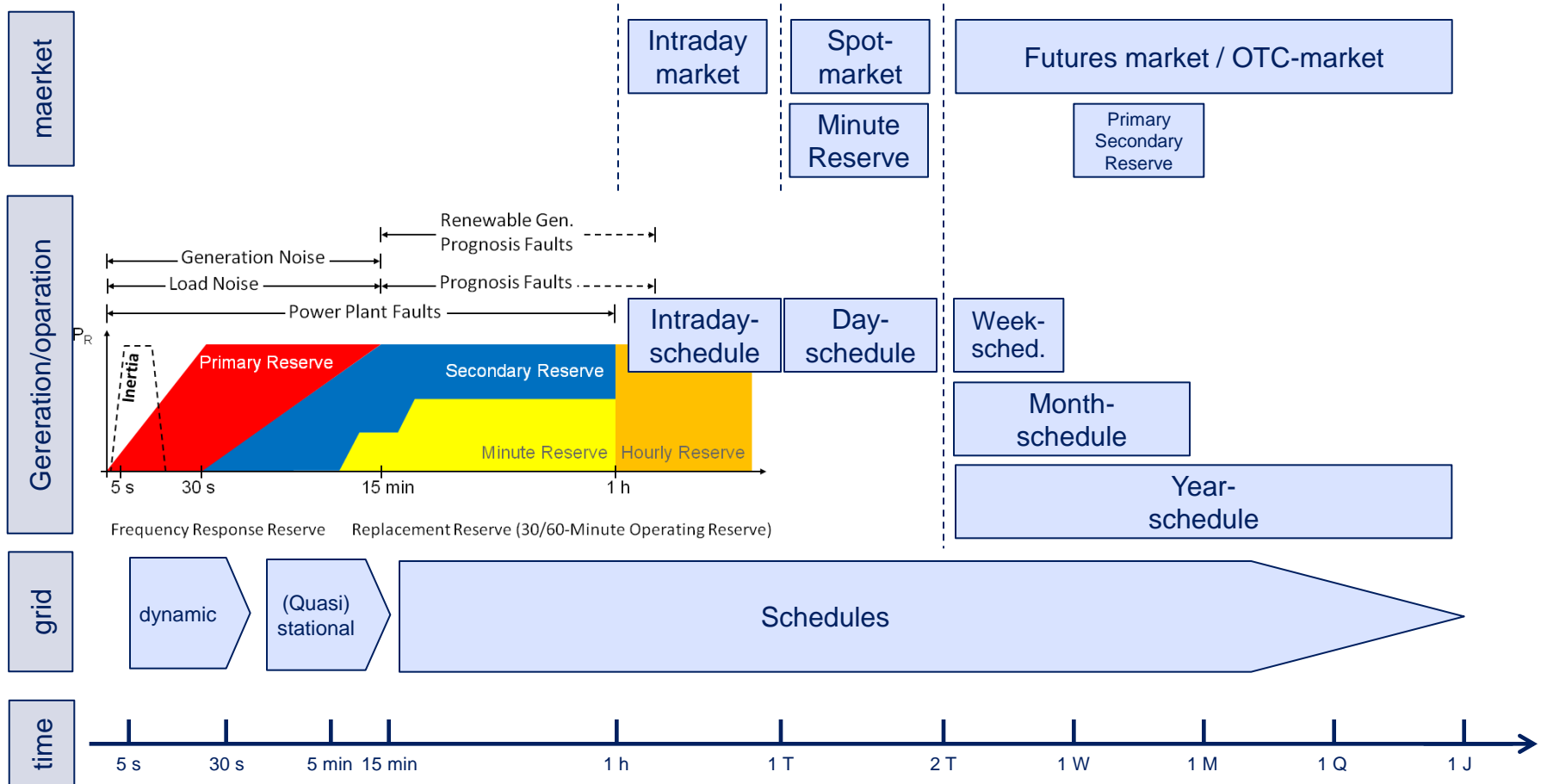


# approach

## Occurrence of cluster activation

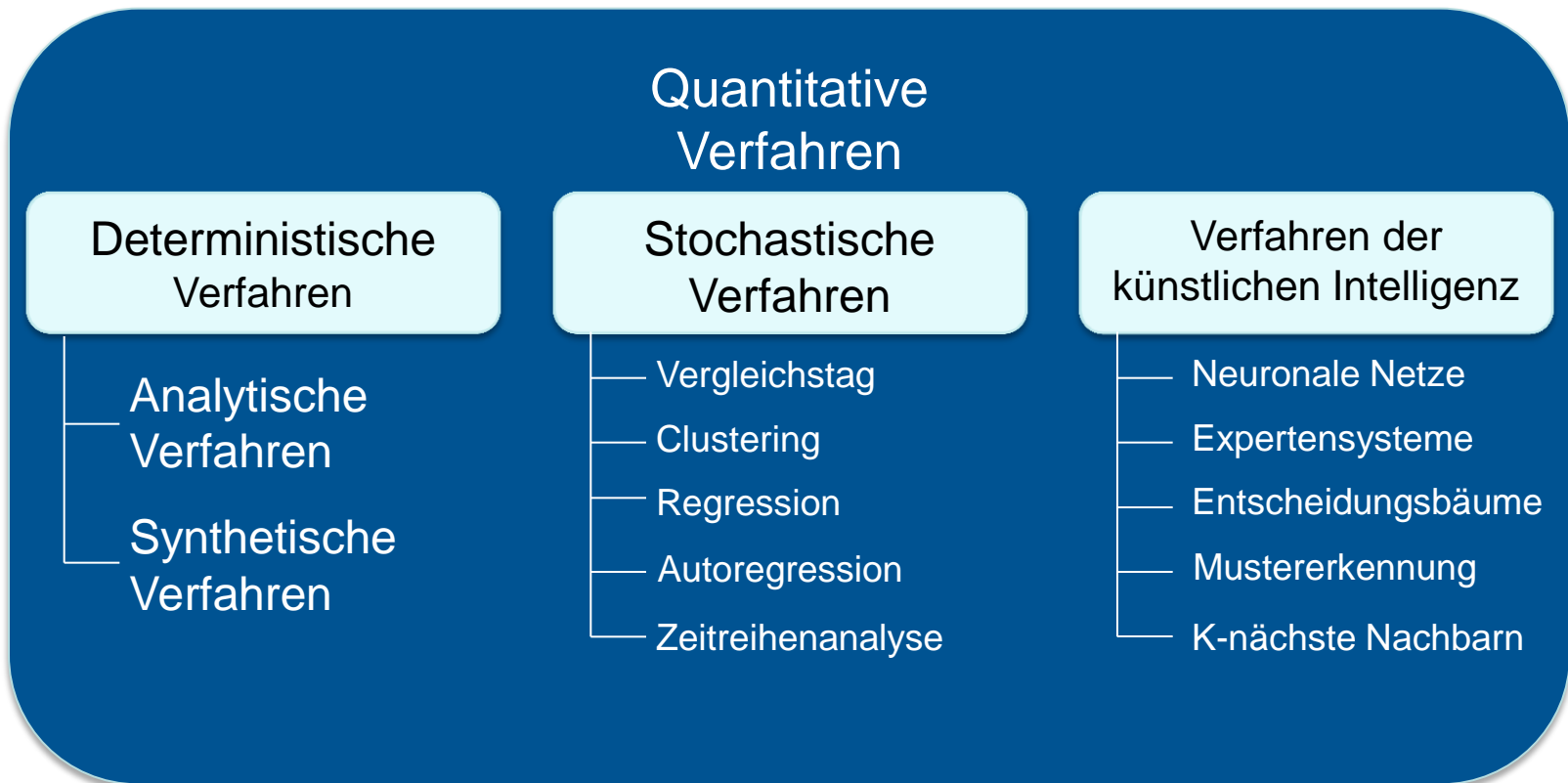
Year	TSO	total number Interv.	total number Periods	number of activation/calls over several intervals				number of activation from 2 to 4 intervals		number of activation over more than 4 intervals			
2006/2007	VET	187		<b>38</b>	<b>20%</b>			24	13%	<b>14</b>	<b>7%</b>		
	RWE	2631		<b>307</b>	<b>12%</b>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

# Dependencies between generation, market and grid



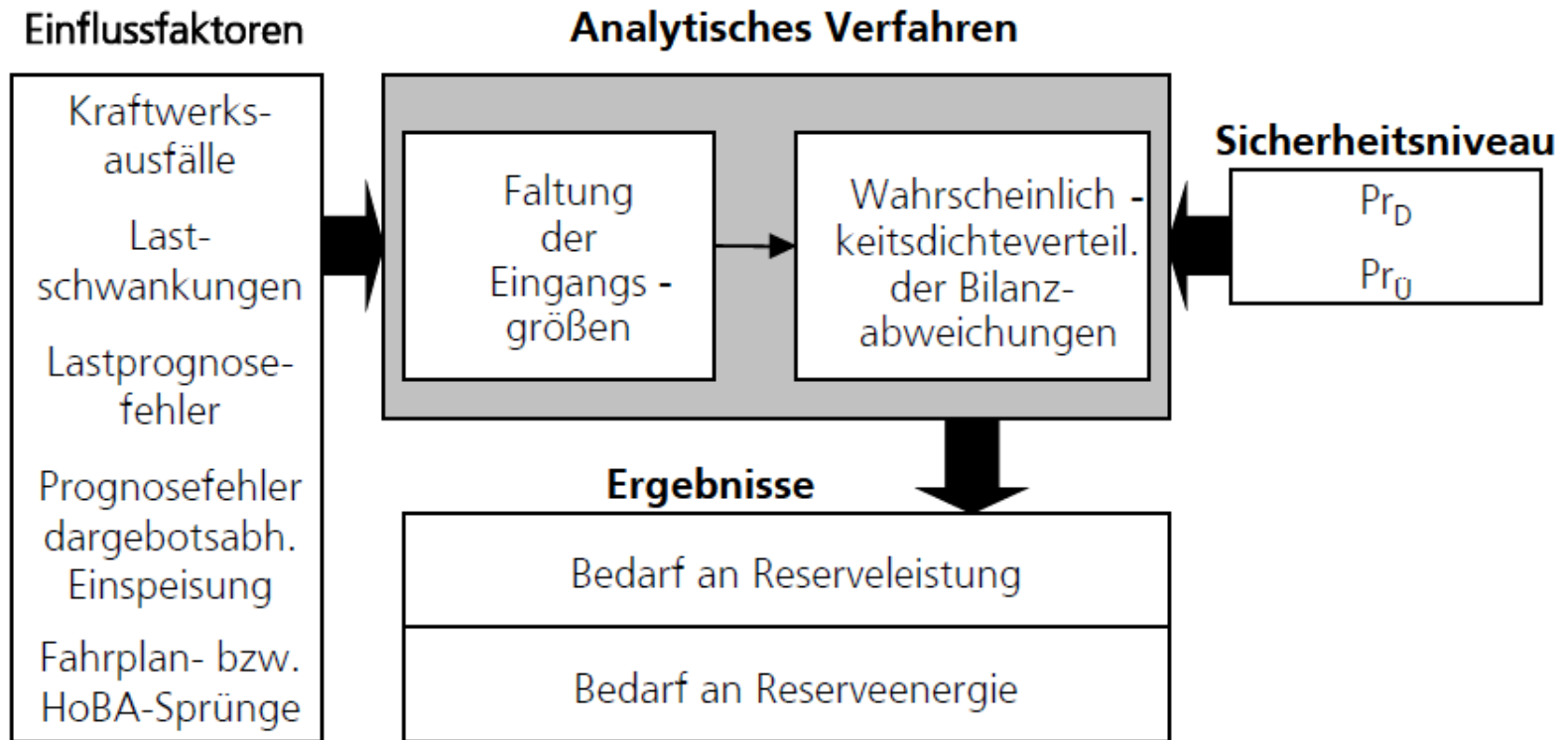
Erstellen  
Prognosemodell

# Auswahl der Methode



[Eigene Darstellung in Anlehnung an Prokhorova, Heimel 2013]

# Überschrift



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