



Quelle: dgs-solar.org

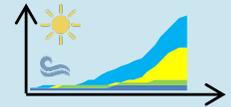
INTEGRATION VON FLUKTUIERENDEN ERNEUERBAREN ENERGIEN IN DEN BILANZKREIS MITTELS FLEXIBEL STEUERBARER ERZEUGUNG AUS BLOCKHEIZKRAFTWERKEN

Björn Osterkamp, M. Sc.

Gliederung

1

Einführung



2

Entwicklung eines Simulationsmodells



3

Bewertung Ausgleichspotenzial



4

Fazit



Gliederung

1	Einführung	
2	Entwicklung eines Simulationsmodells	
3	Bewertung Ausgleichspotenzial	
4	Fazit	

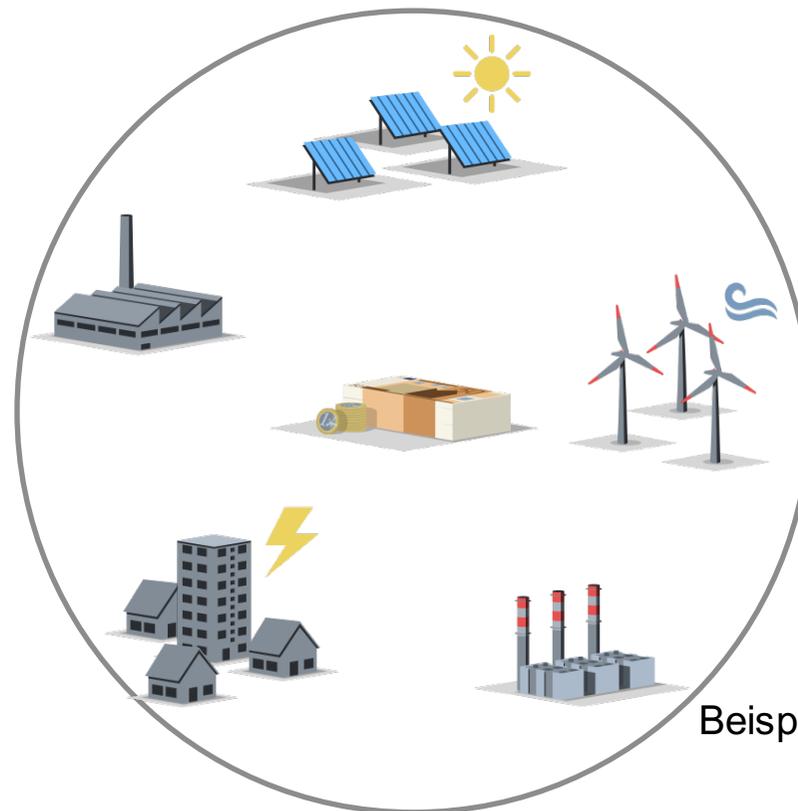
Ziel der Forschungsarbeit

Analyse des Potenzials zur **Vermeidung von Ausgleichsenergie** bei gleichzeitig steigender Aufnahme **fluktuierender, regenerativer Energieerzeugung** im Bilanzkreis durch den Einsatz **flexibel steuerbarer Blockheizkraftwerke**.



Bilanzkreis Strom

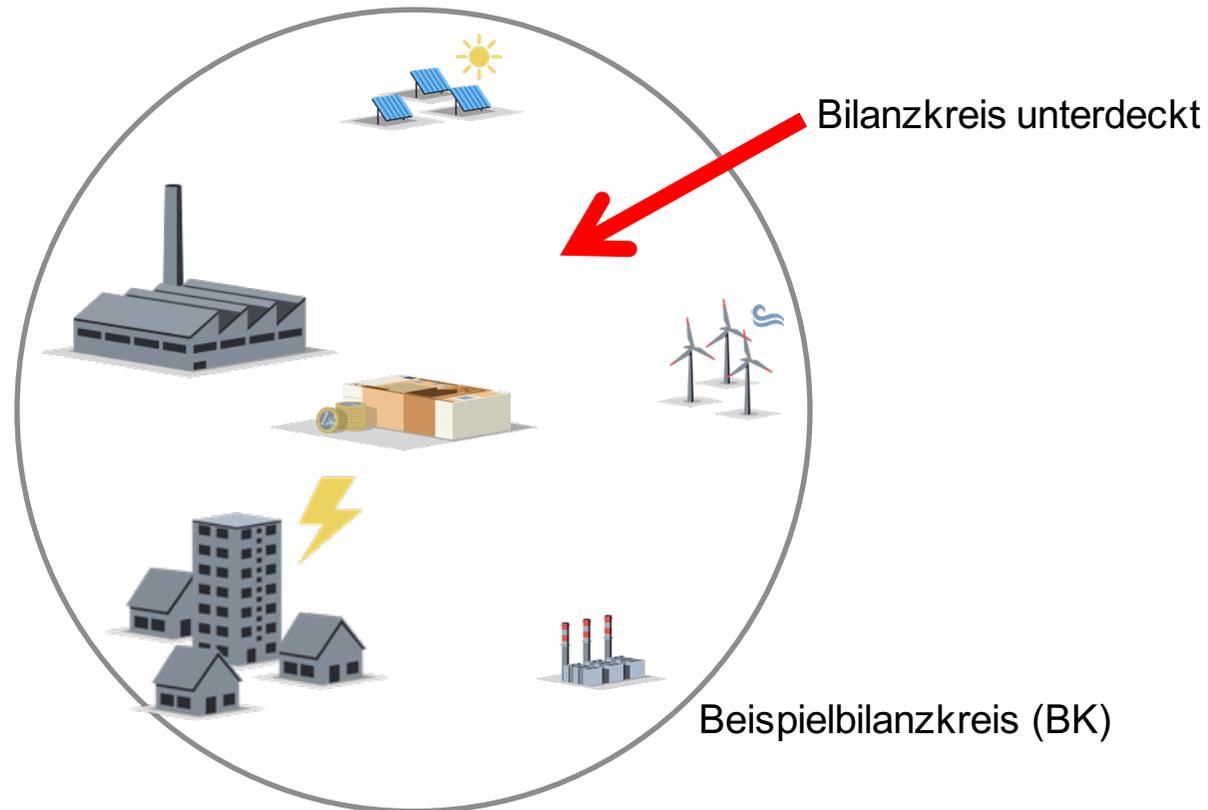
- Ein Bilanzkreis ist ein sogenanntes „Virtuelles Energiemengenkonto“
- Jede elektrische Entnahme- und Einspeisestelle muss einem Bilanzkreis zugeordnet sein



Beispielbilanzkreis (BK)

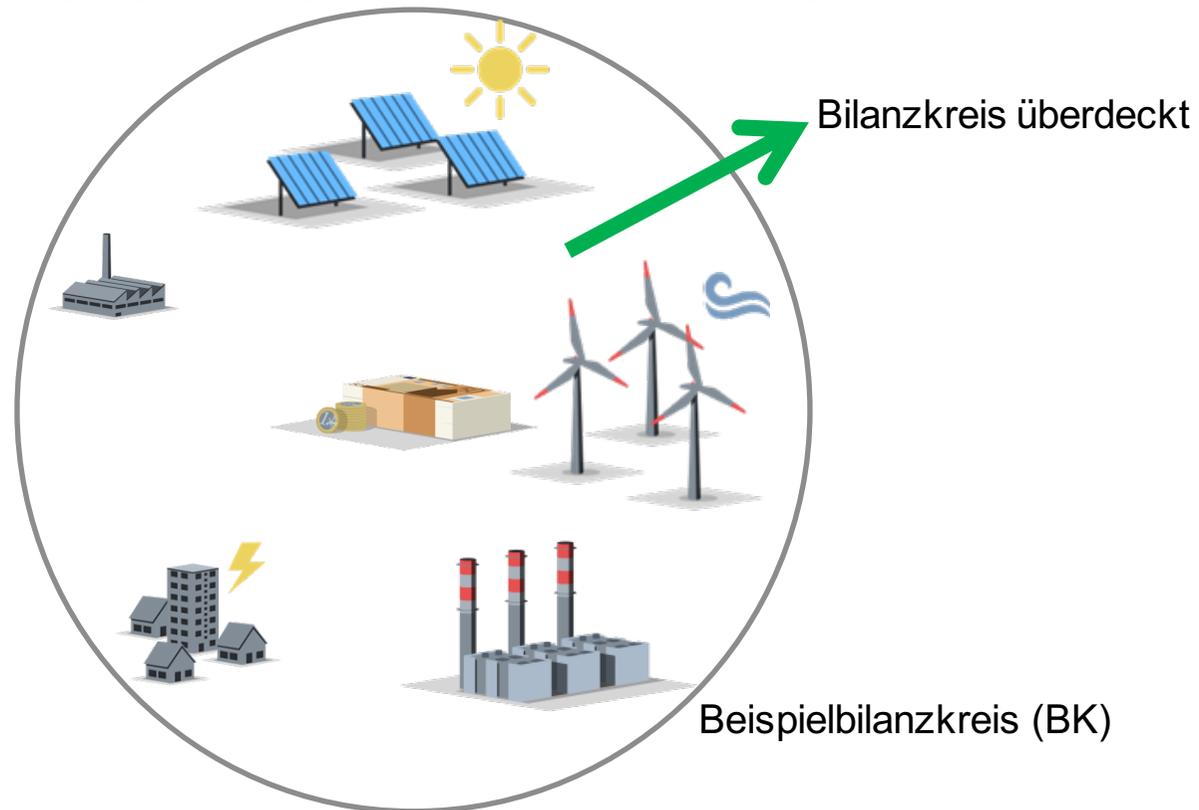
Bilanzkreis Strom

- Ein Bilanzkreis ist ein sogenanntes „Virtuelles Energiemengenkonto“
- Jede elektrische Entnahme- und Einspeisestelle muss einem Bilanzkreis zugeordnet sein
- Lastanstiege und Erzeugungsausfälle führen zu Unterdeckungen



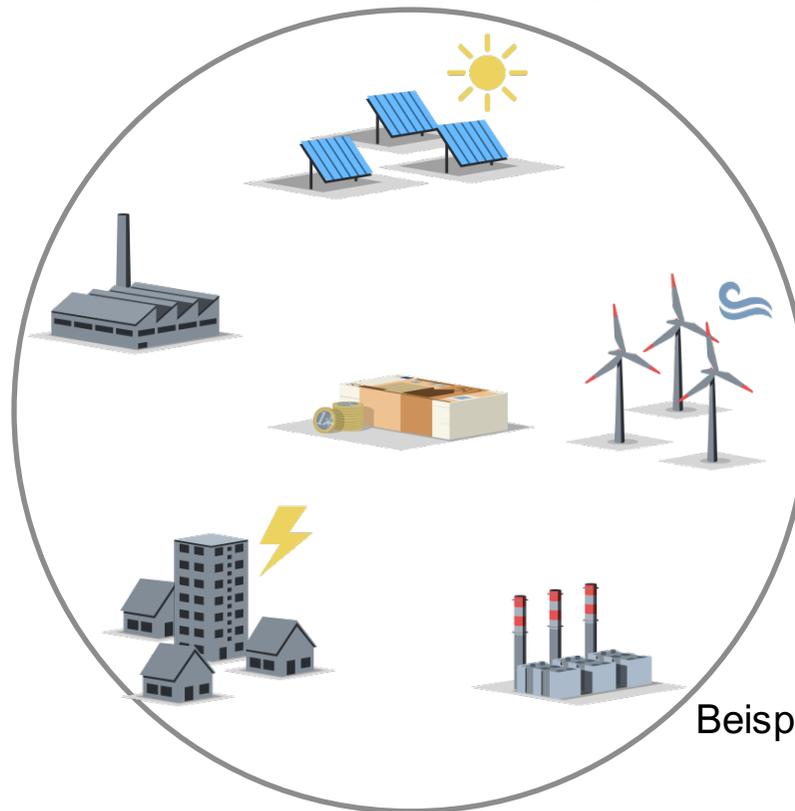
Bilanzkreis Strom

- Ein Bilanzkreis ist ein sogenanntes „Virtuelles Energiemengenkonto“
- Jede elektrische Entnahme- und Einspeisestelle muss einem Bilanzkreis zugeordnet sein
- Lastausfälle und Erzeugungsanstiege führen zu Überdeckungen



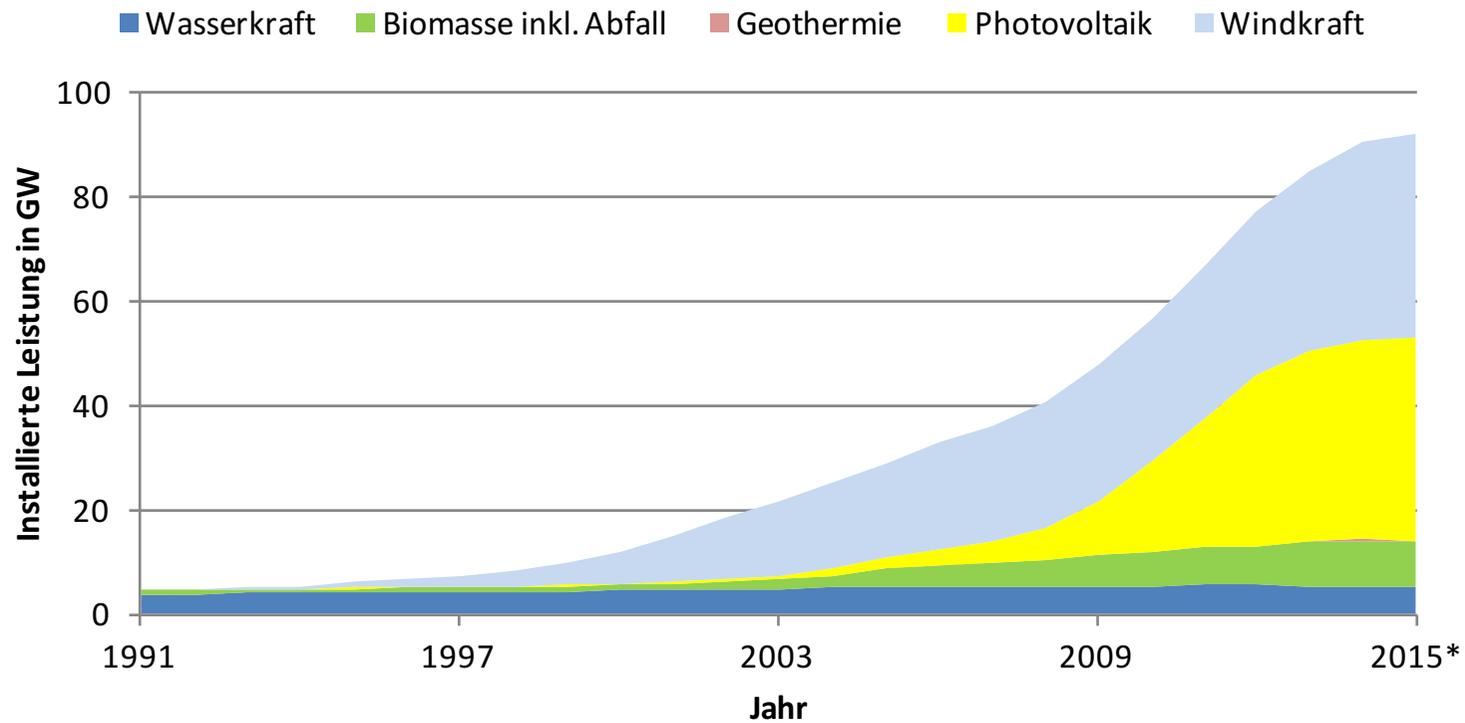
Bilanzkreis Strom

- Ein Bilanzkreis ist ein sogenanntes „Virtuelles Energiemengenkonto“
- Jede elektrische Entnahme- und Einspeisestelle muss einem Bilanzkreis zugeordnet sein
- Last und Erzeugung sollen jedoch stets im Gleichgewicht sein (Bilanzkreisverantwortung)



Beispielbilanzkreis (BK)

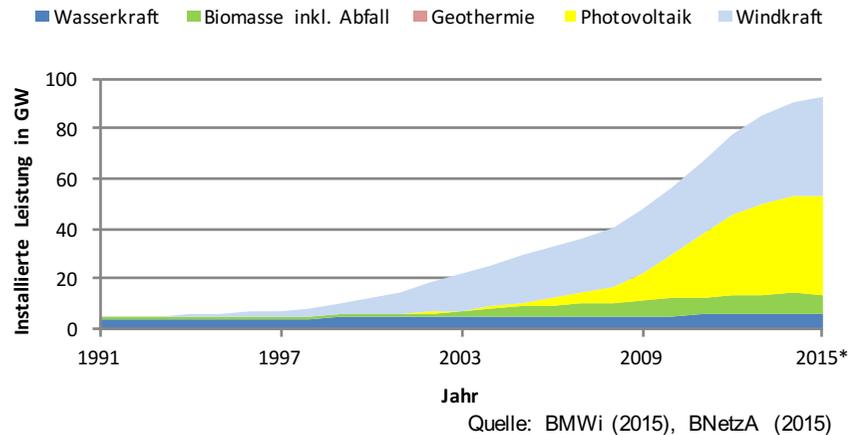
Ausbau regenerativer Energien in Deutschland



Quelle: BMWi (2015), BNetzA (2015)



Regulatorisches Umfeld

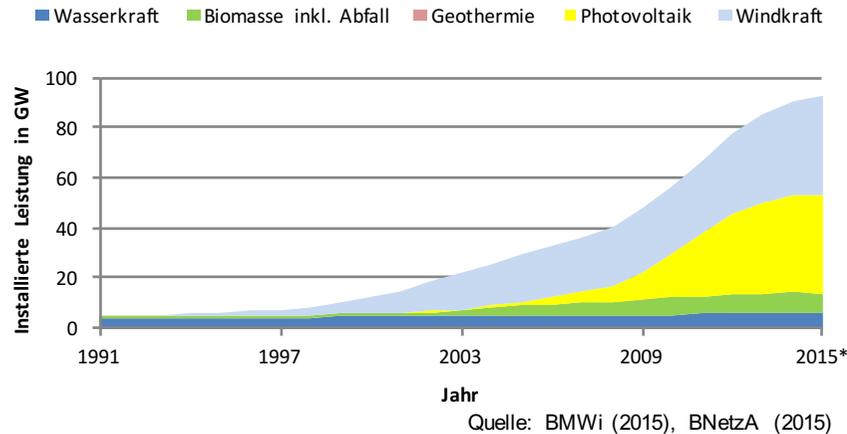


Direktvermarktungspflicht EEG 2014

Anspruch auf Einspeisevergütung gilt für Neuanlagen bis 500 kW_{el}, ab 2016 nur noch bis 100 kW_{el}

Quelle: EEG 2014, § 37

Regulatorisches Umfeld



Direktvermarktungspflicht EEG 2014

Anspruch auf Einspeisevergütung gilt für Neuanlagen bis 500 kW_{el}, ab 2016 nur noch bis 100 kW_{el}

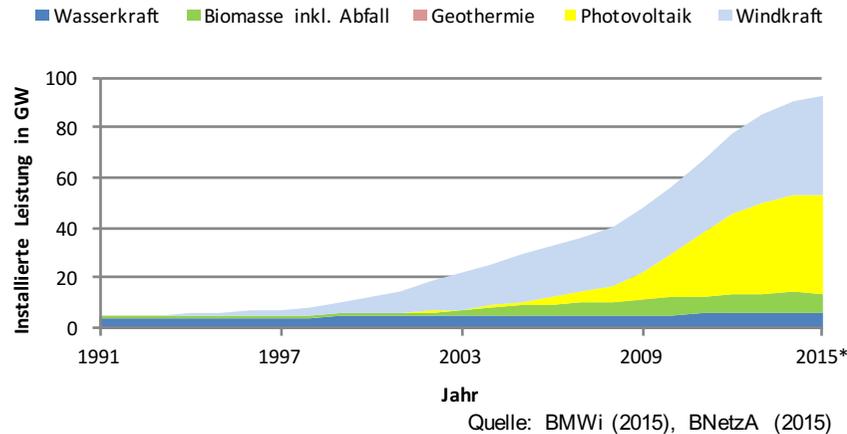
Quelle: EEG 2014, § 37

Wahrnehmung der Pflichten nach § 4 Abs. 2 StromNZV und Ziffer 5.2. des Standardbilanzkreisvertrages durch die Bilanzkreisverantwortlichen

- Eine ordnungsgemäße Bewirtschaftung eines Bilanzkreises mit direkt vermarkteten EEG-Mengen setzt voraus, dass der BKV insbesondere die Einspeisung fluktuierender EEG-Anlagen kurzfristig prognostiziert und Organisationsstrukturen vorhält, die es ermöglichen, sich ggf. ergebende Prognoseänderungen auch in bilanzierungsrelevante Aktivitäten umzusetzen.

Quelle: BNetzA, BK6-13-104

Regulatorisches Umfeld



Direktvermarktungspflicht EEG 2014

Anspruch auf Einspeisevergütung gilt für Neuanlagen bis 500 kW_{el}, ab 2016 nur noch bis 100 kW_{el}

Quelle: EEG 2014, § 37

Wahrnehmung der Pflichten nach § 4 Abs. 2 StromNZV und Ziffer 5.2. des Standardbilanzkreisvertrages durch die Bilanzkreisverantwortlichen

- Eine ordnungsgemäße Bewirtschaftung eines Bilanzkreises mit direkt vermarkteten EEG-Mengen setzt voraus, dass der BKV insbesondere die Einspeisung fluktuierender EEG-Anlagen kurzfristig prognostiziert und Organisationsstrukturen vorhält, die es ermöglichen, sich ggf. ergebende Prognoseänderungen auch in bilanzierungsrelevante Aktivitäten umzusetzen.

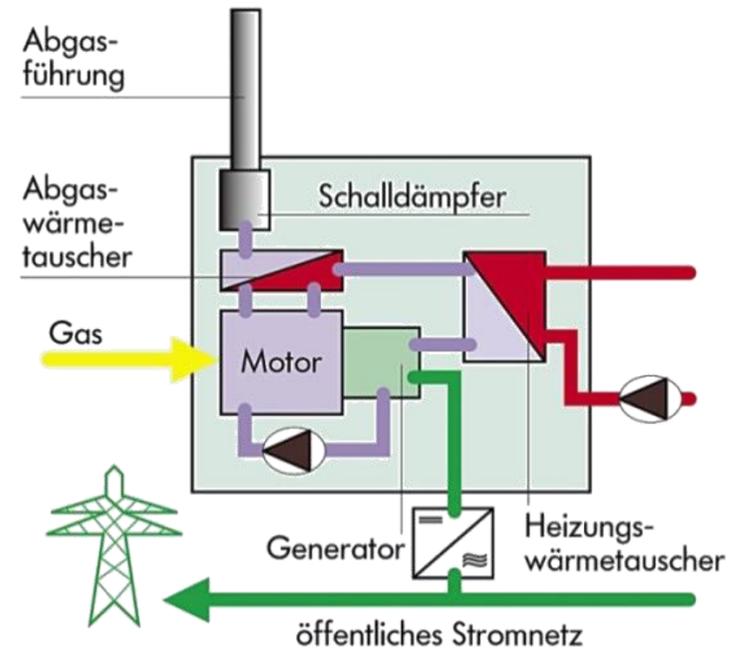
Quelle: BNetzA, BK6-13-104

- Maßnahme 3 Bilanzkreistreue stärken
- Maßnahme 4 Bilanzkreise für jede Viertelstunde abrechnen
- Maßnahme 16 Kraft-Wärme-Kopplung in den Strommarkt integrieren

Quelle: Weißbuch, BMWi, 2015

Blockheizkraftwerke in der Wohnungswirtschaft

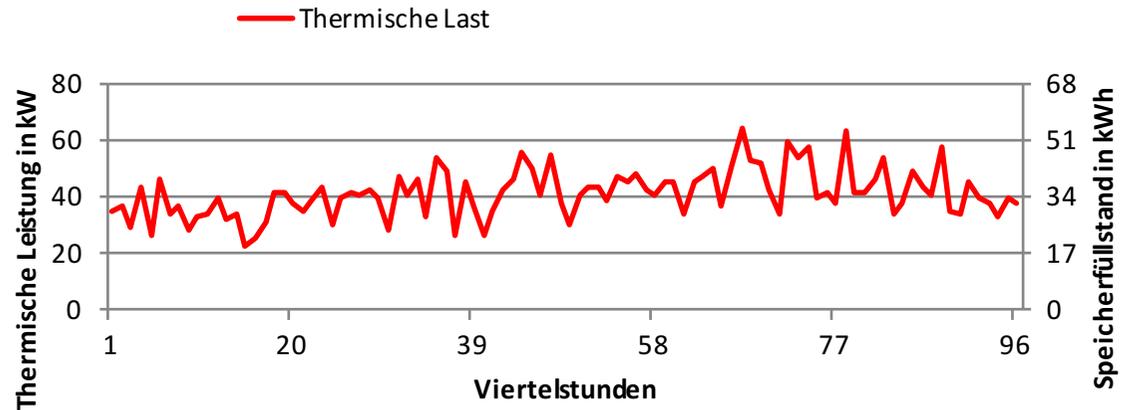
- Ausgereifte und erprobte Technik
- Gesamtwirkungsgrad von über 90 %
- Einsatz regenerativer Energieträger möglich (Biogas)
- Überwiegend im bivalenten, wärmegeführten Betrieb
- Thermischer Pufferspeicher ermöglicht flexiblen Betrieb
- Integration in virtuelle Kraftwerke möglich



Quelle: ASUE (2001)

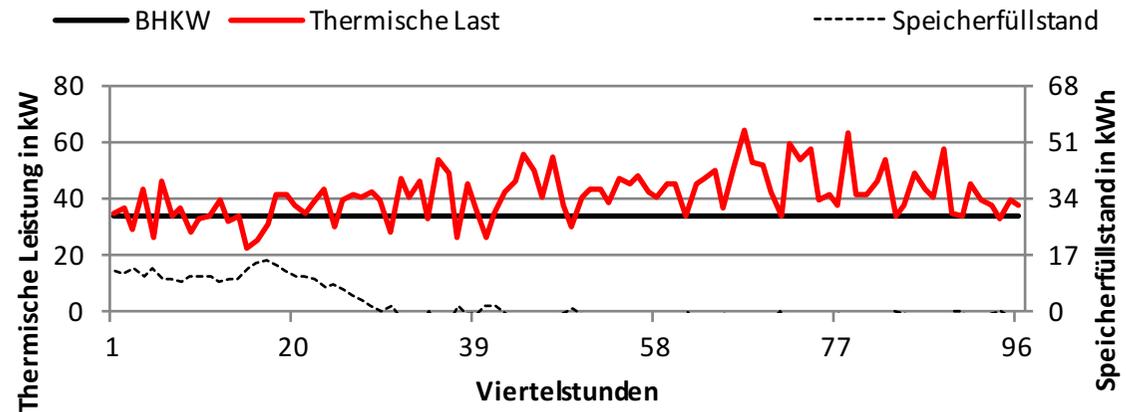
Aktive Eingriffe in den wärmegeführten BHKW-Betrieb

- Werktag im Januar



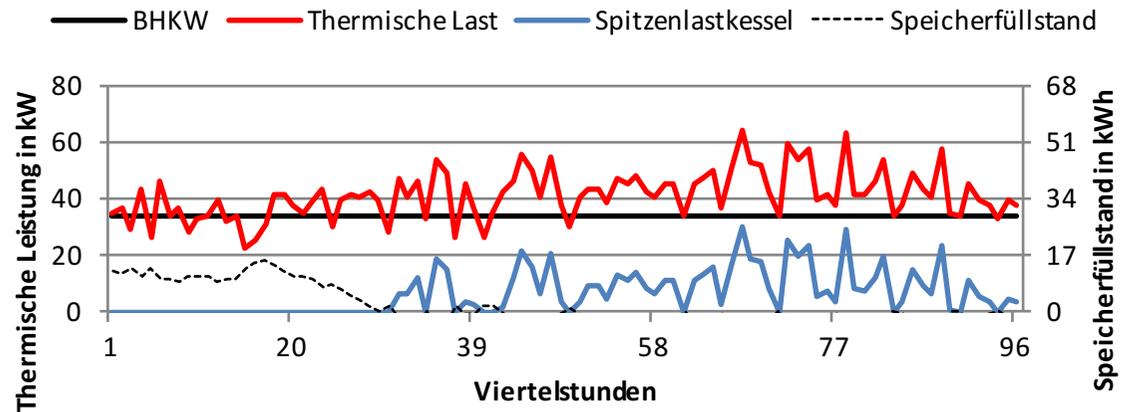
Aktive Eingriffe in den wärmegeführten BHKW-Betrieb

- Werktag im Januar



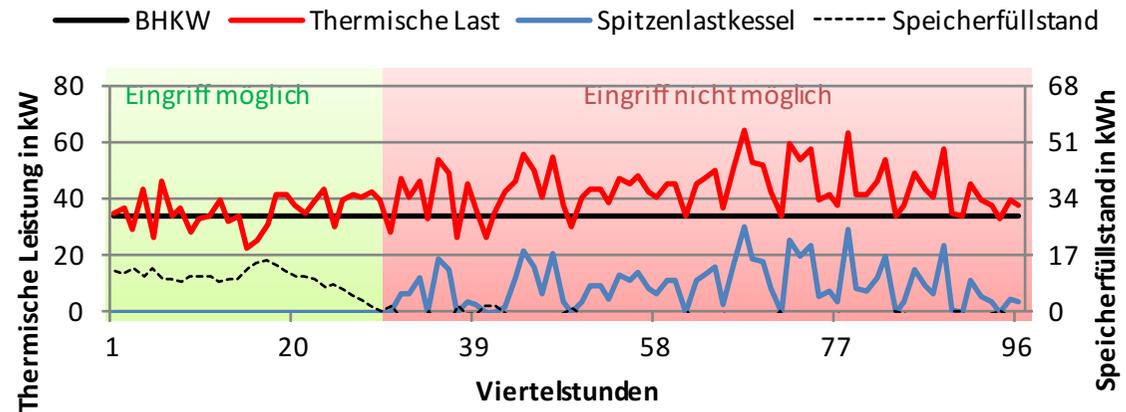
Aktive Eingriffe in den wärmegeführten BHKW-Betrieb

- Werktag im Januar



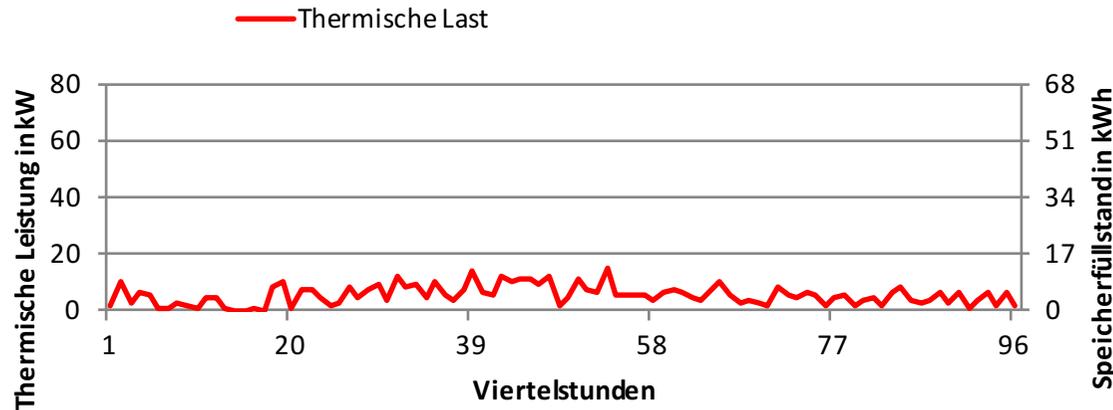
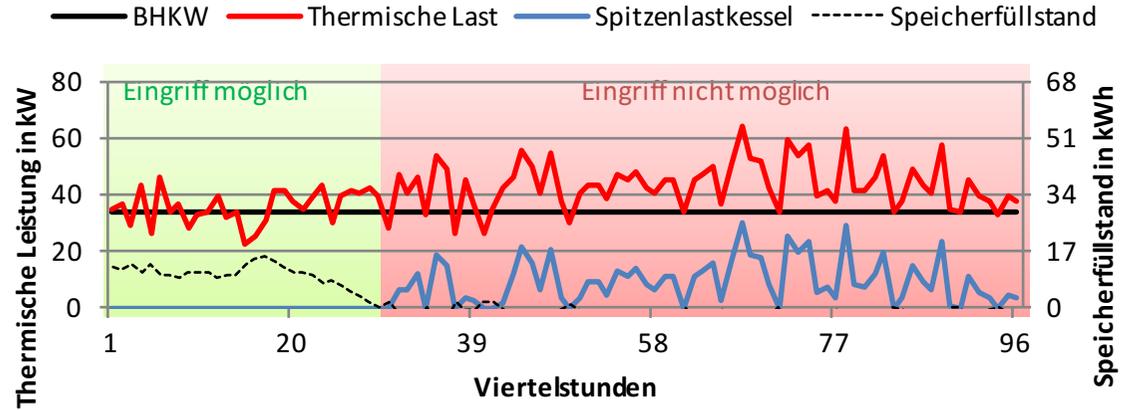
Aktive Eingriffe in den wärmegeführten BHKW-Betrieb

- Werktag im Januar



Aktive Eingriffe in den wärmegeführten BHKW-Betrieb

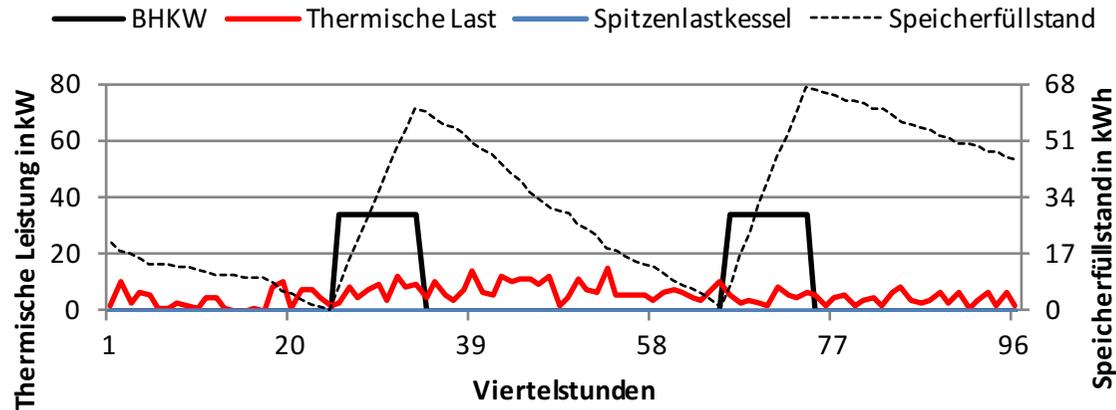
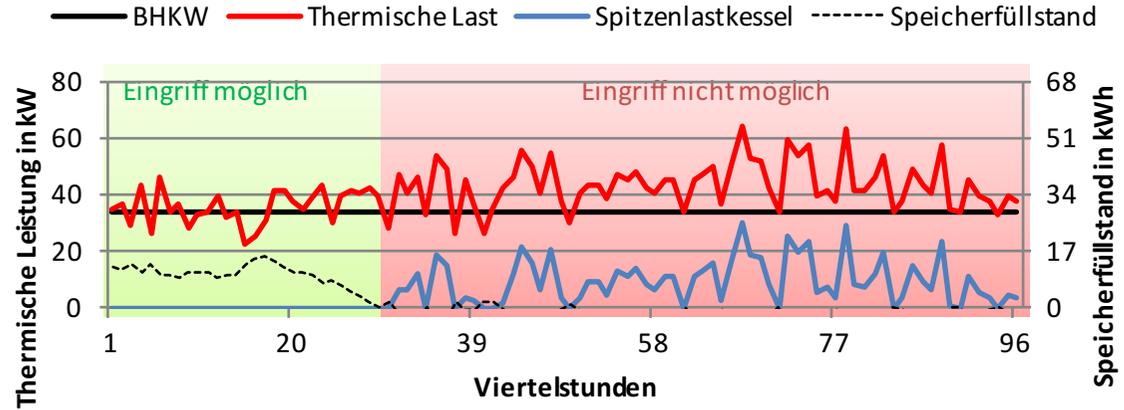
- Werktag im Januar



- Werktag im August

Aktive Eingriffe in den wärmegeführten BHKW-Betrieb

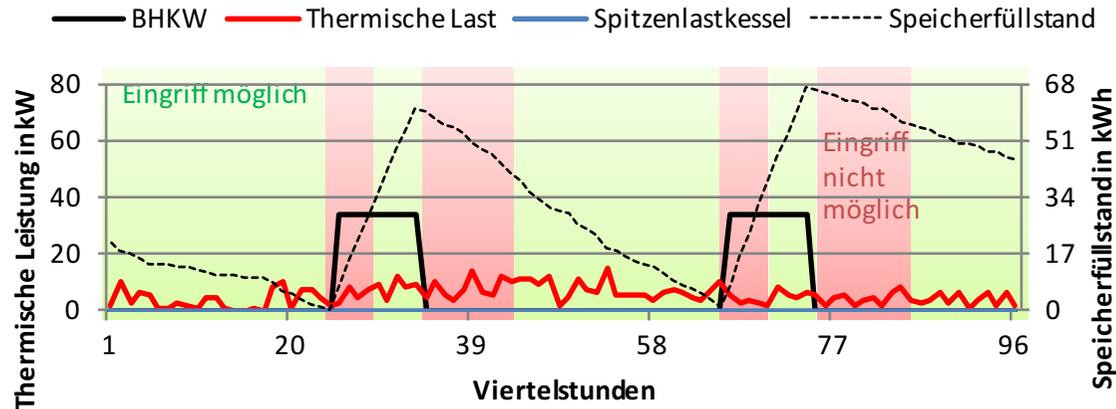
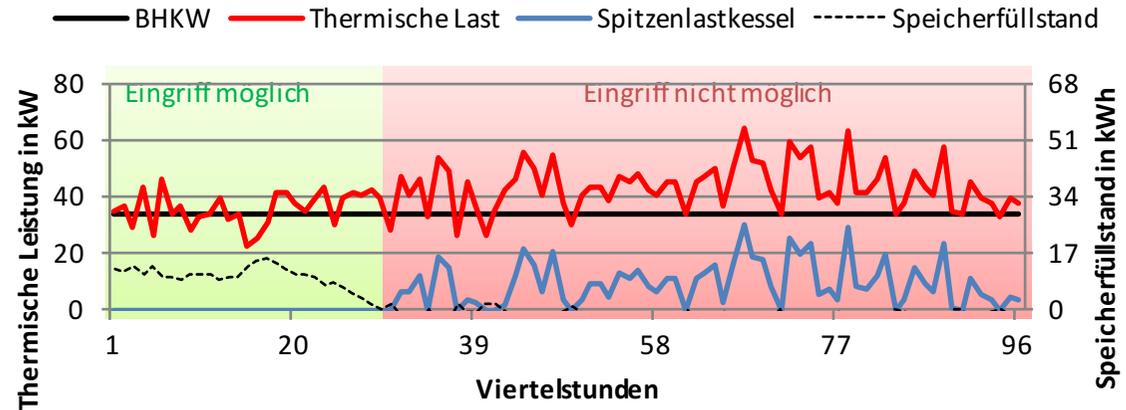
- Werktag im Januar



- Werktag im August

Aktive Eingriffe in den wärmegeführten BHKW-Betrieb

- Werktag im Januar



- Werktag im August

Gliederung

1

Einführung



2

Entwicklung eines Simulationsmodells



3

Bewertung Ausgleichspotenzial

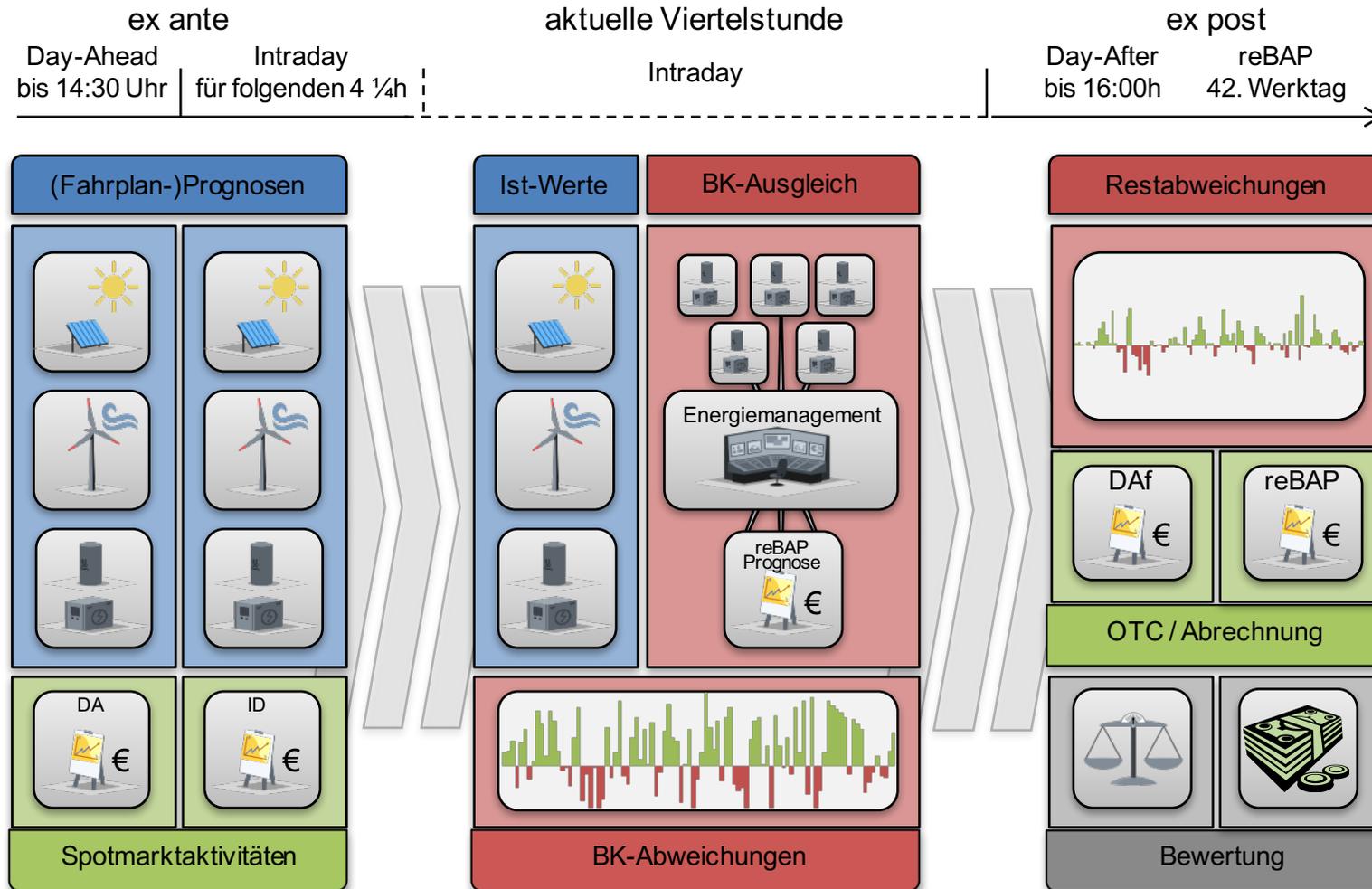


4

Fazit



Betrachtungsebenen im Modell



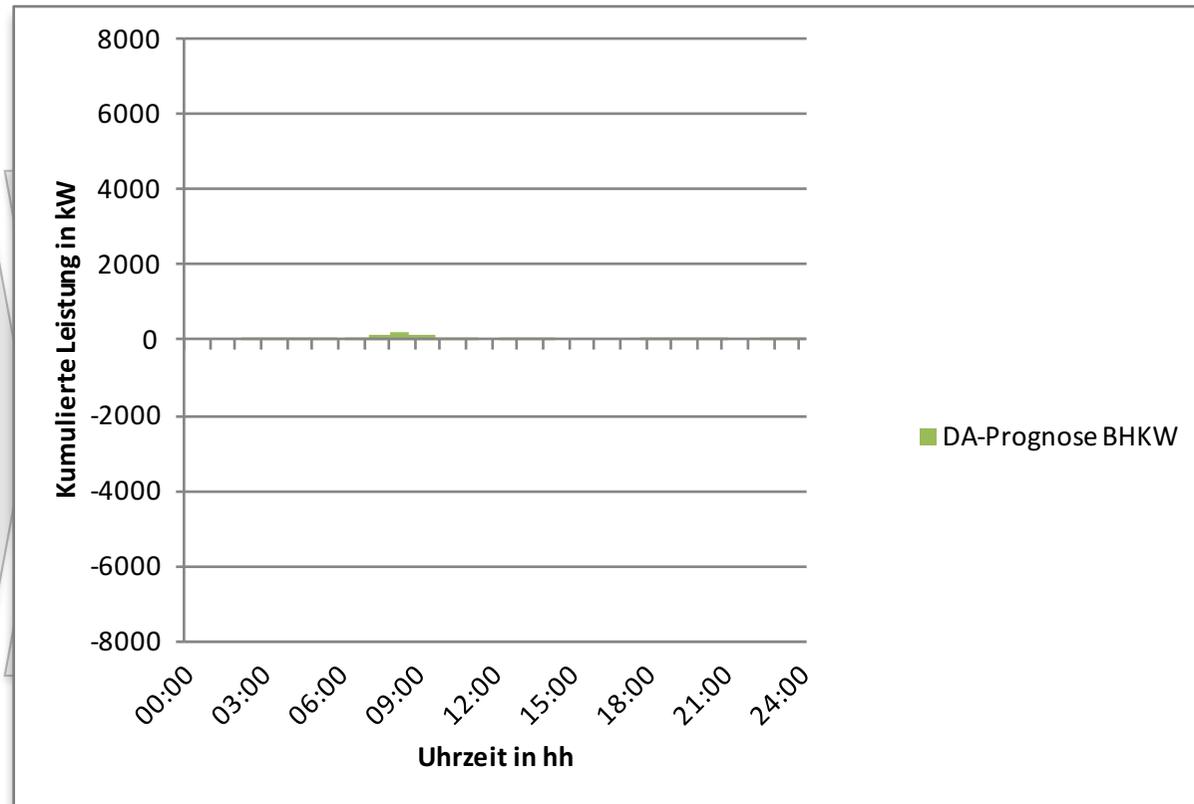
Ex ante Module: Day-Ahead

ex ante
Day-Ahead
bis 14:30 Uhr

(Fahrplan-)Prognosen

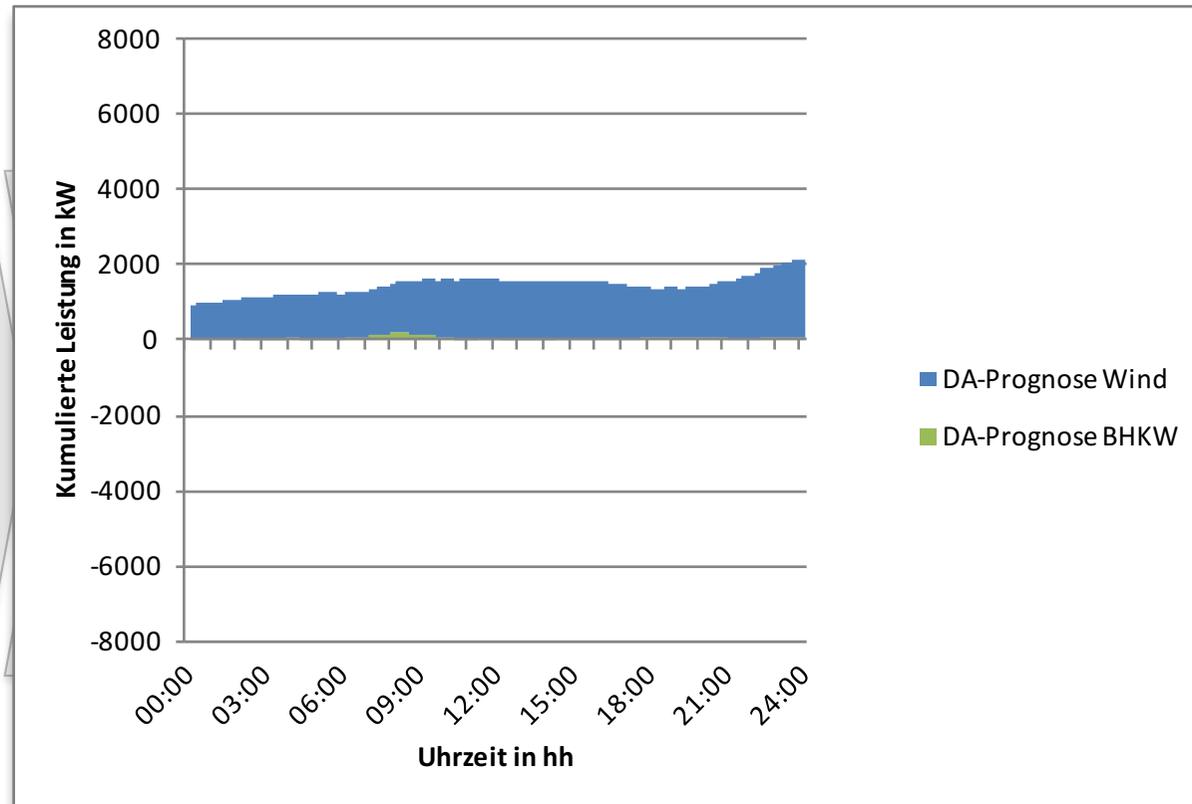
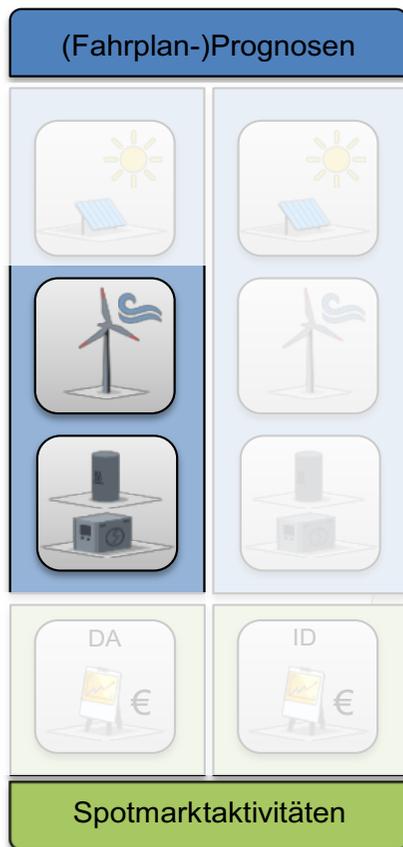
DA ID

Spotmarktaktivitäten



Ex ante Module: Day-Ahead

ex ante
Day-Ahead
bis 14:30 Uhr



Ex ante Module: Day-Ahead

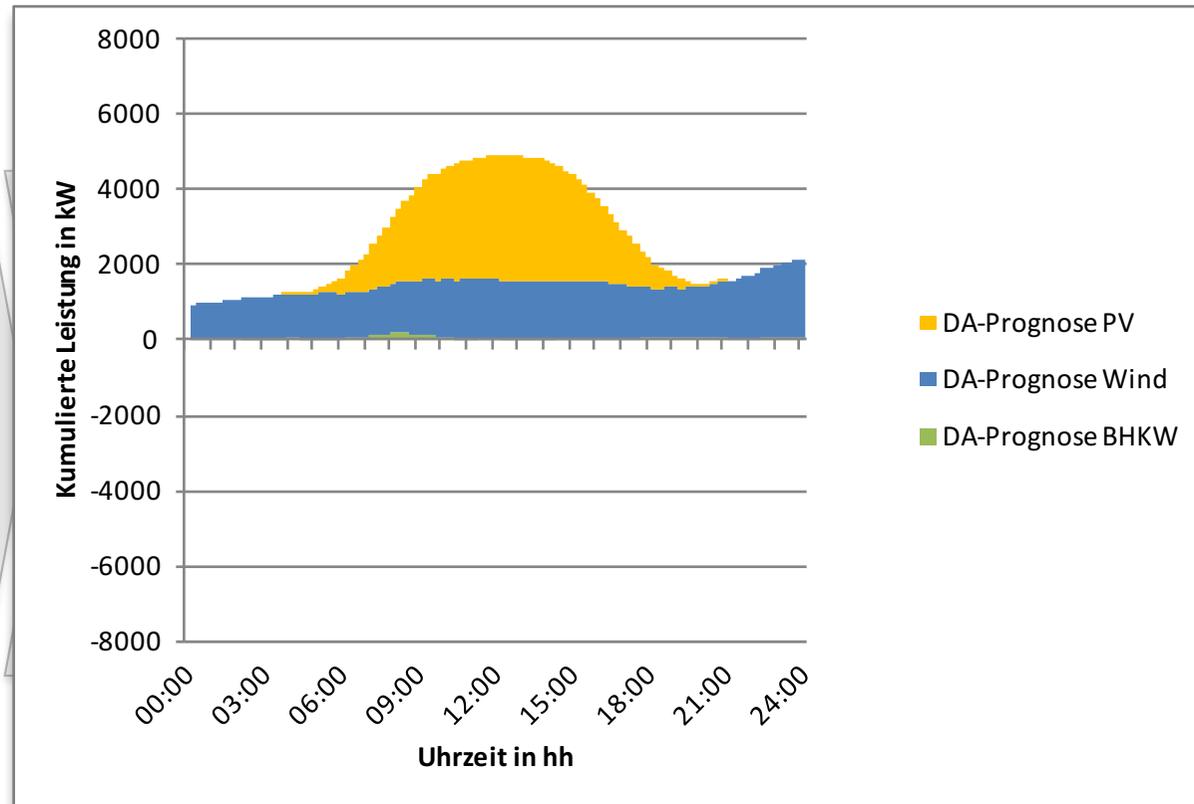
ex ante
Day-Ahead
bis 14:30 Uhr

(Fahrplan-)Prognosen

DA

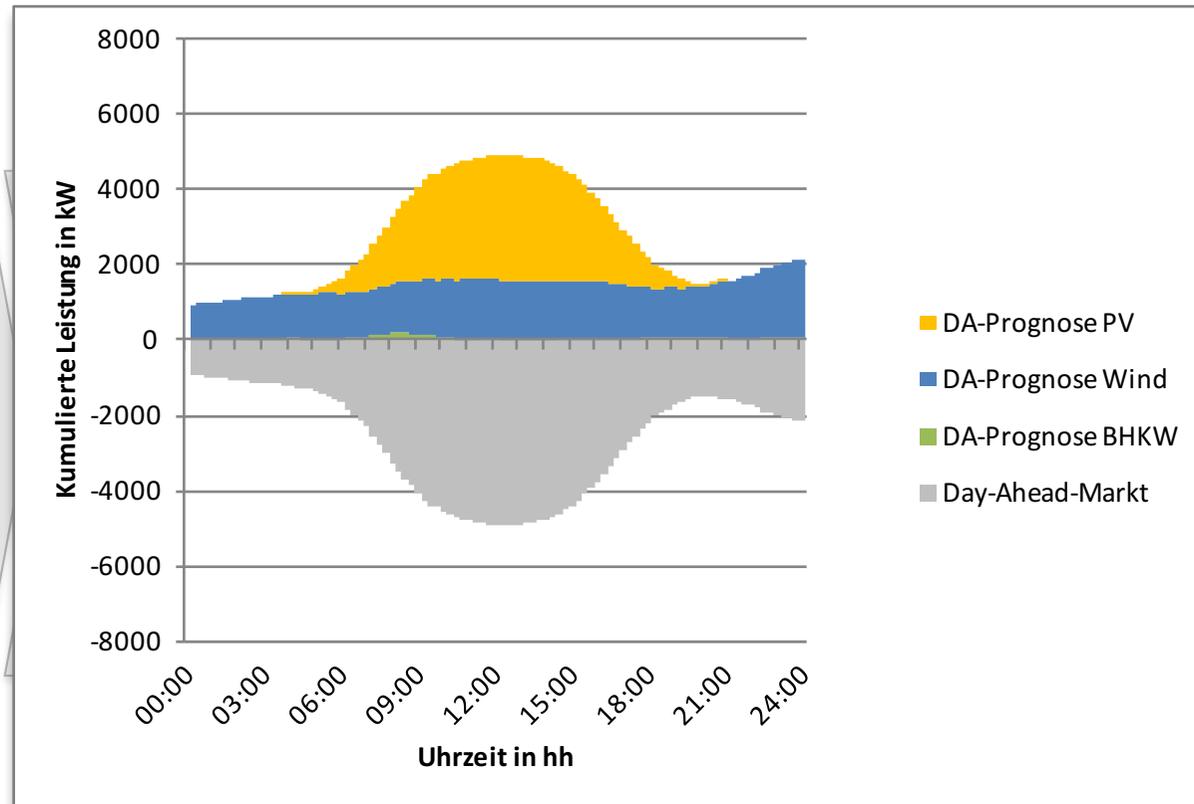
ID

Spotmarktaktivitäten



Ex ante Module: Day-Ahead

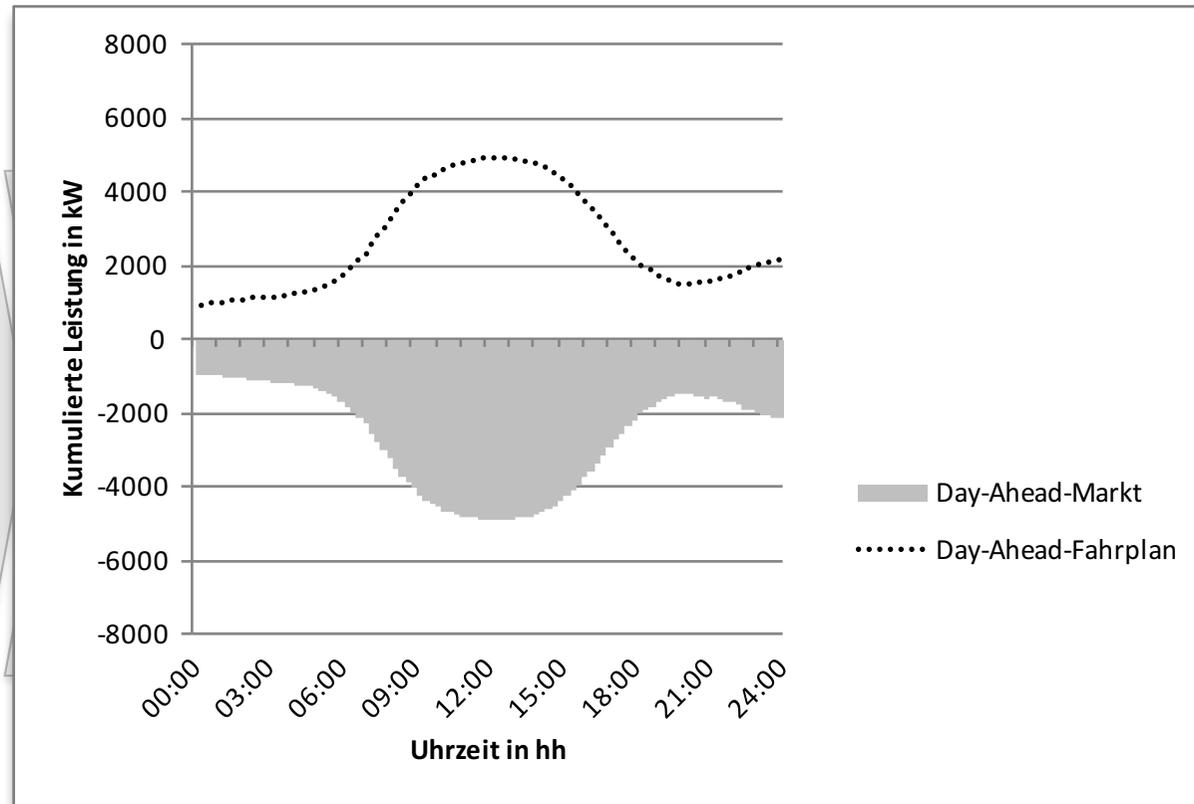
ex ante
Day-Ahead
bis 14:30 Uhr



Ex ante Module: Intraday

ex ante

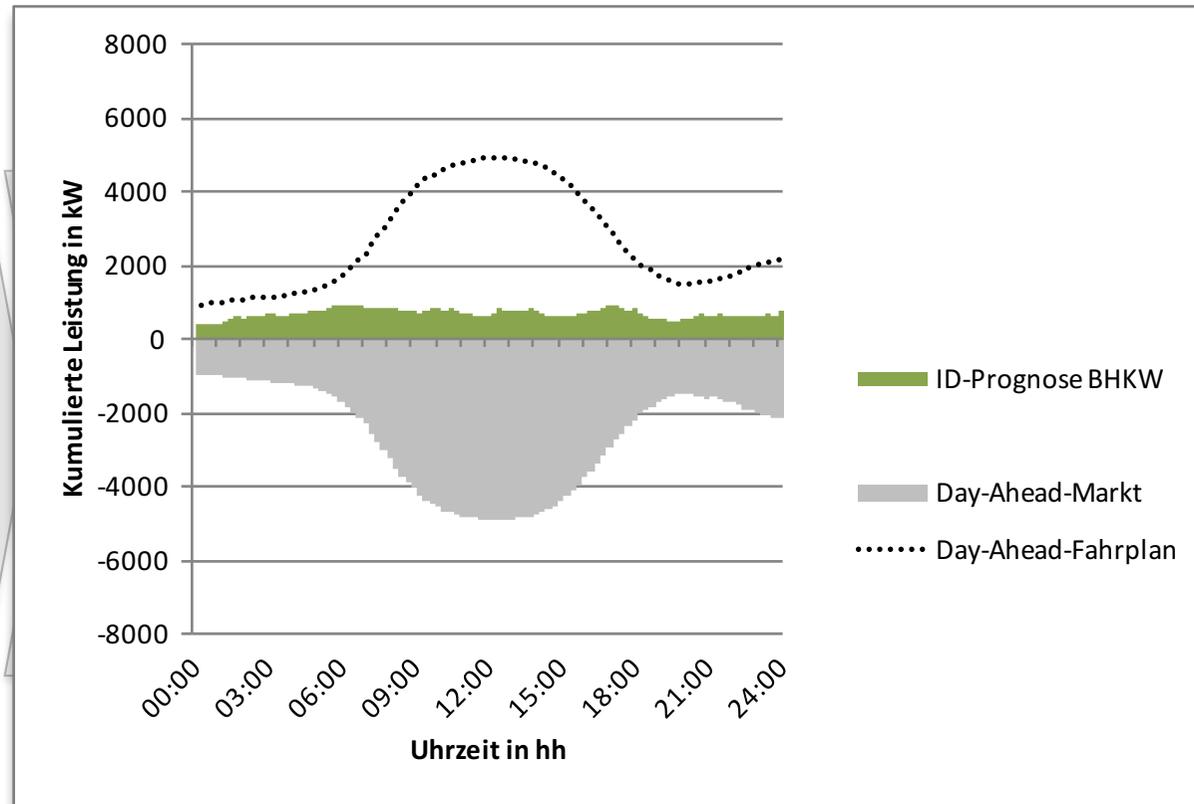
Day-Ahead bis 14:30 Uhr | Intraday für folgenden 4 ¼h



Ex ante Module: Intraday

ex ante

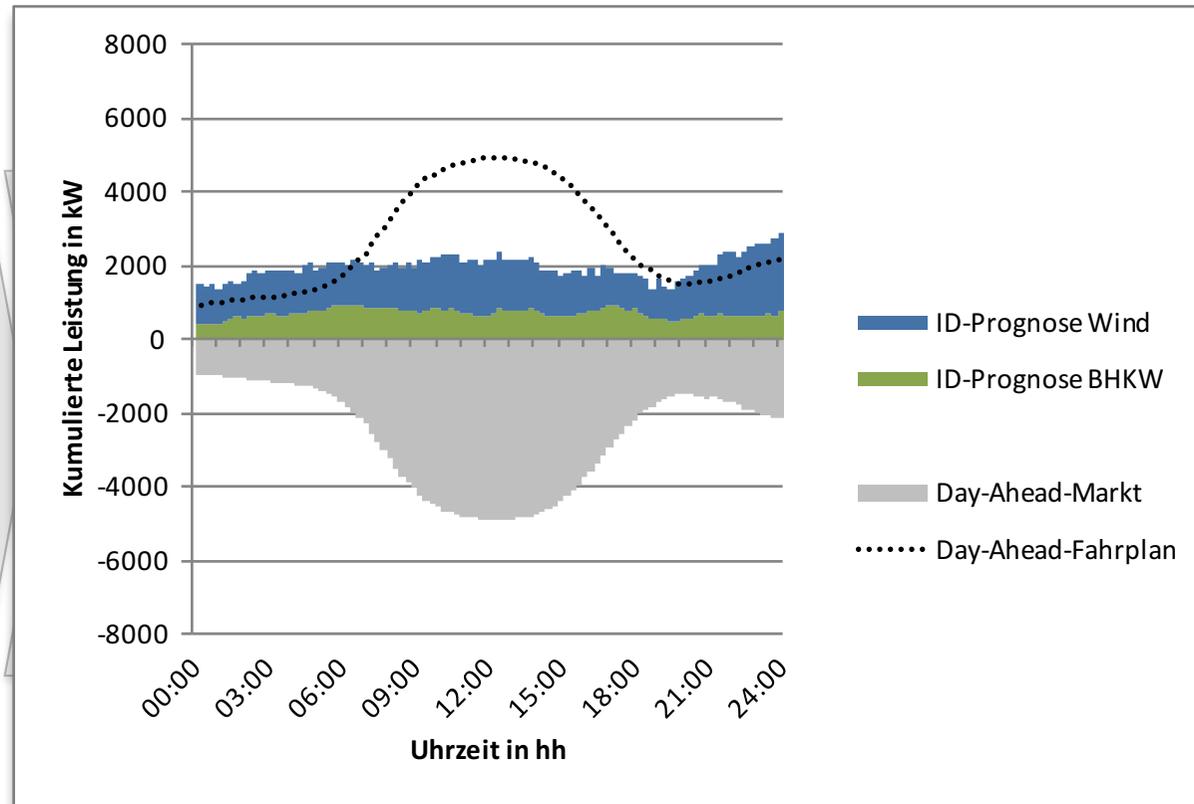
Day-Ahead bis 14:30 Uhr | Intraday für folgenden 4 ¼h



Ex ante Module: Intraday

ex ante

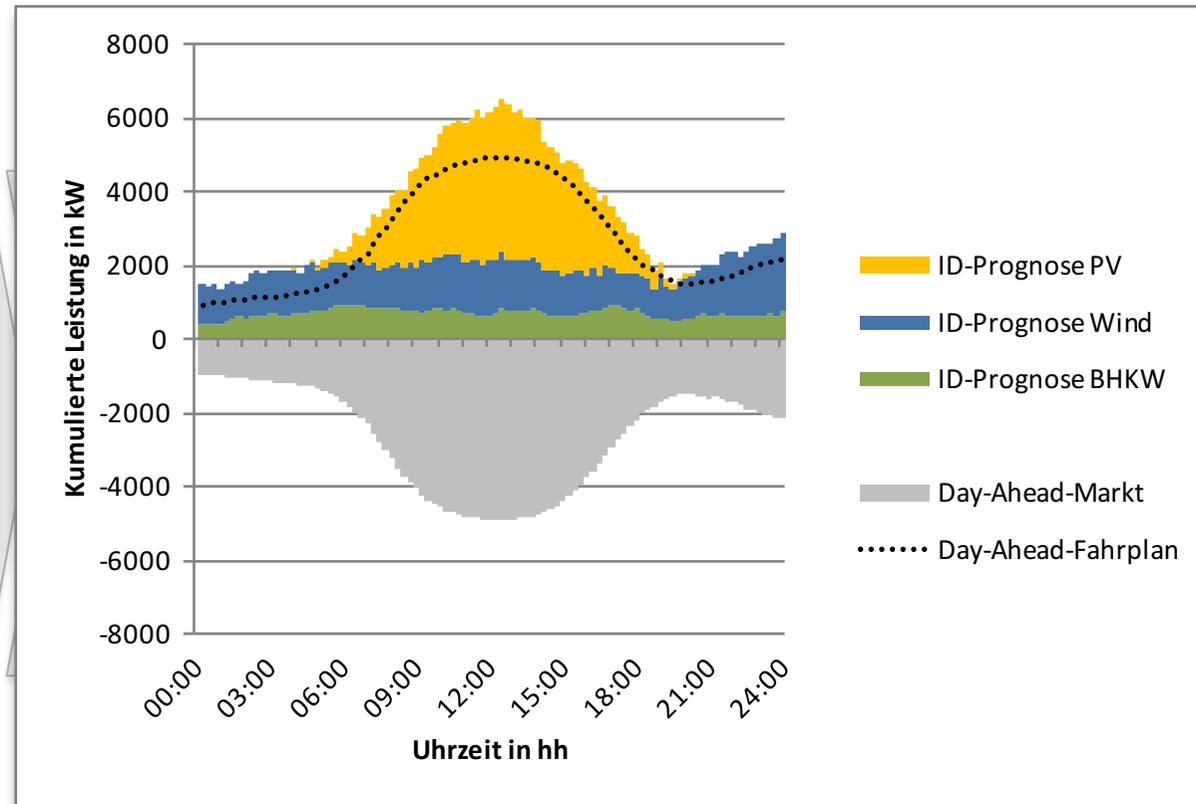
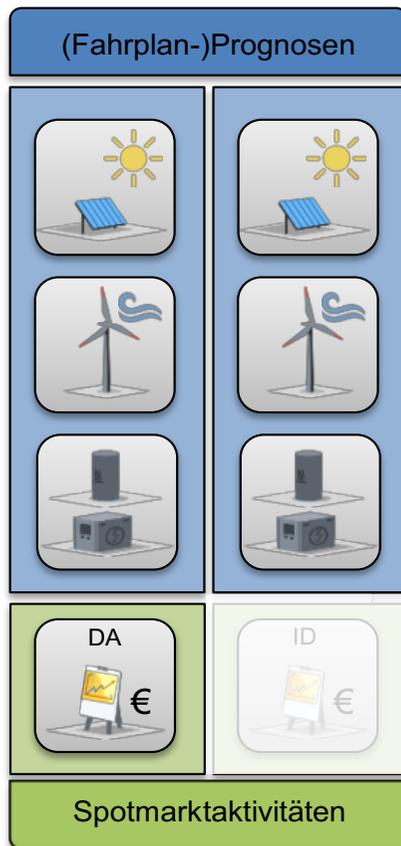
Day-Ahead bis 14:30 Uhr | Intraday für folgenden 4 ¼h



Ex ante Module: Intraday

ex ante

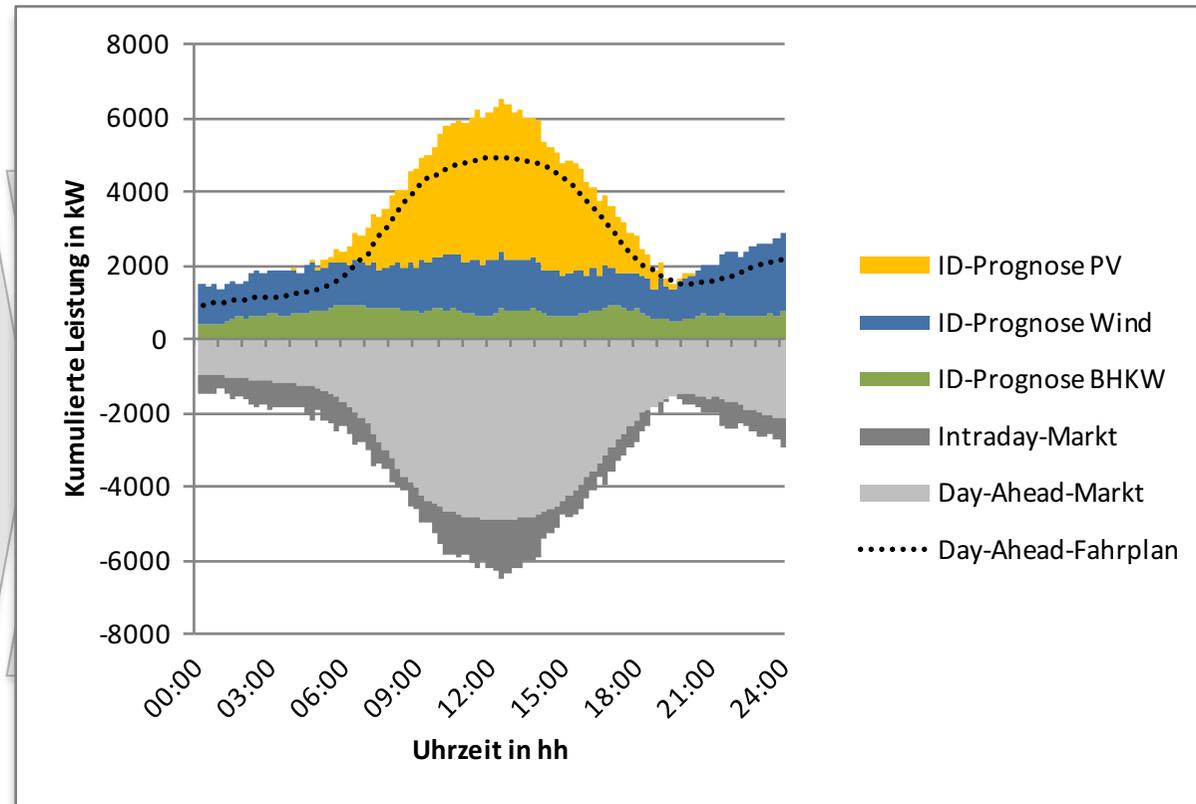
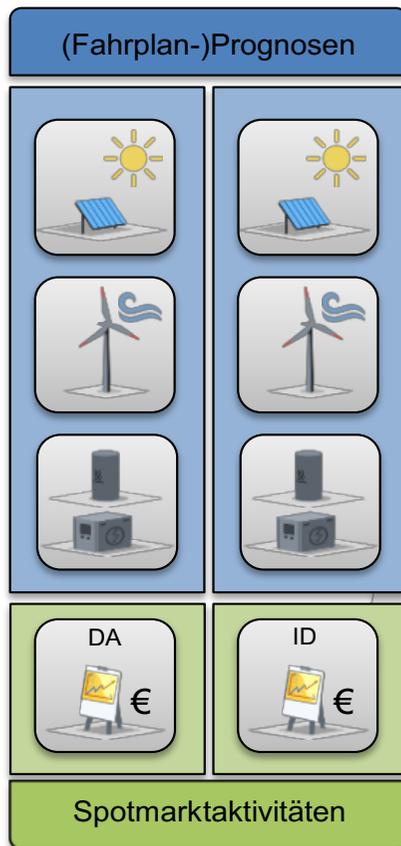
Day-Ahead bis 14:30 Uhr | Intraday für folgenden 4 ¼h



Ex ante Module: Intraday

ex ante

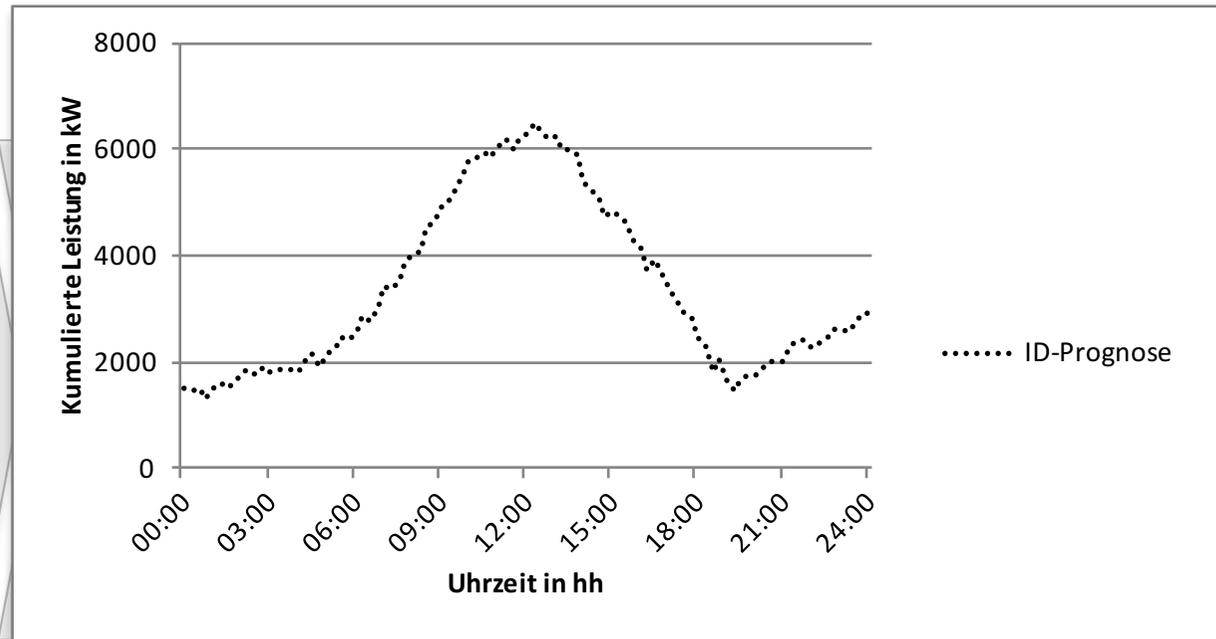
Day-Ahead bis 14:30 Uhr | Intraday für folgenden 4 ¼h



Aktuelle Viertelstunde Module

aktuelle Viertelstunde

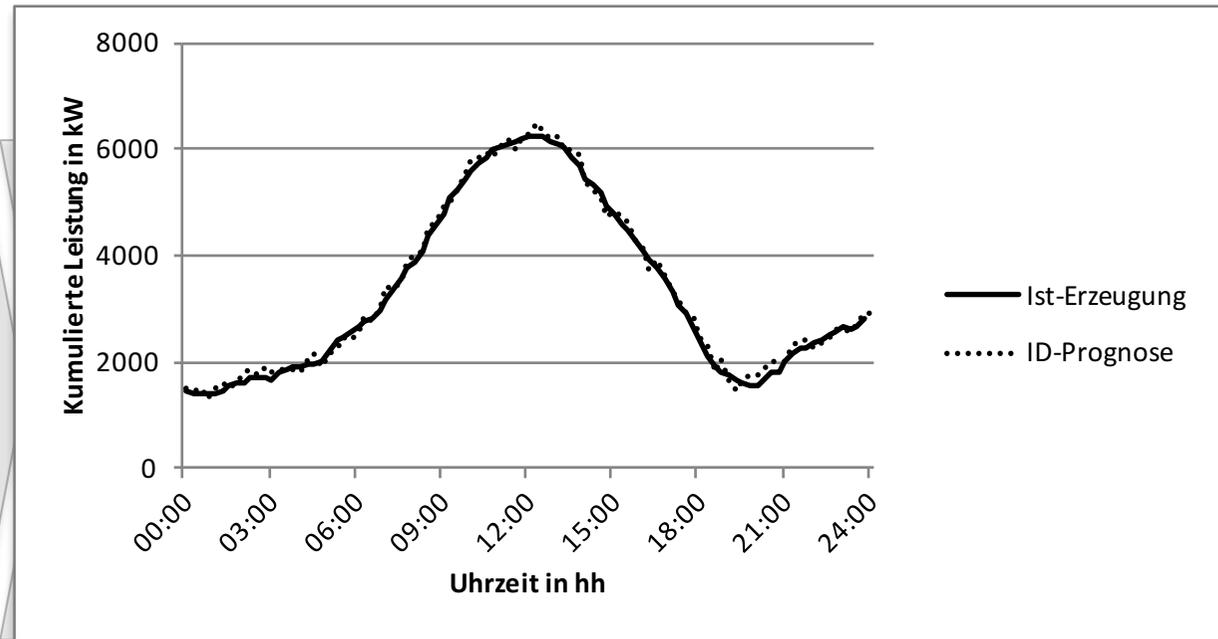
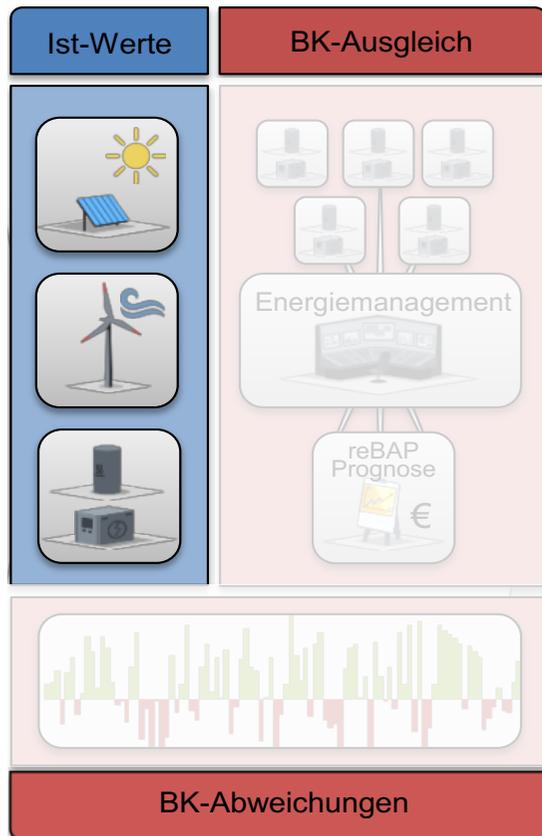
Intraday



Aktuelle Viertelstunde Module

aktuelle Viertelstunde

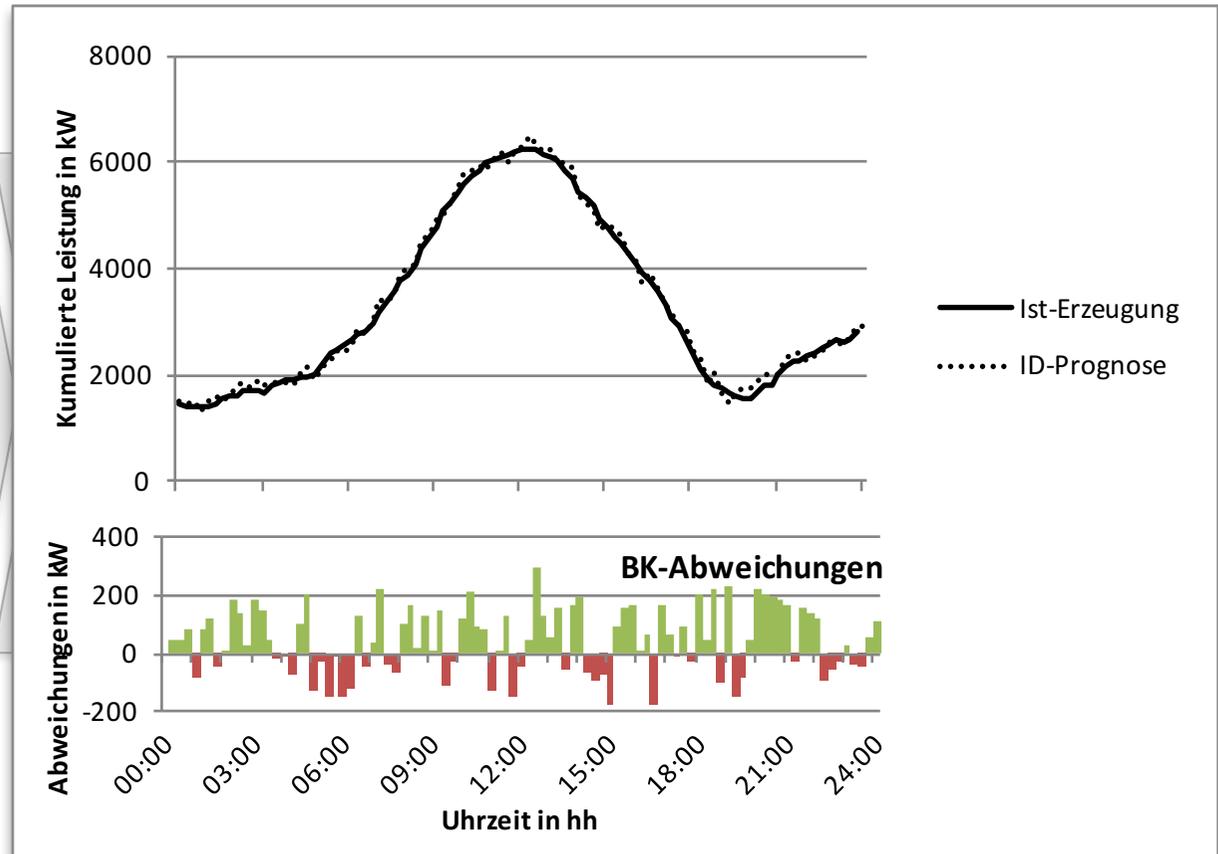
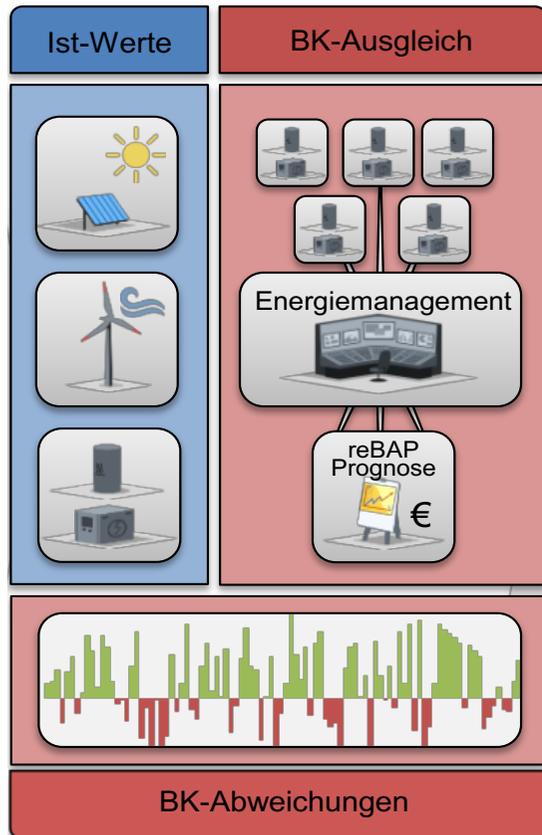
Intraday



Aktuelle Viertelstunde Module

aktuelle Viertelstunde

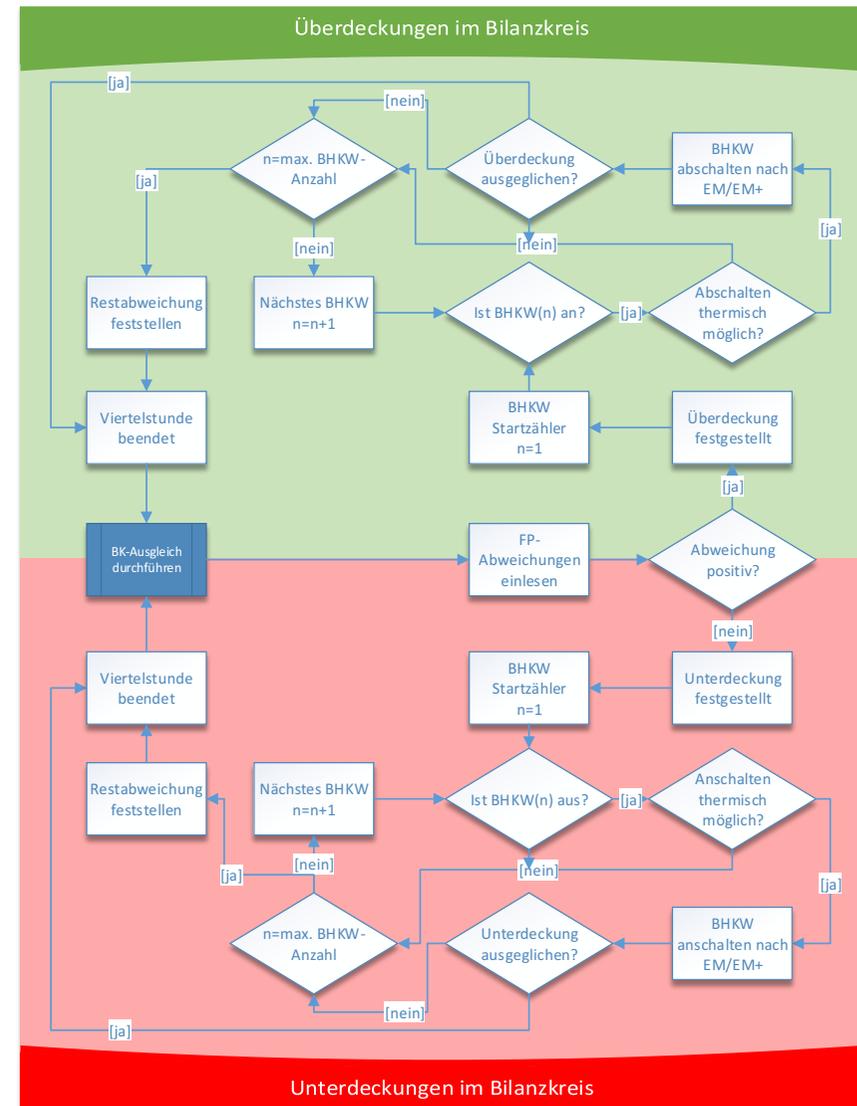
Intraday



Energiemanagement im Bilanzkreis durch steuerbare BHKW

Normales Energiemanagement (EM)

- Ein Bilanzkreisausgleich wird immer angestrebt
- Die Grenzen des Ausgleichs liegen lediglich in den thermischen Randbedingungen der BHKW-Systeme
- Ziel: Nutzung des maximal vorhandenen Ausgleichspotenzials aus flexiblen BHKW



Ex post Module

ex post
 Day-After bis 16:00h
 reBAP 42. Werktag

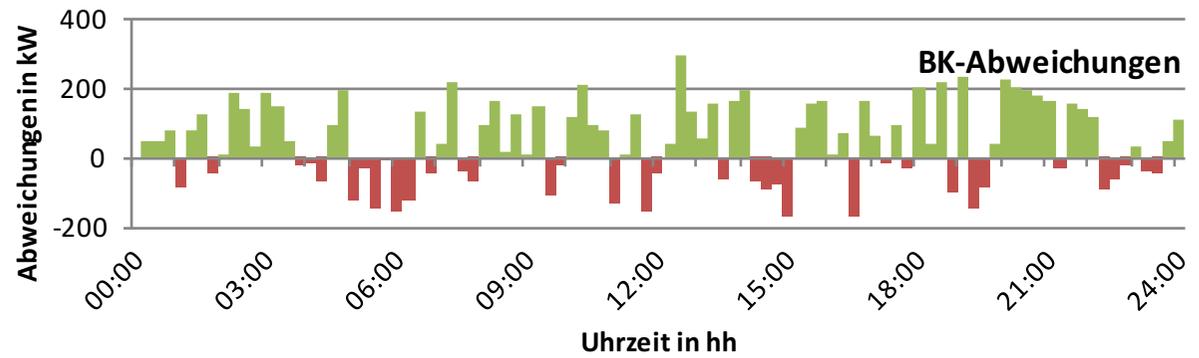
Restabweichungen

Daf

reBAP

OTC / Abrechnung

Bewertung



Ex post Module

ex post
 Day-After bis 16:00h
 reBAP 42. Werktag

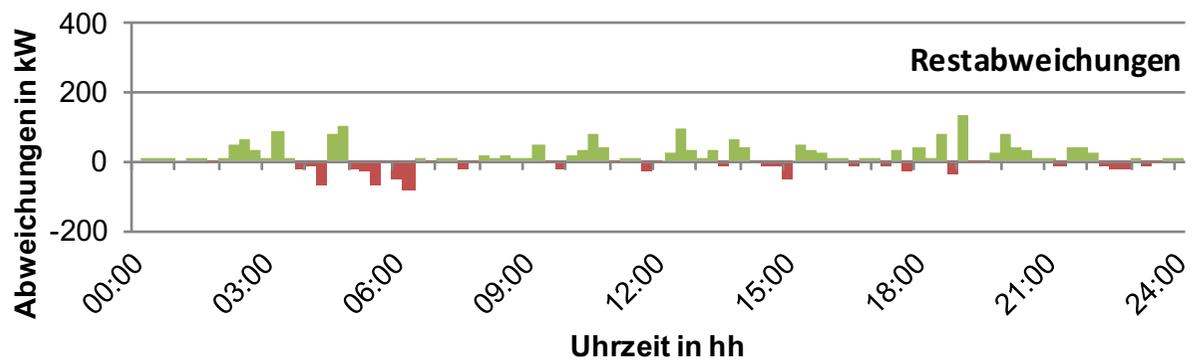
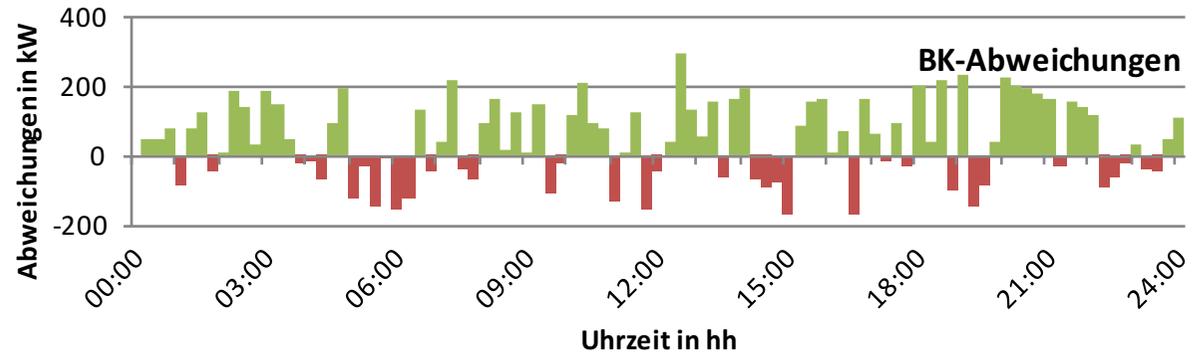
Restabweichungen

Daf

reBAP

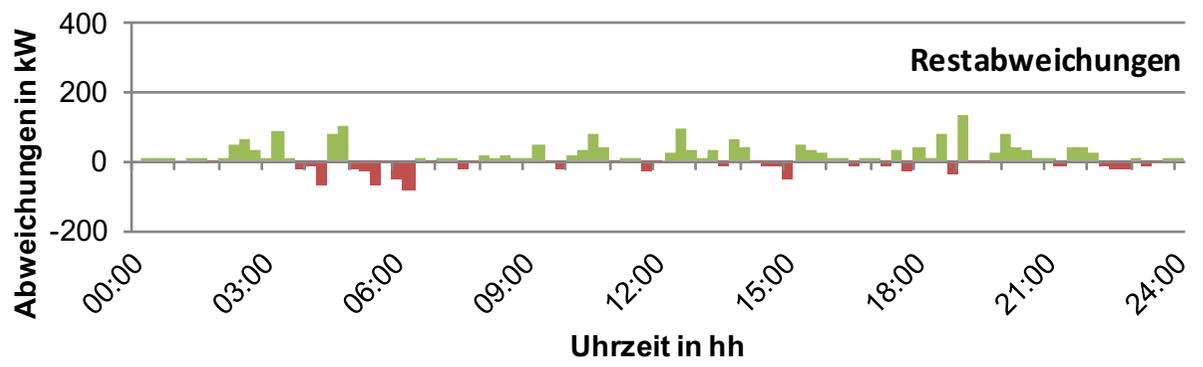
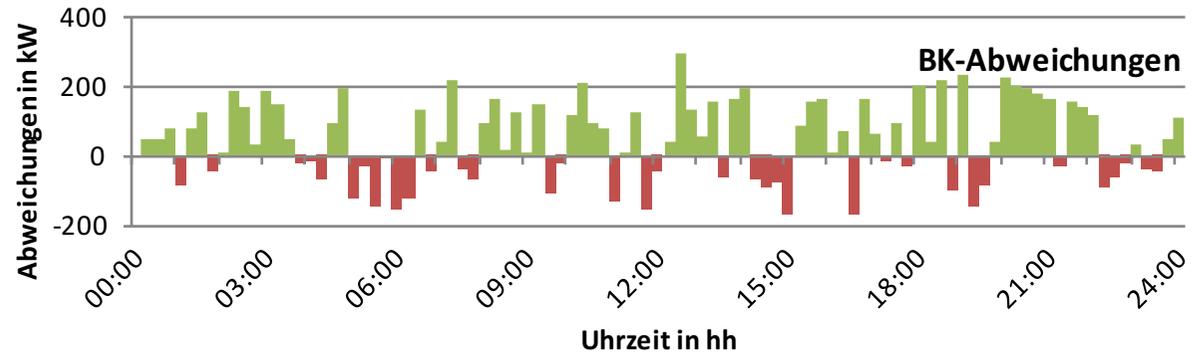
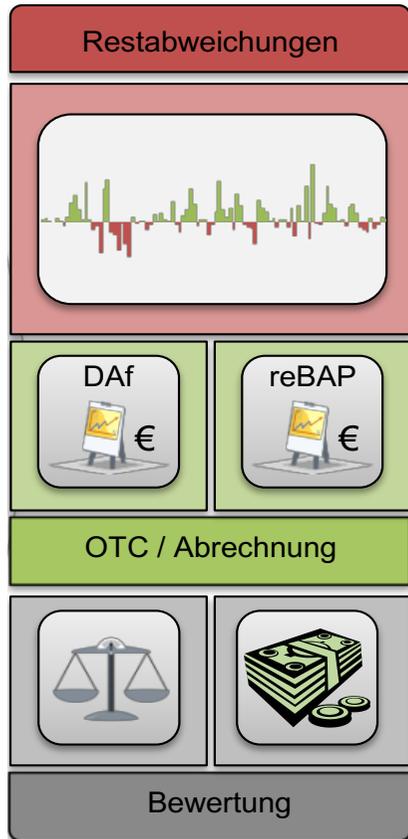
OTC / Abrechnung

Bewertung



Ex post Module

ex post
 Day-After bis 16:00h
 reBAP 42. Werktag



Gliederung

1

Einführung



2

Entwicklung eines Simulationsmodells



3

Bewertung Ausgleichspotenzial



4

Fazit



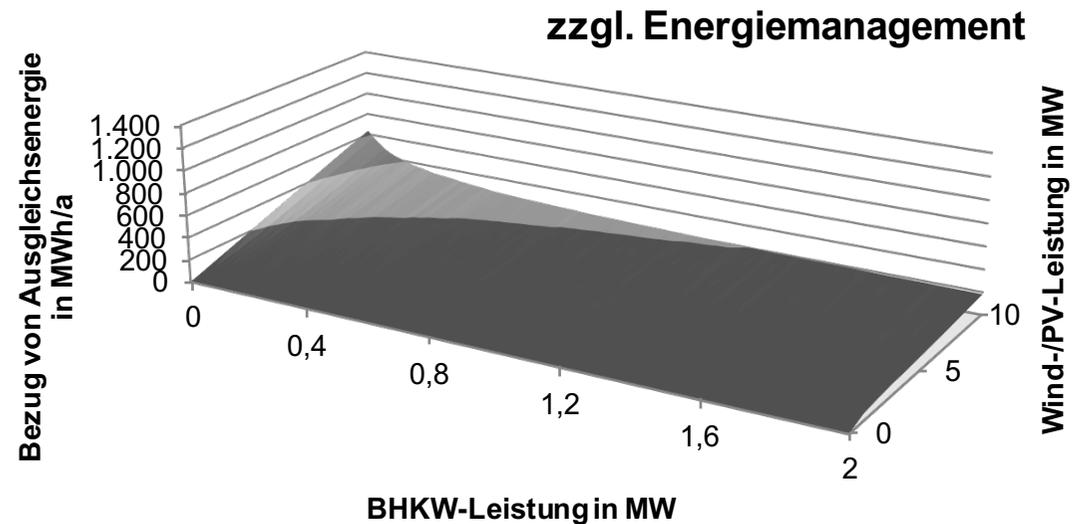
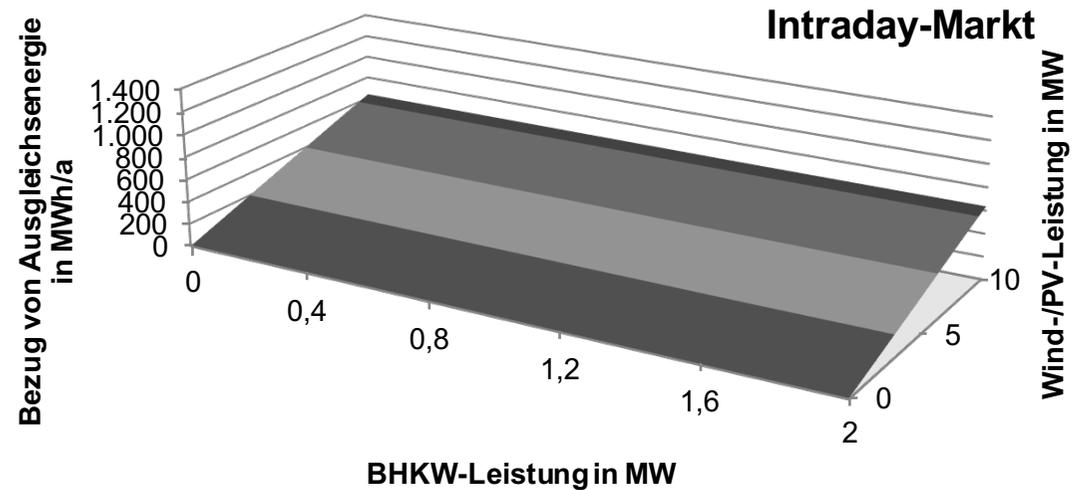
Ausgleichspotenzial: Auswirkung des Energiemanagements

Bilanzkreisszenario:

- Je bis zu 5 MW installierte Wind- und PV-Leistung
- Bis zu 2 MW installierte BHKW-Leistung (20 kW_{el})

- Mit einer steigenden Anzahl an steuerbaren BHKW sinkt die benötigte Ausgleichsenergie

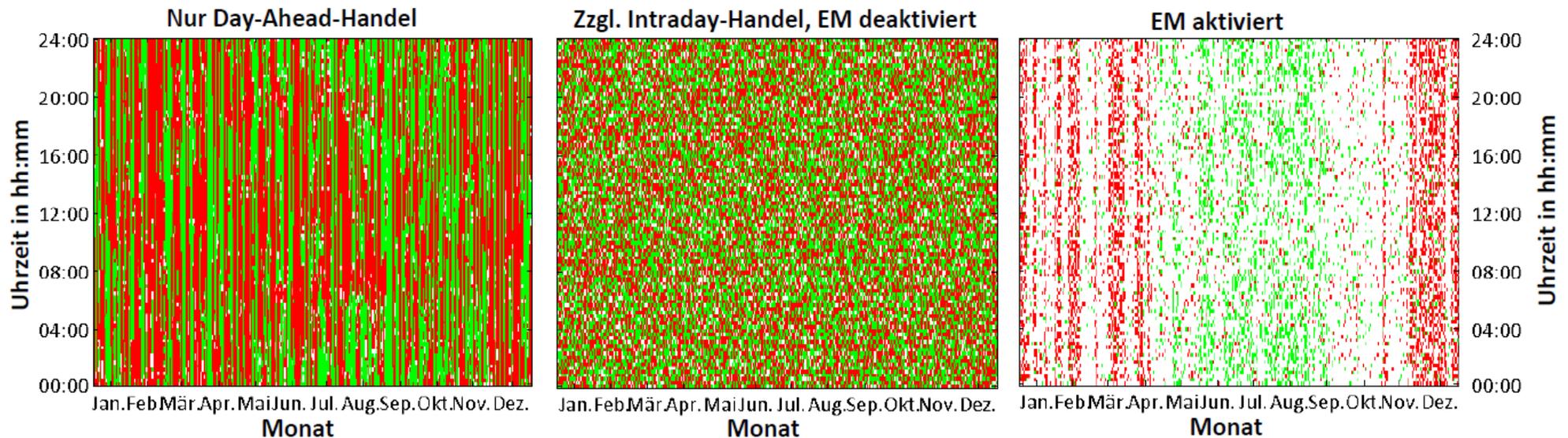
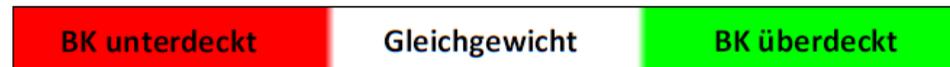
- Ein Sättigungseffekt ist jedoch deutlich erkennbar



Ausgleichspotenzial: Saisonale Effekte

Beispielszenario:

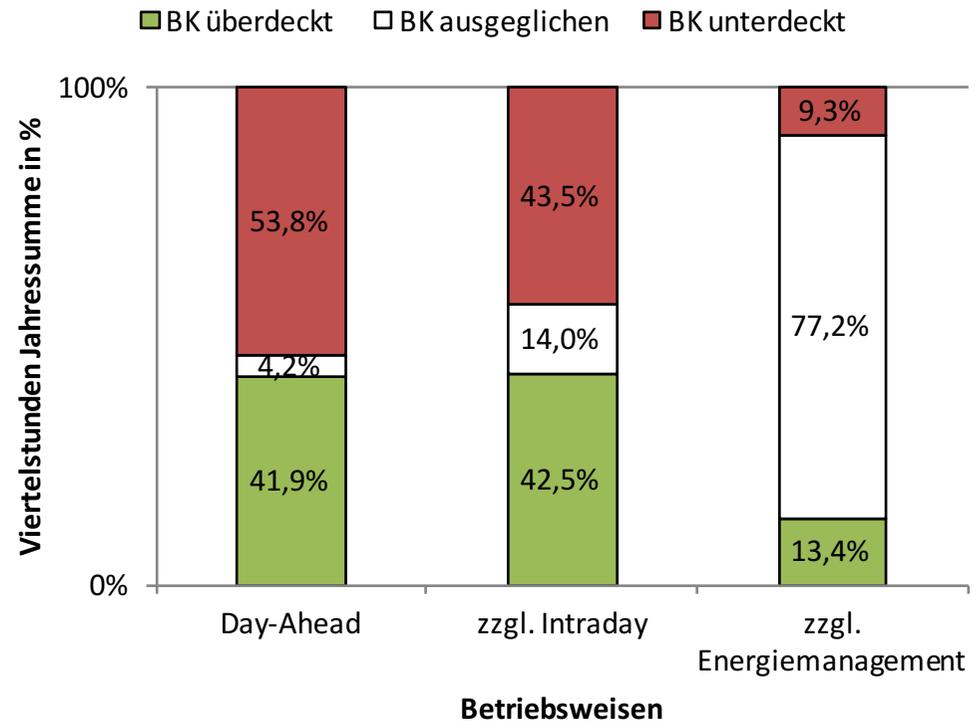
- 2 MW BHKW
- 5 MW Wind
- 5 MW PV



- Das Potenzial zum Ausgleich unterliegt einer saisonalen Verteilung
- Ursache hierfür sind die thermischen Randbedingungen der einzelnen BHKW

Ausgleichspotenzial: Verteilung Bilanzkreiszustände im Jahr

- Der Intraday-Handel führt bereits zu essenziellen Verbesserungen im Bilanzkreismanagement.
- Durch den Einsatz des Energiemanagements werden die Bilanzkreisabweichungen gegenüber der handelsseitigen Optimierung nochmals deutlich reduziert



Gliederung

1

Einführung



2

Entwicklung eines Simulationsmodells



3

Bewertung Ausgleichspotenzial



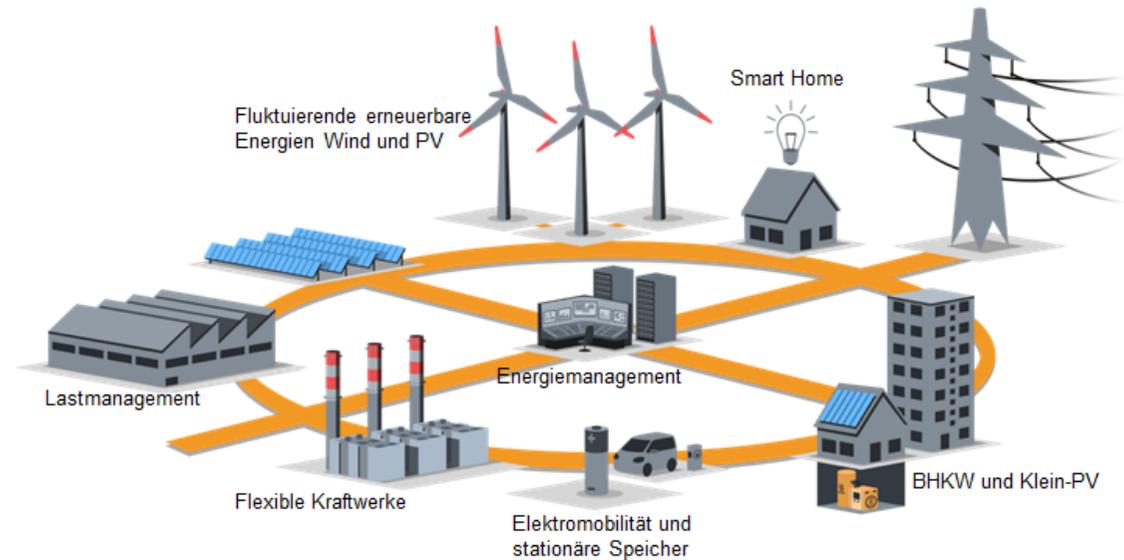
4

Fazit



Fazit

- Durch den flexiblen Einsatz von BHKW lassen sich die Bilanzkreisabweichungen von fluktuierenden erneuerbaren Energien deutlich reduzieren
- Bereits 10 % steuerbare BHKW-Leistung im Gesamtbilanzkreis ermöglicht eine Reduzierung der Abweichungen um bis zu 60 %
- Die Integration weiterer Technologien in das Modell lassen weitere positive Effekte erwarten
- Flexibilität sollte gezielt und punktuell gefördert werden; nicht als Massenware



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Technische Universität Braunschweig
Institut für Hochspannungstechnik und
Elektrische Energieanlagen - elenia

Björn Osterkamp, M.Sc.

Schleinitzstraße 23

38106 Braunschweig

E-Mail: b.osterkamp@tu-braunschweig.de

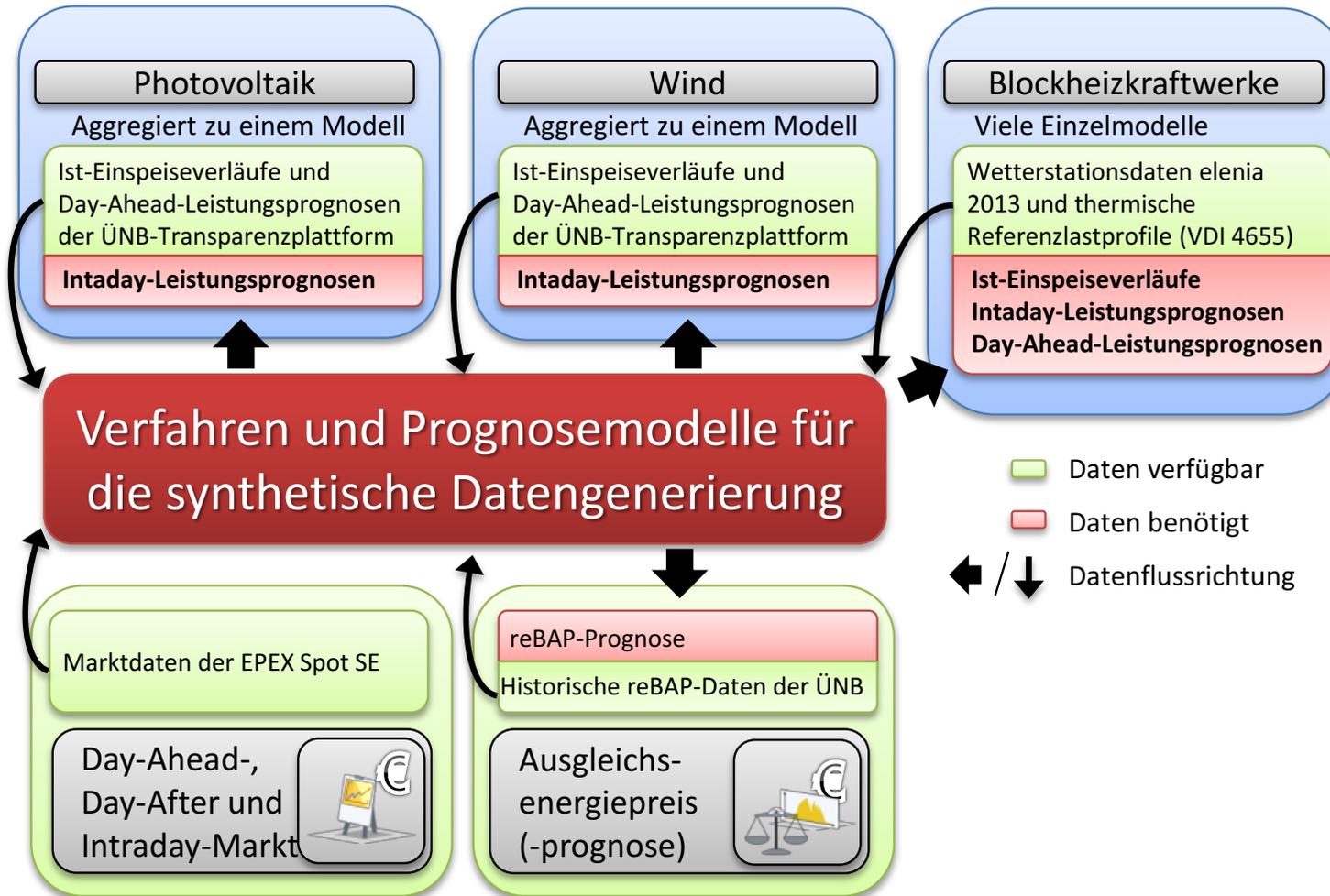
Telefon: 0531 – 391 9726



Backup



Datengrundlage



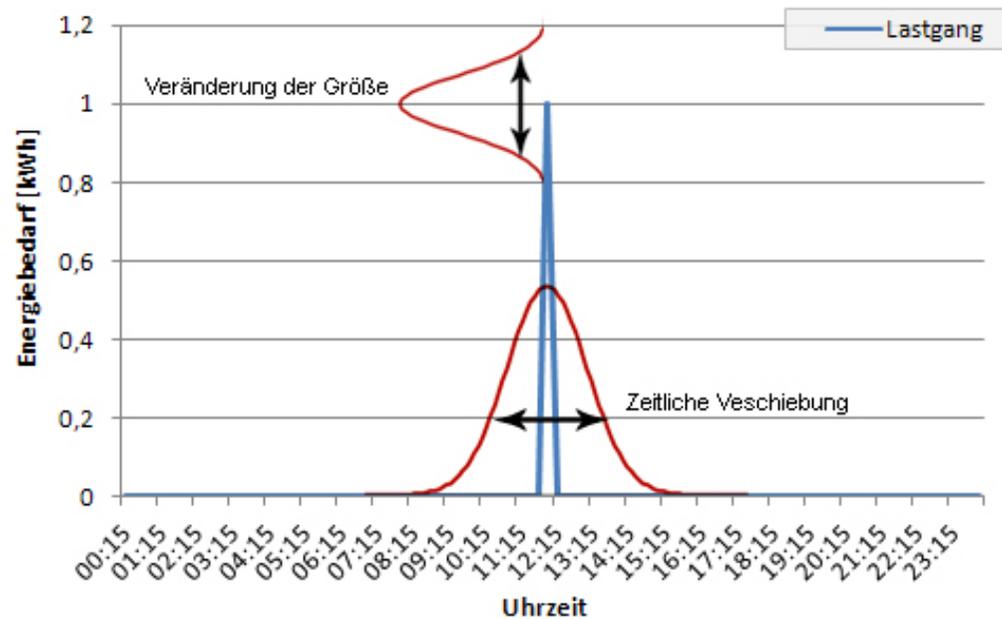
Betriebszeitenverläufe für BHKW

- Grundlage bildet die VDI 4655 Richtlinie in Kombination mit den Jahresverläufen der elenia-Wetterstation (Temperatur, Einstrahlung)

Übergang Ü ($5^{\circ}\text{C} \leq T \leq 15^{\circ}\text{C}$)
Sommer S ($T > 15^{\circ}\text{C}$)
Winter W ($T < 5^{\circ}\text{C}$)

Werktag W		Sonntag S	
Heiter H	Bewölkt B	Heiter H	Bewölkt B
ÜWH	ÜWB	ÜSH	ÜSB
SWX		SSX	
WWH	WWB	WSH	WSB

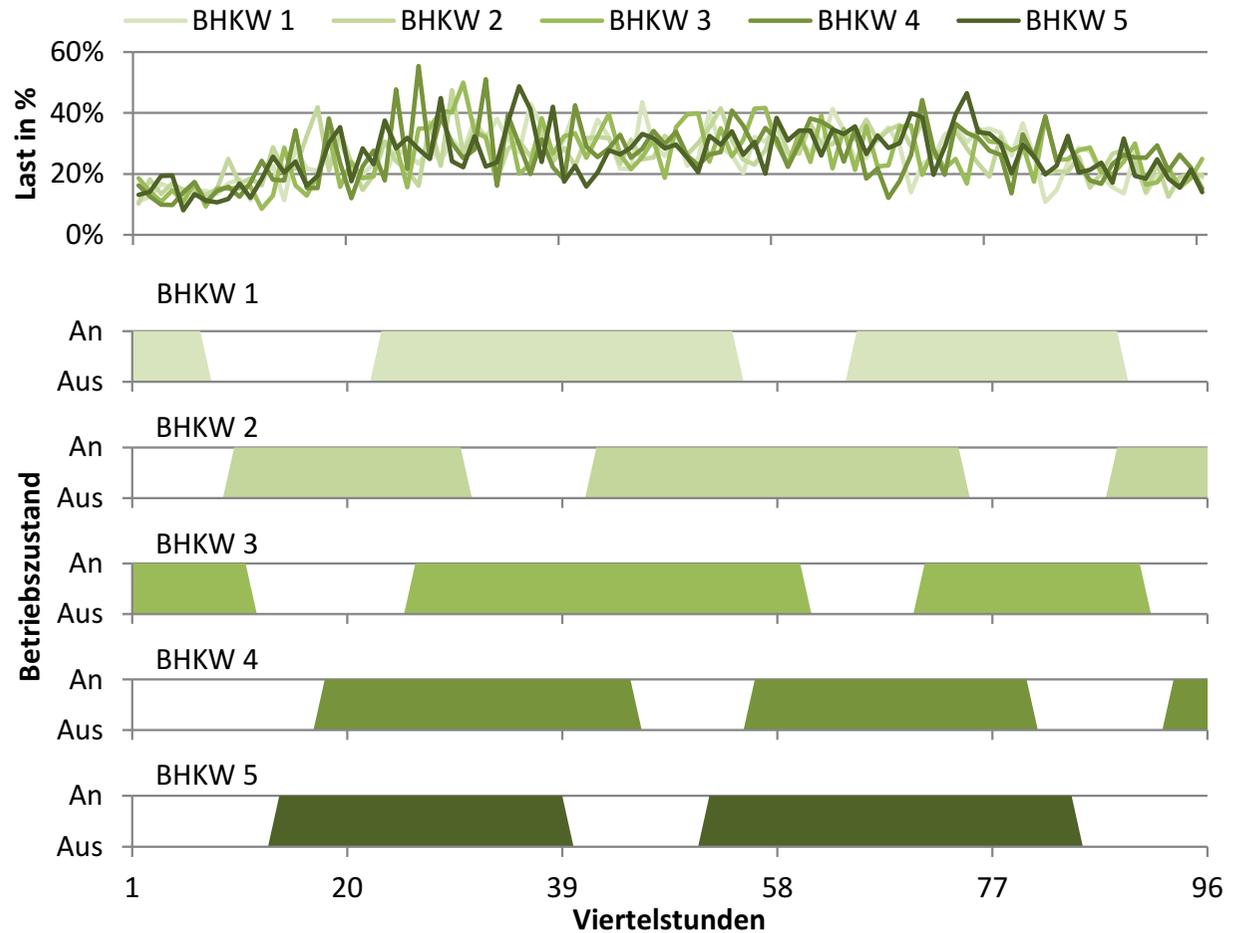
Quelle: VDI 4655 Richtlinie



- Die Generierung einer Vielzahl unterschiedlicher thermischer Lastgänge erfolgt mittels stochastischer Variation

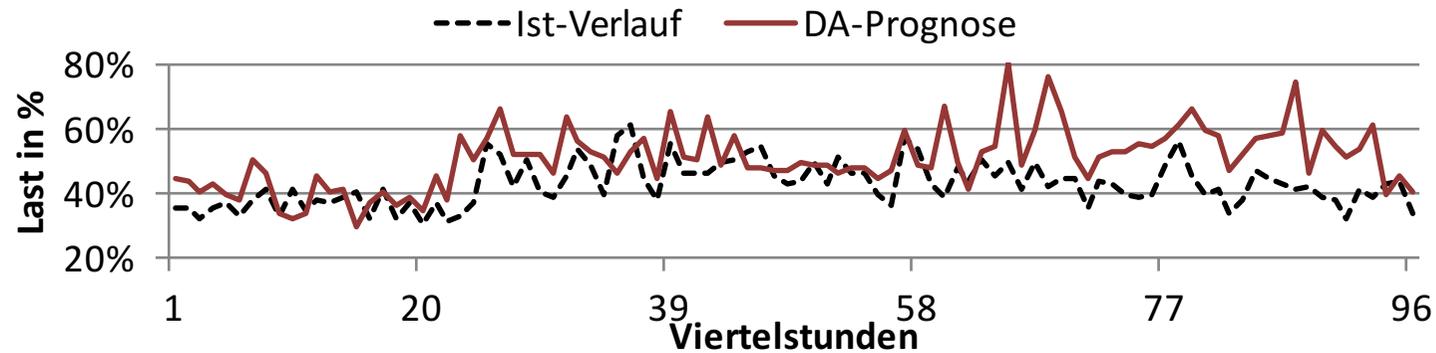
Heterogene BHKW-Betriebszeitenverläufe

- Jedes BHKW folgt einer individuellen, thermischen Last

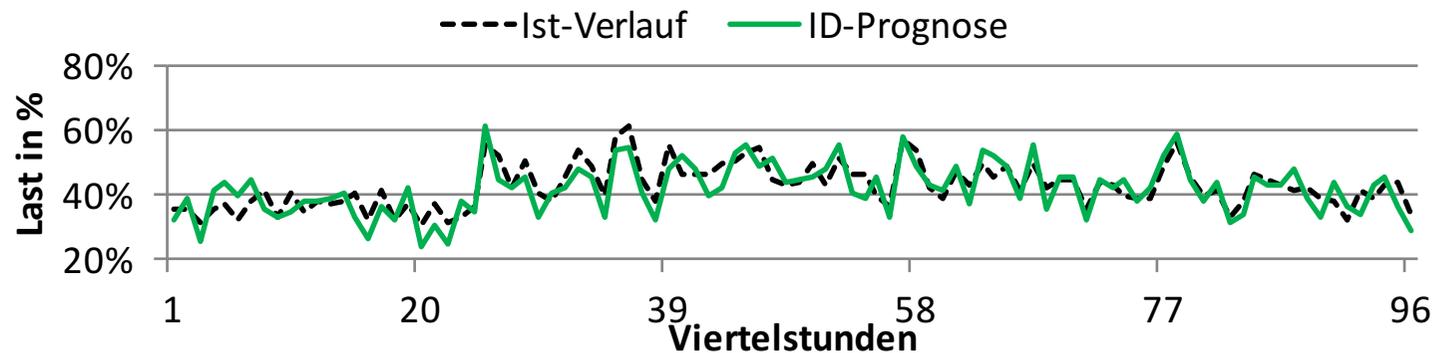


Day-Ahead- und Intraday-Prognosen BHKW

- Durchschnittlicher Day-Ahead-Prognosefehler von 15 %

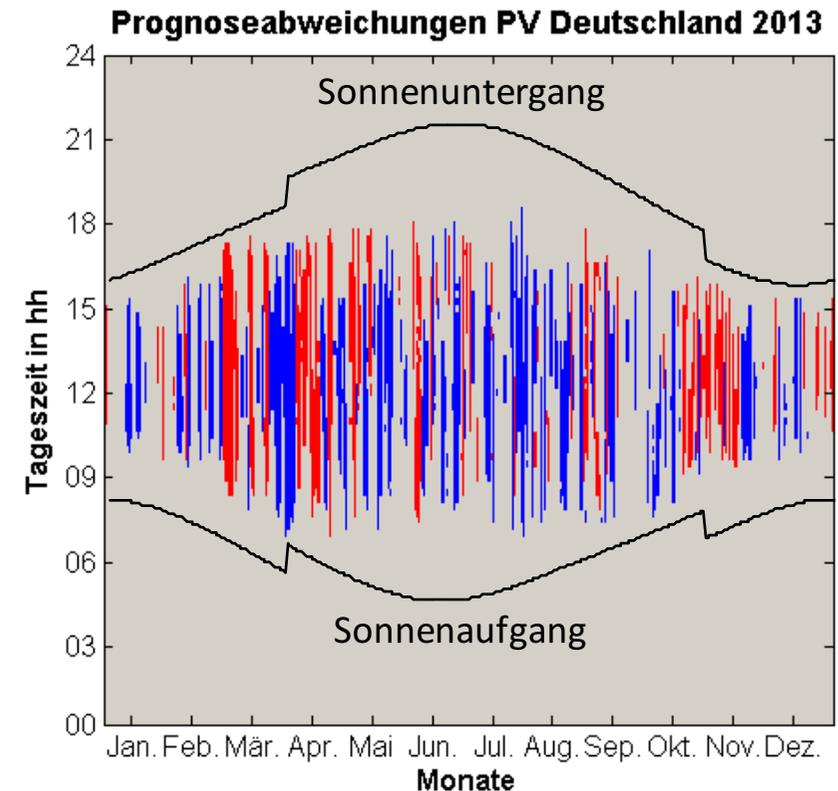
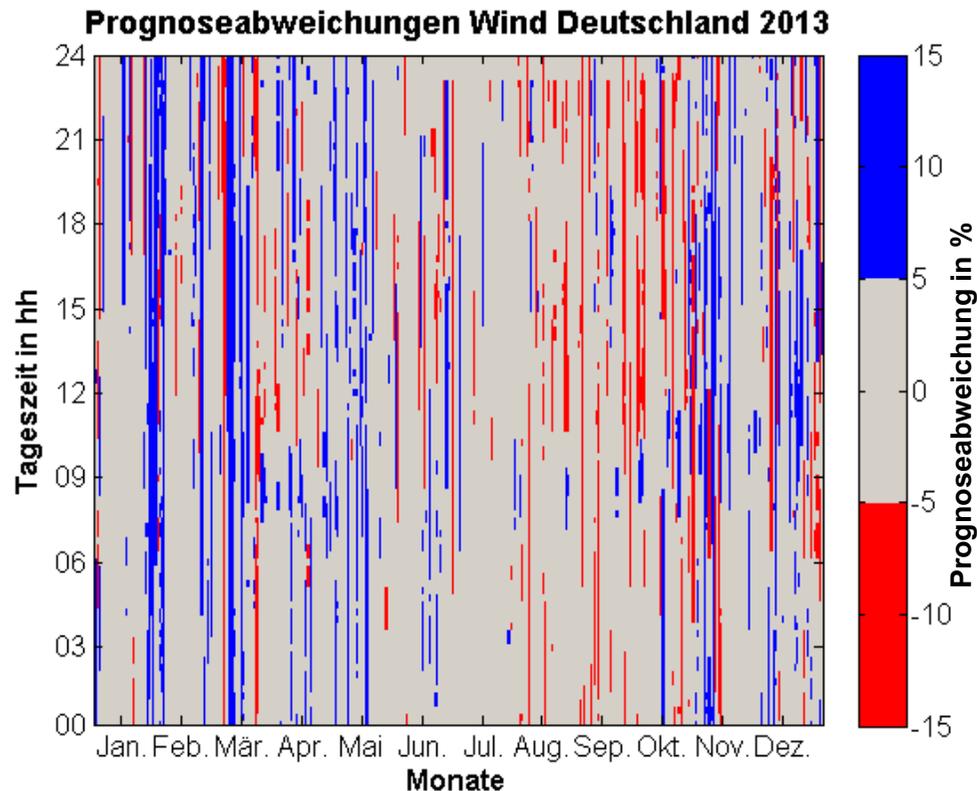


- Durchschnittlicher Intraday-Prognosefehler von 7,5 %



Day-Ahead-Prognosefehler für Wind und PV

- Der durchschnittliche Day-Ahead Prognosefehler für fluktuierende erneuerbare Energien liegt bei ca. 4,29% für Wind- und bei 7,04 % für PV-Anlagen (Jahr 2013)

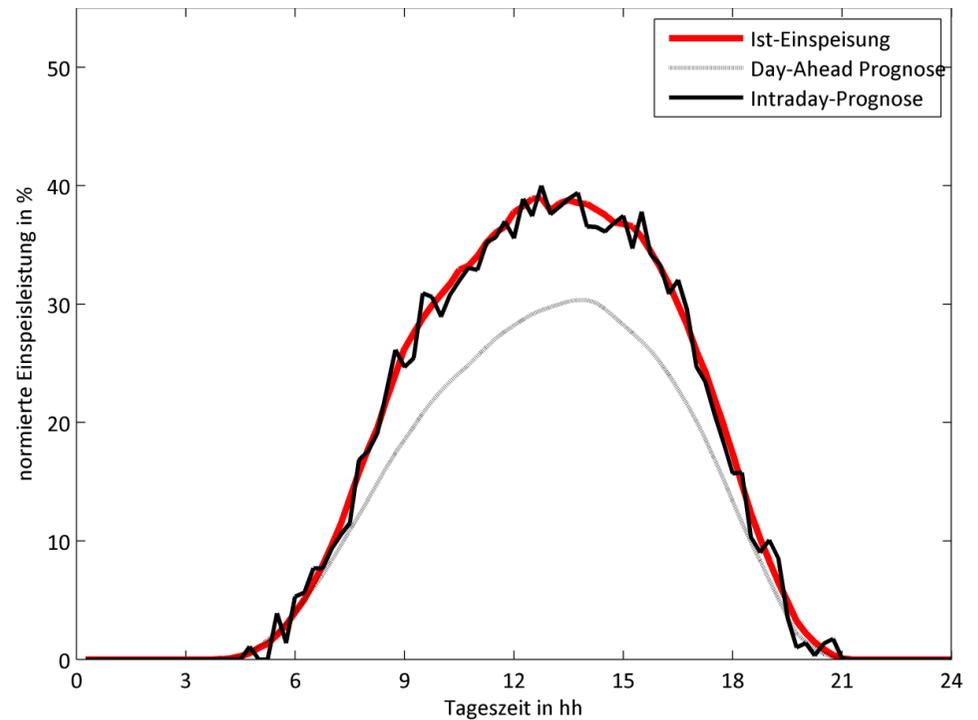
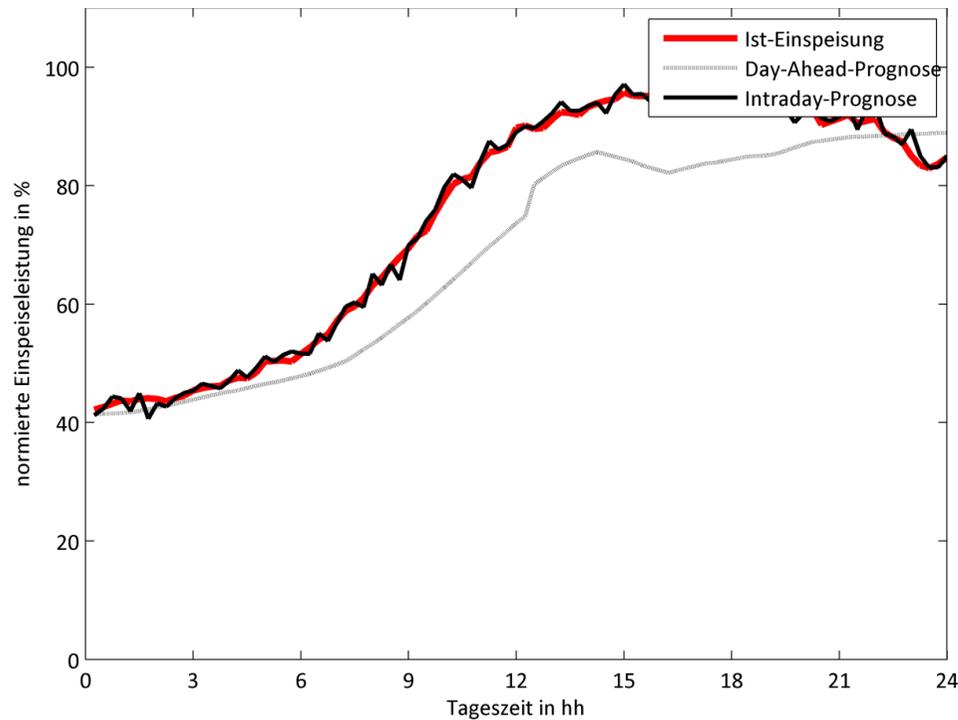


Quelle: Transparenzplattform der Übertragungsnetzbetreiber



Intraday-Prognosen für Wind und PV

- Synthetisches Verfahren auf Basis einer „nichtparametrischen Verteilungsfunktion“
- Zufallsbasierte Intraday-Prognosen mit einem durchschnittlichen Fehler von 1,5 % für Wind und 1,3 % für PV



Backup: Ausgleichspotenzial durch die Energiemärkte

Bilanzkreisszenario:

- Je bis zu 5 MW installierte Wind- und PV-Leistung
- Bis zu 2 MW installierte BHKW-Leistung (20 kW_{el})
- Durch die aktive Teilnahme am Intraday-Markt lassen sich die Bilanzkreisabweichungen signifikant verringern

