

Auswirkungen von Power-to-Heat-Anlagen im Markt für negative Sekundärregelleistung auf die Abregelung von erneuerbaren Energien

Dialogplattform Power to Heat – Goslar – 05.05.2015

Diana Böttger, Thomas Bruckner

Professur für Energiemanagement und Nachhaltigkeit
Institut für Infrastruktur und Ressourcenmanagement - IIRM
Universität Leipzig



Agenda

- **Motivation**
- **Strommarktmodell „MICOES-Europe“**
- **Modellannahmen für das Jahr 2025**
- **Ergebnisse**
- **Fazit**



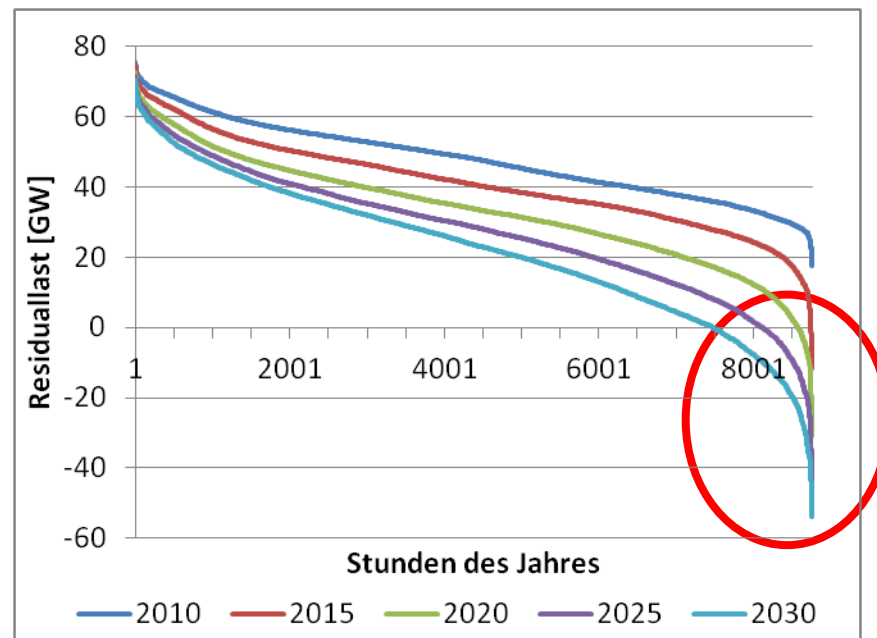
Agenda

- **Motivation**
- Strommarktmodell „MICOES-Europe“
- Modellannahmen für das Jahr 2025
- Ergebnisse
- Fazit

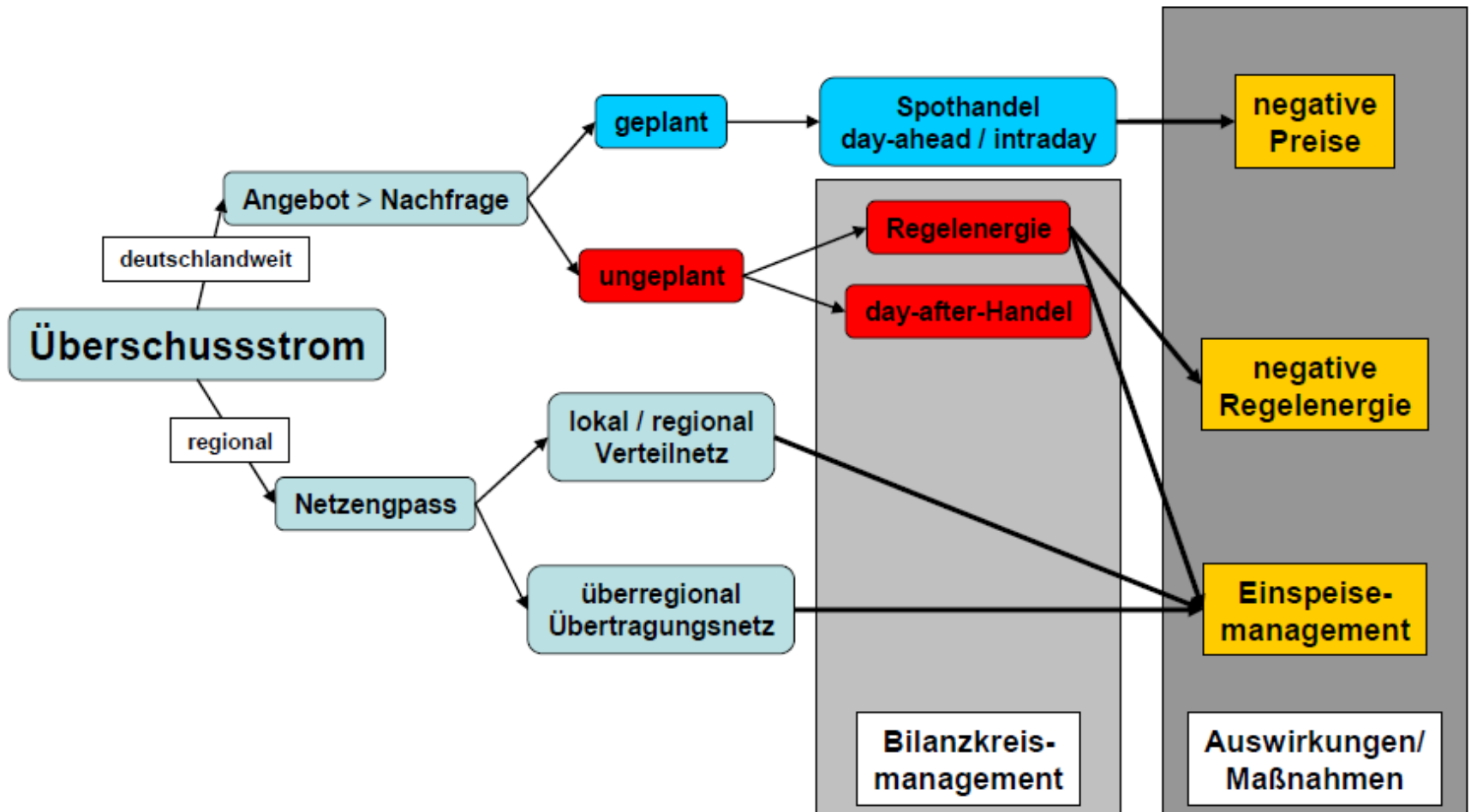


Zukünftig zunehmender Flexibilitätsbedarf

- ▶ Ausbau erneuerbarer Energien u.a. in Deutschland
- ▶ Insbesondere hoher Anteil fluktuierender Energieträger (Windkraft, Photovoltaik)
- ▶ Zukünftig **steigende Anzahl von Zeiträumen mit Stromangebotsüberschüssen** aus fluktuierenden erneuerbaren Energien



Definition von Überschussstrom

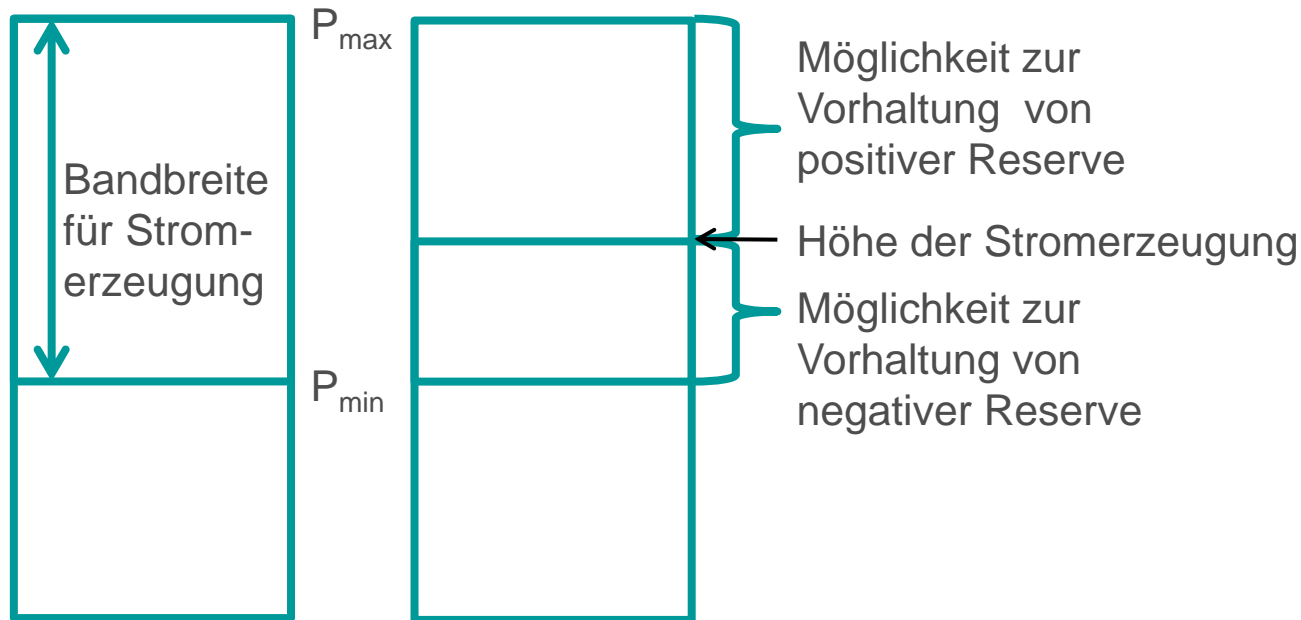


Quelle: AGFW 2014



Einfluss der Mindestleistung auf Reservevorhaltung

- ▶ Marktdesign für Regelenergiemarkt: 1 Woche Gebotszeitraum für Sekundärregelleistung (SRL)
- ▶ Vorhaltende Kraftwerke müssen auch bei niedriger Stromnachfrage am Netz bleiben
- ▶ Für negative SRL wegen Mindestlast hohe Must-Run Stromerzeugung



Beispiel:

$P_{\max} = 500 \text{ MW}$
 $P_{\min} = 200 \text{ MW}$
(40%)

→ Für 50 MW negative Reserve
 $200 + 50 = 250 \text{ MW}$
als Must-Run am Spotmarkt

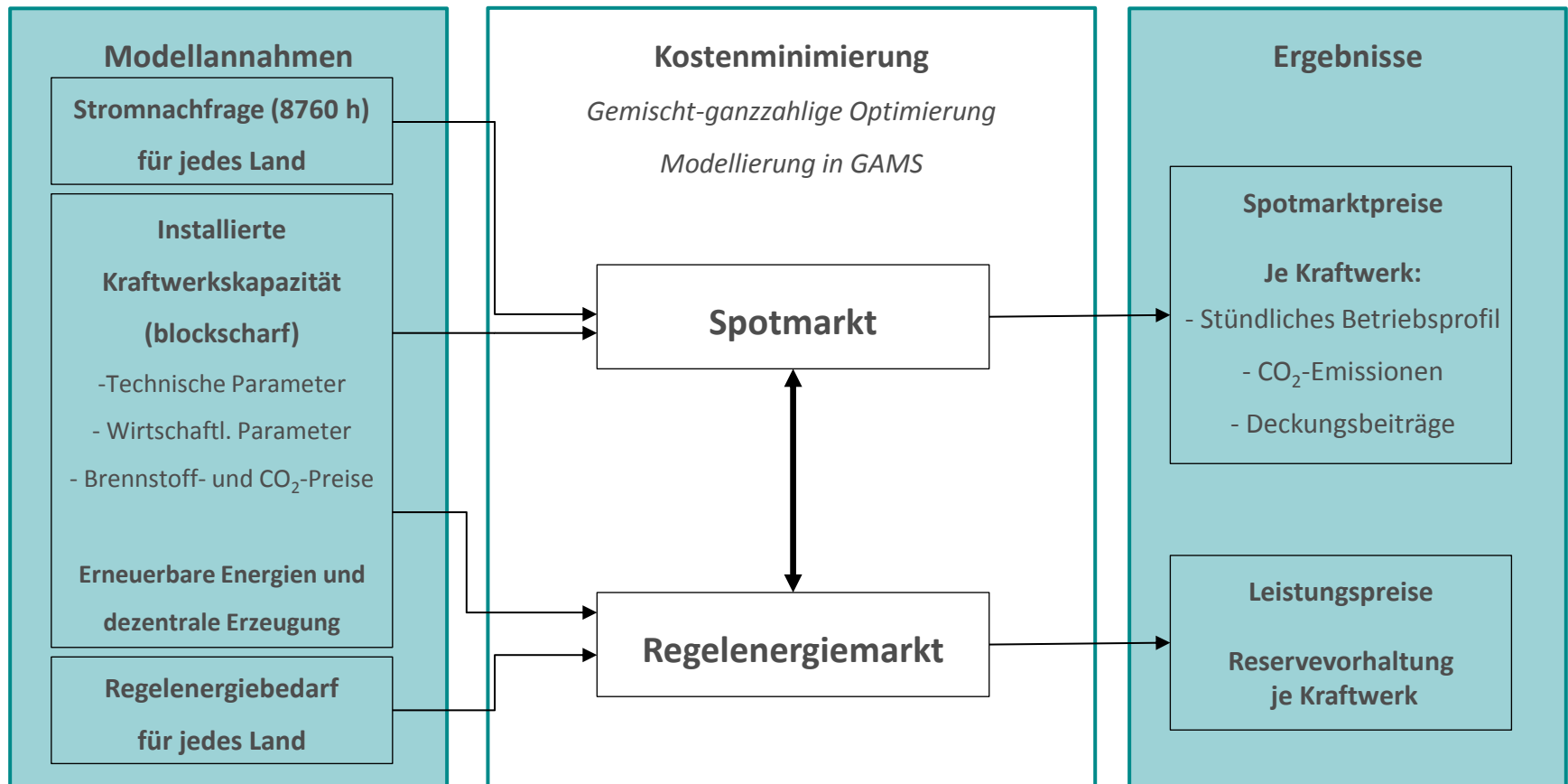
Agenda

- Motivation
- **Strommarktmodell „MICOES-Europe“**
- Modellannahmen für das Jahr 2025
- Ergebnisse
- Fazit



Strommarktmodell „MICOES Europe“

- ▶ MICOES = **M**ixed **I**nteger **C**ost **O**ptimization of **E**nergy **S**ystems
- ▶ MICOES **minimiert** deterministisch die **volkswirtschaftlichen Gesamtkosten**



Agenda

- Motivation
- Strommarktmodell „MICOES-Europe“
- **Modellannahmen für das Jahr 2025**
- Ergebnisse
- Fazit



Szenarien für Regelenergiemarkt im Jahr 2025

► Annahme:

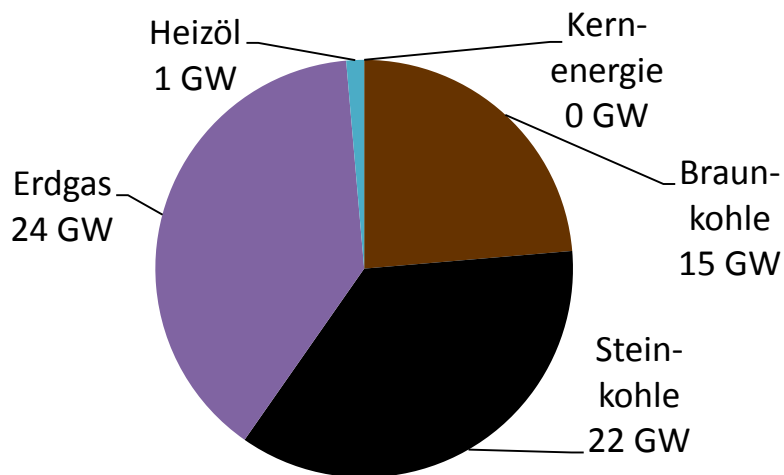
1.000 MW_{el} an Power-to-Heat (P2H)-Anlagen in Fernwärmenetzen stehen für negative Sekundärregelleistung zur Verfügung

Szenarioannahmen		Gebotsstruktur	
		Blockgebotsstruktur wie in 2012	Flexibilität durch 1-Stunden-Gebote
Bedarf an Regelleistung	Niveau von 2012	Fall 1	Fall 2
	Erhöhter Bedarf ^{*)}	Fall 3	Fall 4

^{*)} Durch Zubau von Photovoltaik- und Windkraftanlagen (positiv: + 5 GW und negativ: + 2,5 GW)



Rahmendaten für 2025



- **Nettostromverbrauch 535 TWh**
- Kraftwerkspark (konventionell): 62 GW
- Erneuerbare Energien: 292 TWh
- Kuppelstellen zum Ausland: rund **30 GW**

Preise	Wert	Einheit
Uran	4,50	€/MWh _{fuel}
Braunkohle	1,58	€/MWh _{fuel}
Steinkohle	9,87	€/MWh _{fuel}
Erdgas	31,63	€/MWh _{fuel}
Leichtes Heizöl	61,72	€/MWh _{fuel}
Schweres Heizöl	32,92	€/MWh _{fuel}
CO ₂ -Zertifikate	20,90	€/t CO ₂

Erneuerbare Energien	[GW]	[TWh]
Wind onshore	60,2	126,7
Wind offshore	10,5	38,0
Photovoltaik	55,7	48,7
Biomasse	9,3	51,6
Wasserkraft	4,7	22,3
Geothermie	0,8	5,1



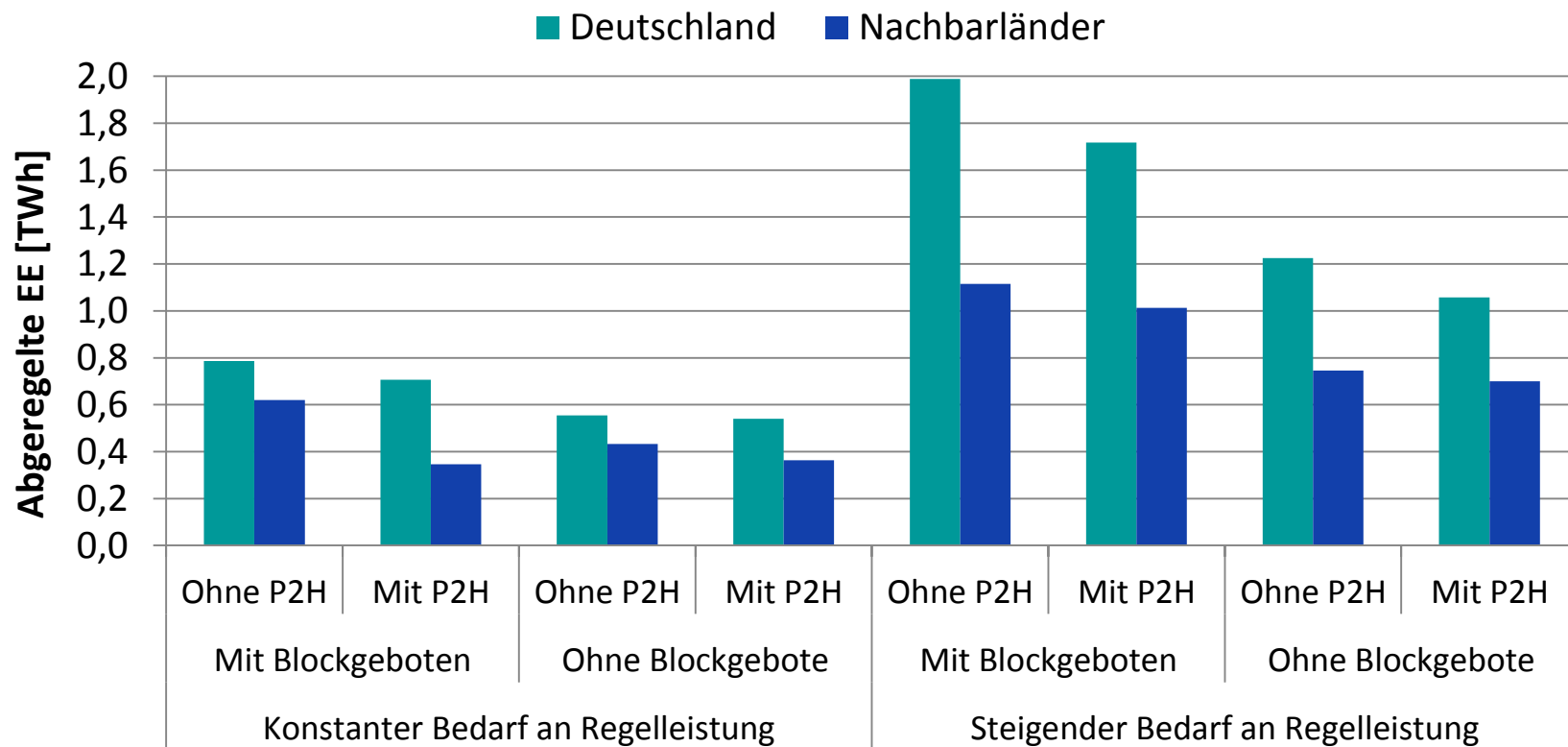
Agenda

- Motivation
- Strommarktmodell „MICOES-Europe“
- Modellannahmen für das Jahr 2025
- **Ergebnisse**
- Fazit



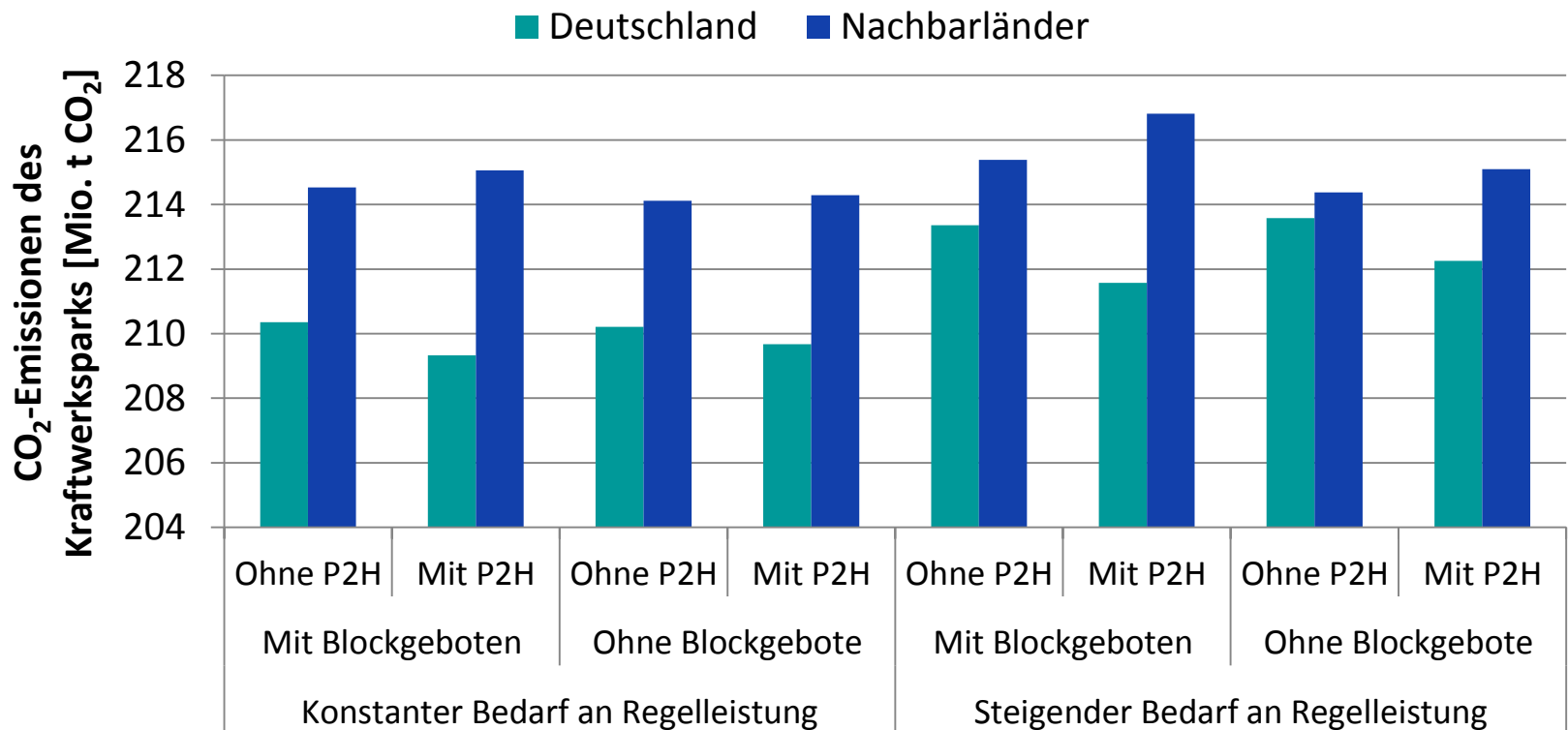
Marktbedingte Abregelung von erneuerbaren Energien

- ▶ 1 GW P2H kann Abregelung in Deutschland um 3-14 % senken (bis 270 GWh)
- ▶ Bei Betrachtung inkl. der deutschen Nachbarländer sogar bis zu 375 GWh an marktbedingter Abregelung vermeidbar



Rückwirkung auf CO₂-Emissionen

- ▶ Reduktion der CO₂-Emissionen in Deutschland um 0,3 % – 0,8 % möglich
- ▶ In Nachbarländern leichter Anstieg der Emissionen
- ▶ Zusammen aber noch Senkung um ca. 0,1 % (rund 500.000 Tonnen)



Agenda

- Motivation
- Strommarktmodell „MICOES-Europe“
- Modellannahmen für das Jahr 2025
- Ergebnisse
- **Fazit**



Fazit für das Jahr 2025

- ▶ Power-to-Heat-Anlagen, die negative Sekundärregelleistung vorhalten, können durch **Vermeidung von Must-run Erzeugung** konventioneller Kraftwerke die **marktbedingte Abregelung von erneuerbaren Energien senken**.
- ▶ **Effekt** nicht nur für Deutschland sondern **auch für Nachbarländer**.
- ▶ **Reduktion der CO₂-Emissionen** in Deutschland und seinen Nachbarländern um bis zu **0,5 Mio. t** möglich.
- ▶ Neben der Vermeidung marktbedingter Abregelung kann P2H auch bei **Netzengpässen weiteres Potential zur EE-Integration** bieten – hierzu ist aber eine **Anpassung des Marktdesigns** notwendig.



Kontakt

Dipl.-Wirtsch.-Math. Diana Böttger

Professur für Energiemanagement und Nachhaltigkeit

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Universität Leipzig

Grimmaische Str. 12

D-04109 Leipzig

Tel.: 0341/97 33518

diana.boettger@wifa.uni-leipzig.de

Prof. Dr. Thomas Bruckner

Professur für Energiemanagement und Nachhaltigkeit

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Universität Leipzig

Grimmaische Str. 12

D-04109 Leipzig

Tel.: 0341/97 33517

bruckner@wifa.uni-leipzig.de

www.wifa.uni-leipzig.de/iirm



Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät
in der Grimmaischen Straße



BACK UP



Aktuelle Projekte zu Power-to-Heat in Deutschland

Elektrokessel in Deutschland

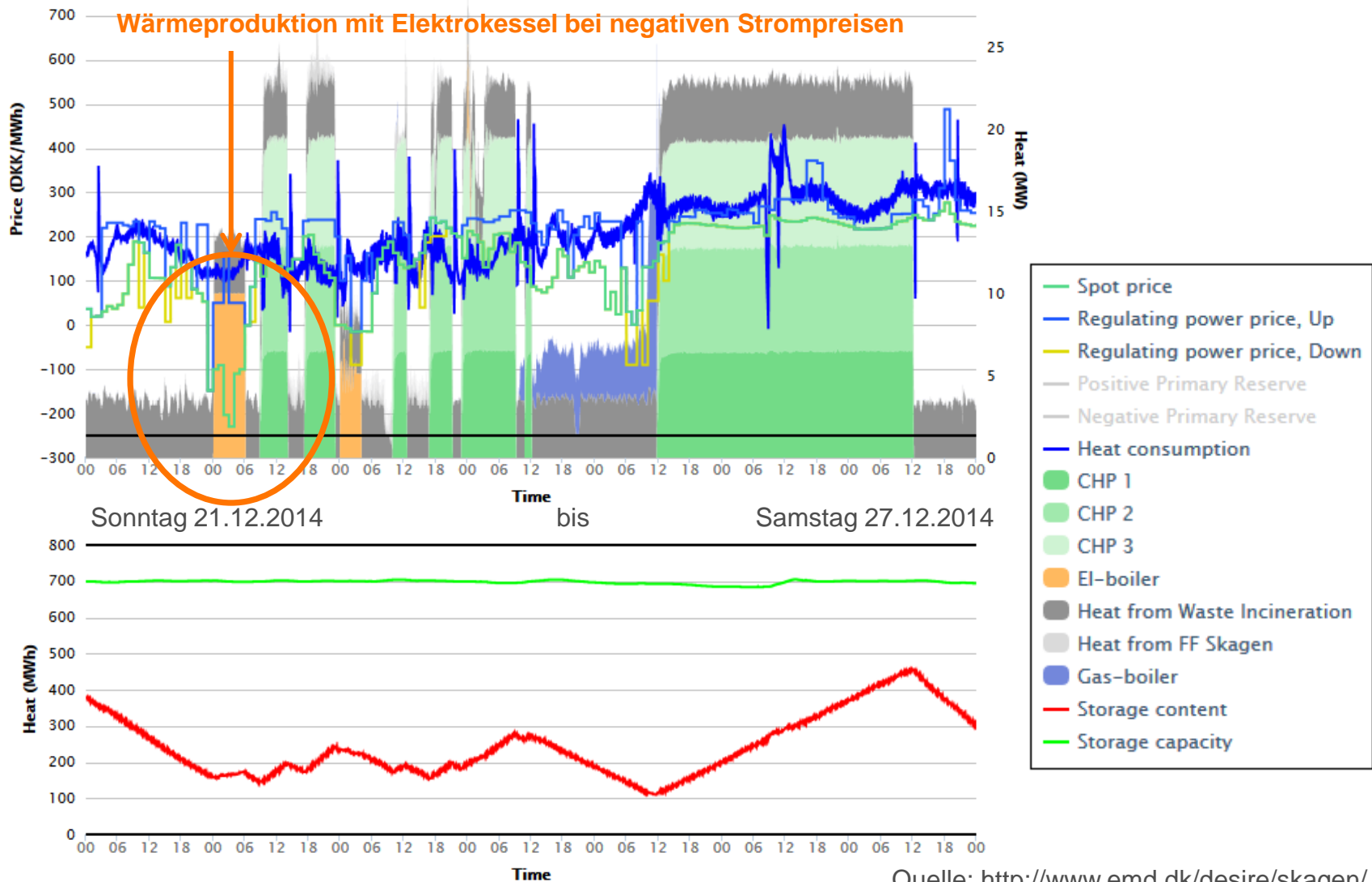
Tabelle 0-1

Versorger	Ort	Kesselart	el. Leistung [MW]	Inbetriebnahme
Alte Bestandsanlagen*				
EnBW			ca. 160	
Vattenfall	Hamburg		?	
E.ON			?	
RWE			?	
Neue PtH-Projekte**				
Stadtwerke Tübingen	Tübingen	Elektrokessel	5	geplant
EEW Energy from Waste	Premnitz	EHK	20	ca. August 2014
Stadtwerke Nürnberg	Nürnberg	EHK	50	ca. August 2014
Infraserv Höchst	Frankfurt (Höchst)	EHK	40	April 2014
VV Saarbrücken	Saarbrücken	EHK	10	in Betrieb
Stadtwerke Schwerin	Schwerin	Elektrokessel	15	in Betrieb
E.ON Ruhrenergie (Shamrock)	Herne (NRW)	EHK	60	in Betrieb
Stadtwerke München	München (HKW Süd)	Elektrokessel	10	in Betrieb
Stadtwerke Lemgo	Lemgo	Elektrokessel	5	in Betrieb
Stadtwerke Flensburg	Flensburg	EHK	30	in Betrieb
SUMME - Anzahl 9			225	

Quelle: Agora Energiewende (2014)



Flexibler KWK-Einsatz mit P2H (Beispiel Dänemark)



Modellierung Regelenergieabrufe

