

---

# KONZEPT ZUR BESTIMMUNG DES MARKTPOTENZIALS VON FLEXIBILITÄTSOPTIONEN IM STROMMARKT

13. Symposium Energieinnovation

Graz, 14. Februar 2014

---



UNIVERSITÄT LEIPZIG



Hendrik Kondziella

Prof. Dr. Thomas Bruckner

---

# AGENDA

## KONZEPT ZUR BESTIMMUNG DES MARKTPOTENZIALS VON FLEXIBILITÄTSOPTIONEN IM STROMMARKT

---

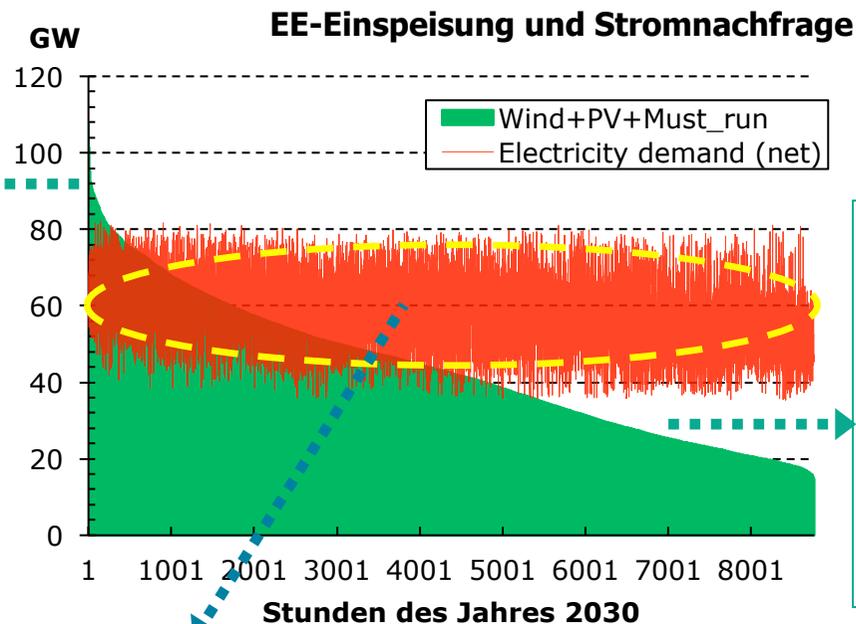
1. Motivation
2. Stand der Forschung
  1. Bewertungsschema
  2. Methoden (Status quo)
  3. Bewertung
3. Modellkonzept zum Marktpotenzial
4. Fazit

# MOTIVATION

## INDIKATOREN FÜR ERHÖHTE ANFORDERUNGEN AN DIE SYSTEMFLEXIBILITÄT (NACHFRAGESEITE)

### Negative Residuallast

- Mittlerer EE-Überschuss: 15 GW in 720 h/a (11 TWh)
- Einsatzoptionen:
  - EE-Einspeisemanagement
  - Power-to-Gas
  - Netzausbau (Deutschland, Europa)



### Positive Residuallast

- Mittlere Stromnachfrage: 30 GW in 3300 h/a
- Einsatzoptionen:
  - Gasturbinen
  - KWK-Anlagen

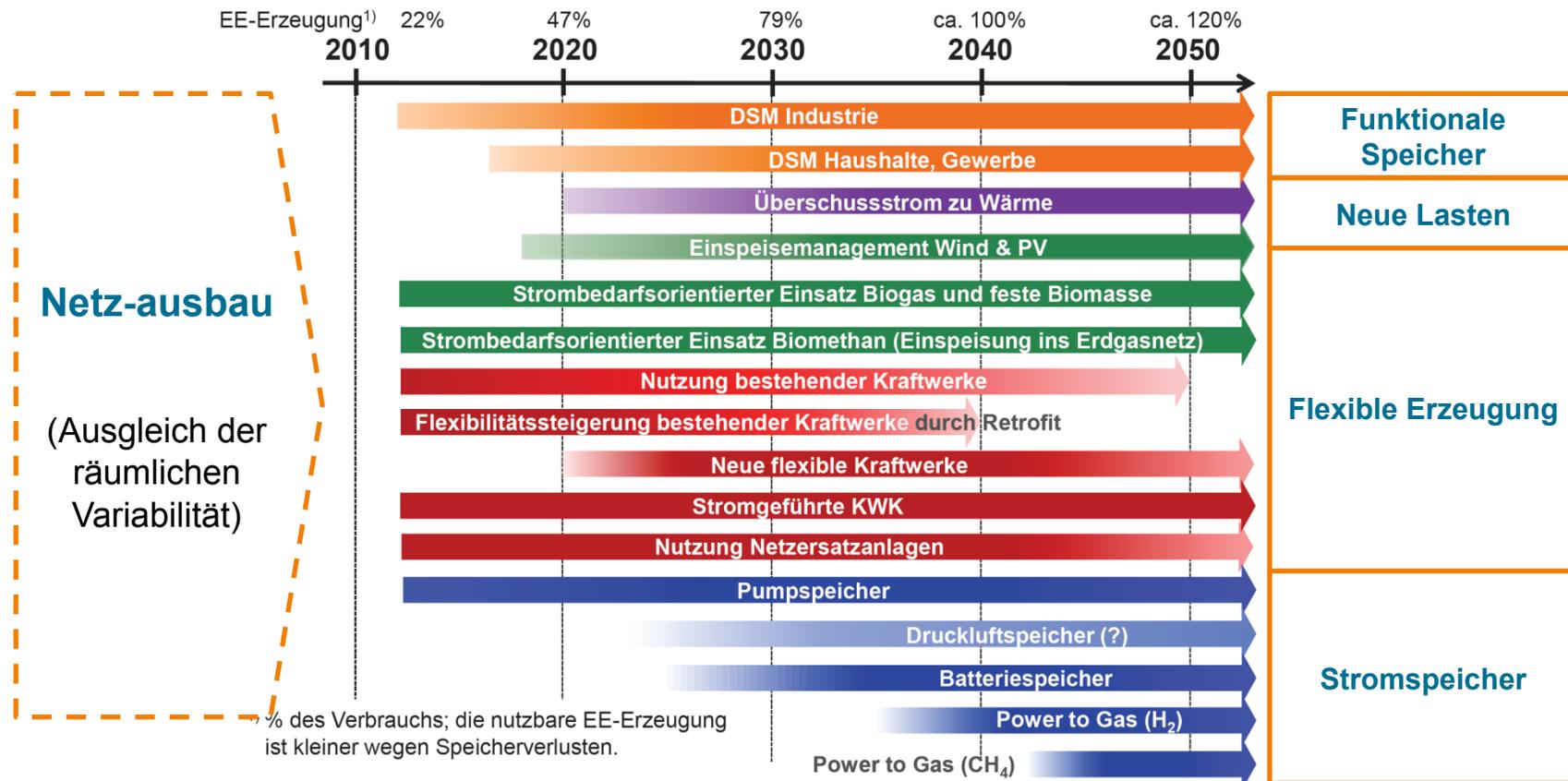
### Flexible Technologien im Strommarkt

- Technologien mit täglichem Einsatzprofil
- Ausgleich von stündlichen Fluktuationen
- Pumpspeicher, Druckluftspeicher, Batterien ...

Quelle: Kruhl und Doll (2011) VGB-Kongress Kraftwerke 2011, eigene Darstellung nach Leitstudie 2010

# MOTIVATION

## FLEXIBILITÄTSOPTIONEN (ANGEBOTSSEITE)



---

# FORSCHUNGSFRAGEN

---

Marktakteure können Flexibilität im Energiesystem anbieten. Investitionsentscheidungen müssen sich gegenüber folgenden Fragestellungen rechtfertigen:

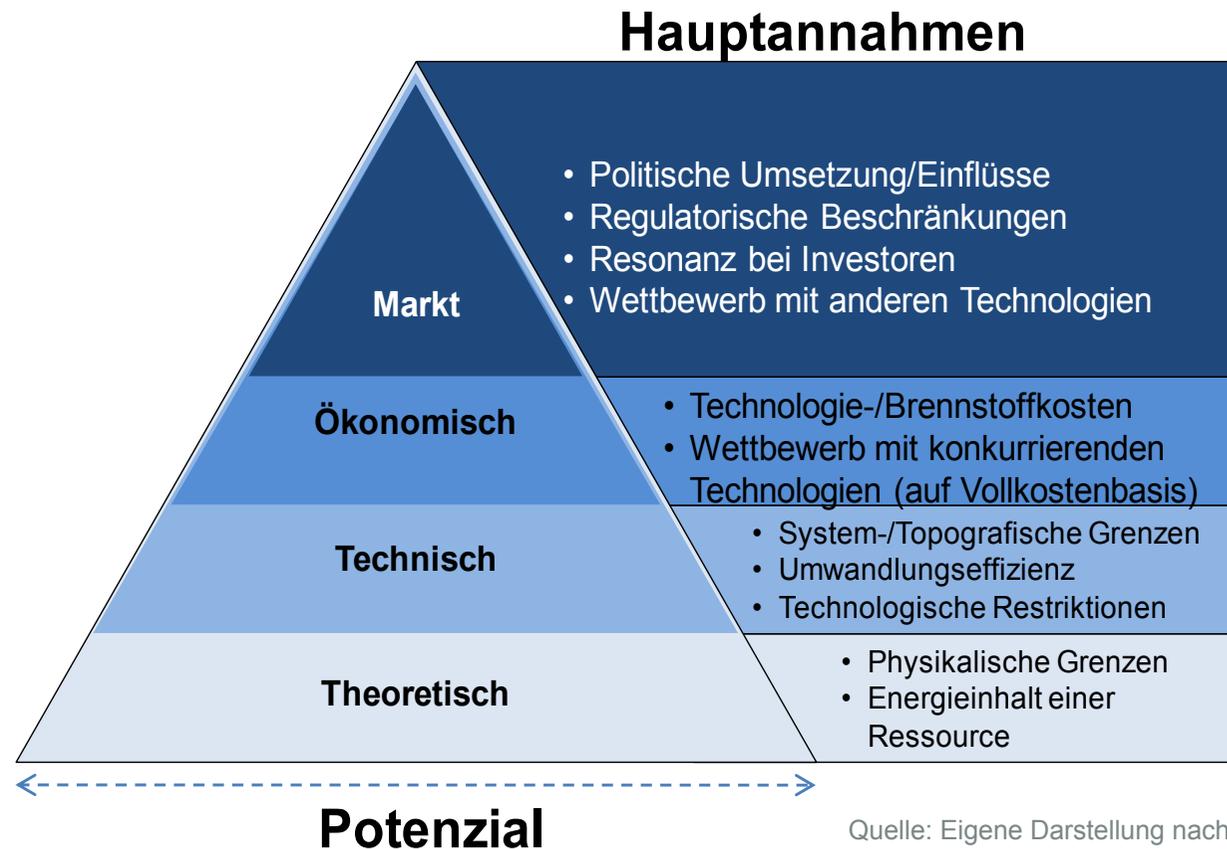
- Wie hoch ist der **Bedarf** an Flexibilität für das Stromversorgungssystem?
- Welches **Potenzial** ergibt sich für bestimmte Technologien?
- Wie gestaltet sich der **zeitliche Verlauf** des Flexibilitätsbedarfs?
- Kann das derzeitige **Marktdesign** einen bedarfsadäquaten Ausbau der flexiblen Kapazität gewährleisten?

# STAND DER FORSCHUNG

## BEWERTUNGSSCHEMA

### Bewertungskriterien

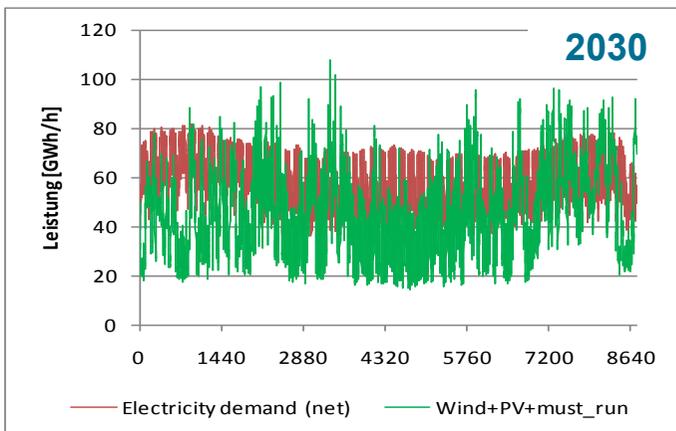
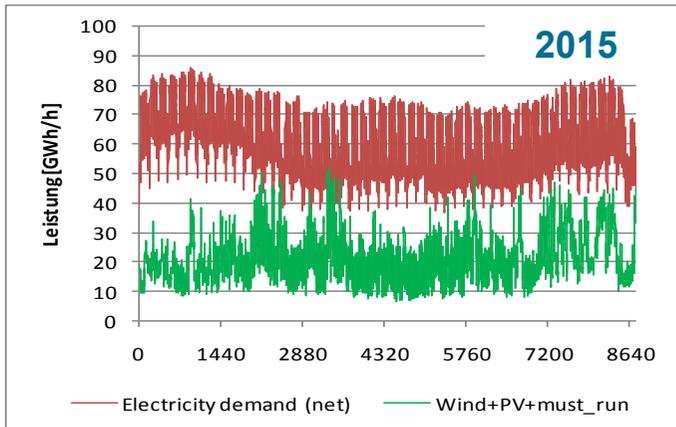
- Kategorisierung von Potenzialen
  - Technisch, Ökonomisch, Markt
- „Speicher“ vs. Flexibilität
  - Kurzfristig, Saisonal
- Zeitliche Abgrenzung
  - 2015, 2020, 2050
- Räumliche Abgrenzung
  - Deutschland, Europa, USA



Quelle: Eigene Darstellung nach  
National Renewable Energy Laboratory

# STAND DER FORSCHUNG (METHODIK)

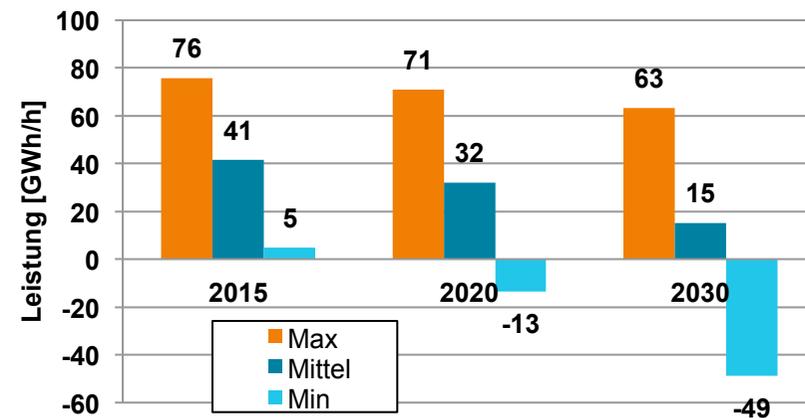
## TECHNISCHES POTENZIAL



Quelle: Eigene Analysen nach Leitstudie 2010

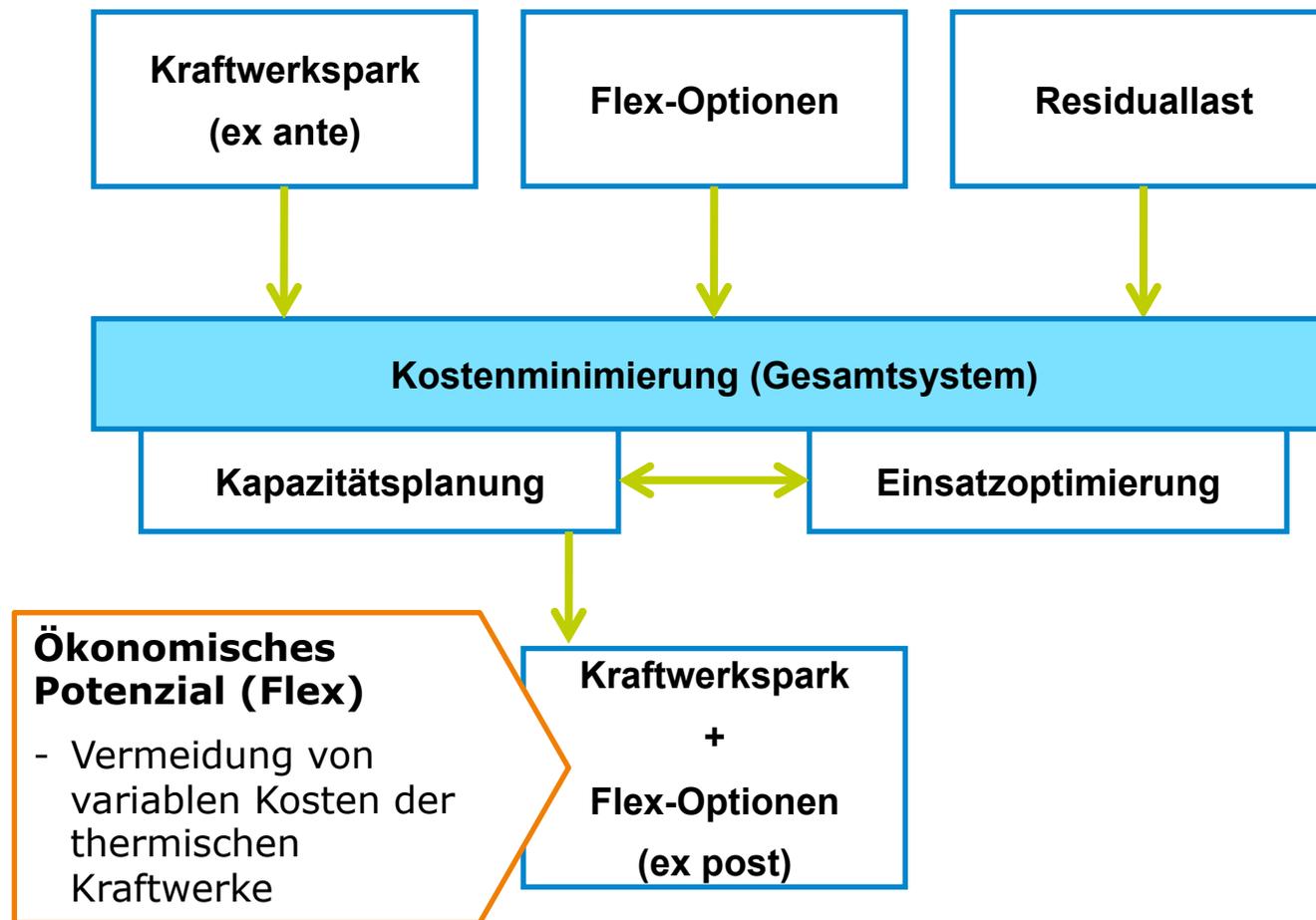
### Deskriptive Statistik der Residuallast

- Maximum
  - Positive Flexibilität (Entladen)
- Minimum
  - Negative Flexibilität (Laden)
- Negative Werte
  - (max.) Speicherkapazität



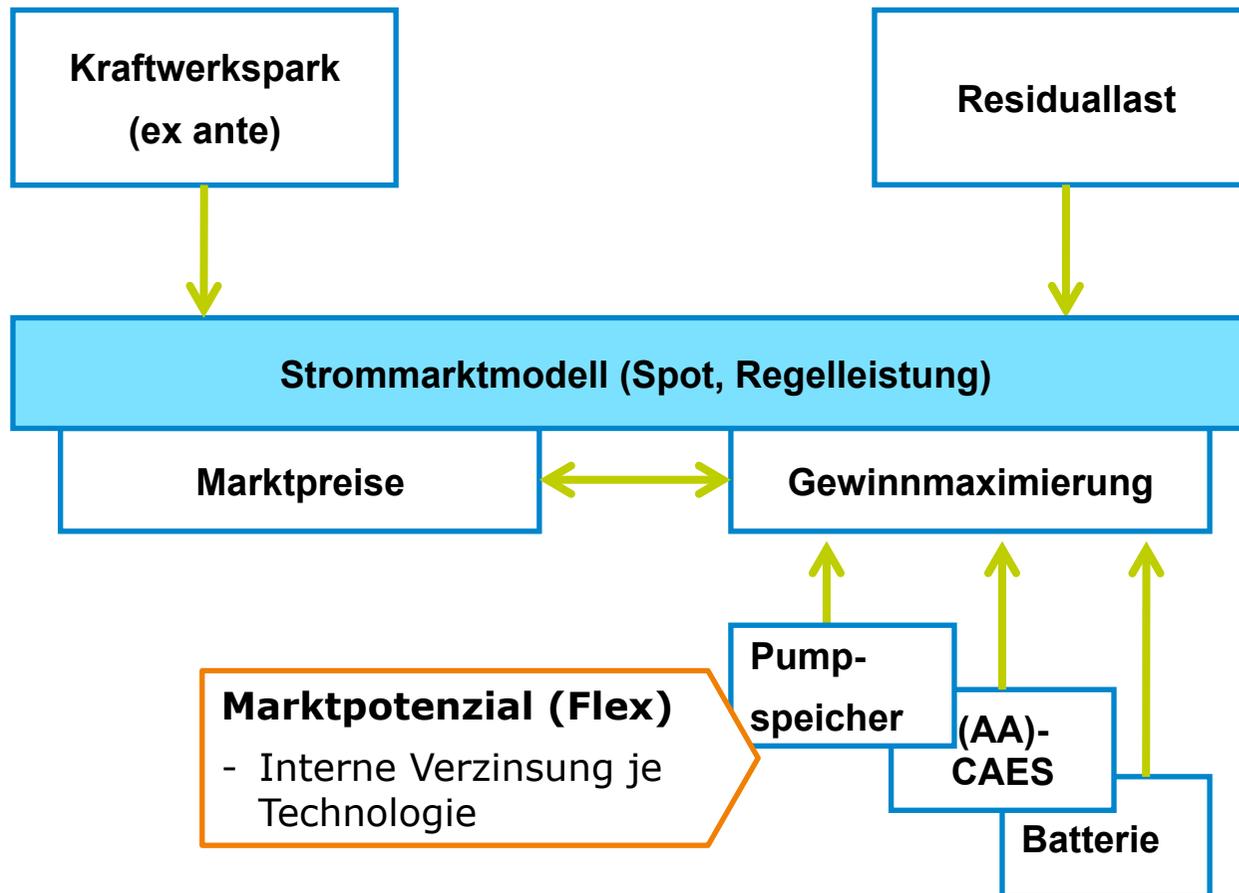
# STAND DER FORSCHUNG (METHODIK)

## ÖKONOMISCHES POTENZIAL (MODELLSCHEMA)



# STAND DER FORSCHUNG (METHODIK)

## MARKTPOTENZIAL (MODELLSCHEMA)



# STAND DER FORSCHUNG (METHODIK)

## KLASSIFIKATION UND BEWERTUNG

	Stärken	Schwächen
<b>Technisches Potenzial</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Zeitlich hoch aufgelöste Simulationen</li><li>• Regionale Wetterdaten</li><li>• Vergleichbarkeit der Ergebnisse</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Keine Rückkopplung zum thermischen Kraftwerkspark</li><li>• Unvollständige Technologiebeschreibung</li></ul>
<b>Ökonomisches Potenzial</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vergleichbarkeit von Systemkosten</li><li>• Simultane Kapazitäts- und Einsatzplanung von Kraftwerken und Speichern</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fokus auf nationalem Strommarkt</li><li>• Wirtschaftlichkeit von flexiblen Technologien bestimmt durch Vergleich zu konv. Kraftwerken</li></ul>
<b>Markt-Potenzial</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Verwendung von historischen und modellierten Marktpreisen</li><li>• Modelle für deutschen und europäischen Strommarkt (Spot)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Flex-Optionen als Preisnehmer betrachtet</li><li>• Keine Konsistenz zwischen Spot- und Regelleistungsmarkt</li></ul>

# MODELLKONZEPT

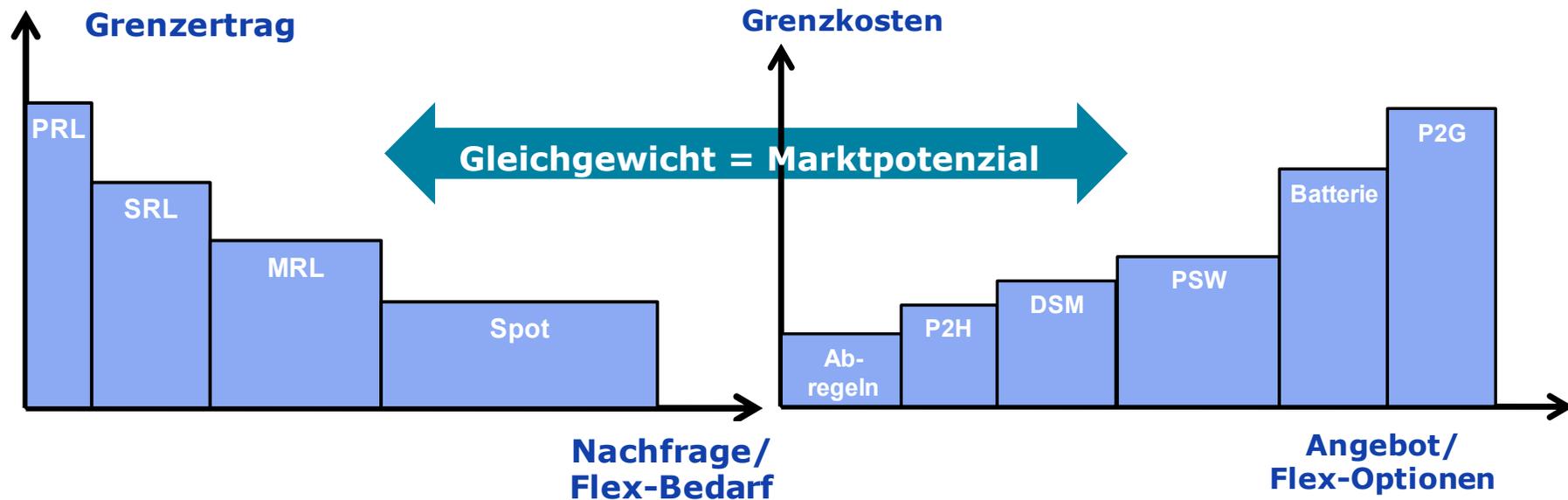
## MARKTPOTENZIAL VON FLEXIBLEN TECHNOLOGIEN

### Nachfrage (Bedarf)

- (Vollständige) Aggregation von Erlösoptionen

### Angebot

- (Vollständige) Integration von flexiblen Technologien

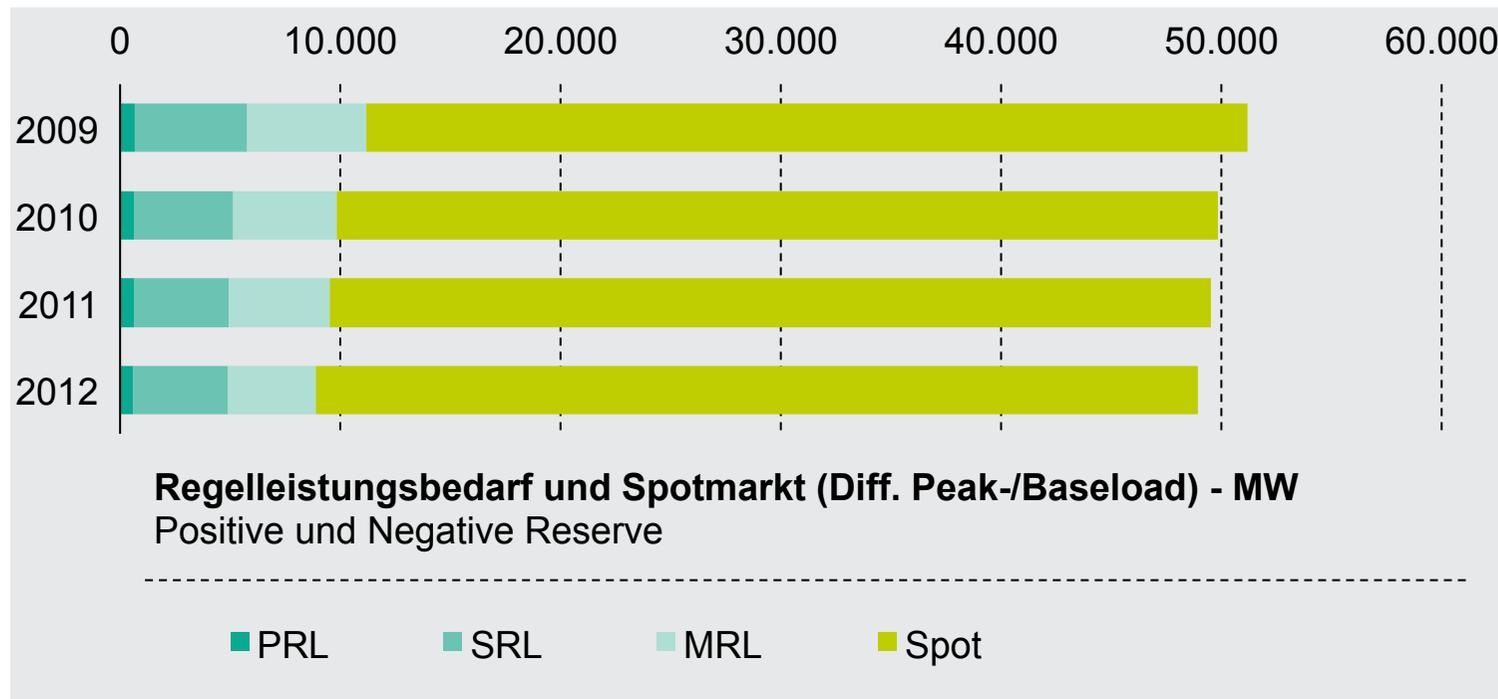


# MODELLKONZEPT ZUM MARKTPOTENZIAL

## NACHFRAGESEITE – HERAUSFORDERUNGEN

Bedarf an Reserveleistung sinkt trotz höherem EE-Anteil (empirisch)

Spotmarkt mengenmäßig größter Markt (Nachfrage-Spread)

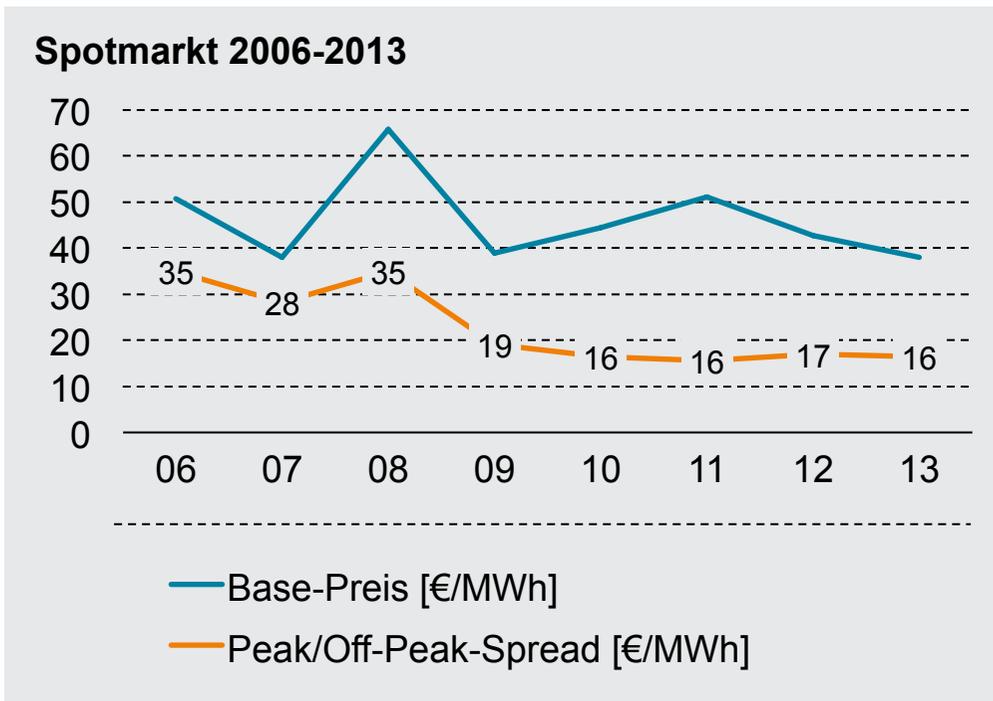


Quelle: [www.regelleistung.net](http://www.regelleistung.net), Eigene Berechnungen

# MODELLKONZEPT ZUM MARKTPOTENZIAL

## ANGEBOTSSEITE – HERAUSFORDERUNGEN

Spotmarkt: Sinkende Preisdifferenzen trotz höherem EE-Anteil (empirisch)



Quelle: EEX, Eigene Berechnungen

---

# FAZIT

---

## Flexibilitätsbedarf im Energiesystem der Zukunft

- Steigende räumliche und zeitliche Abweichungen zwischen Angebot und Nachfrage: Voraussetzung für „technisches Potenzial“
- Offen: Sind bestimmte Technologien im Energiesystem zwingend erforderlich (z. B. Speicher zur Netzstabilität)?

## Investitionsanreize für Marktakteure

- Quantifizierung des Marktpotenzials durch
  - Aggregation von Erlösen (integrierte Modellierung)
  - Integration der relevanten Technologien
  - Berücksichtigung von Konkurrenzeffekten auf Preise und Wettbewerb

---

# VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

---

**Hendrik Kondziella**

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Energieökonomik und Nachhaltigkeitsmanagement

Telefon: +49 341 23 10 39 - 211

E-Mail: [hendrik.kondziella@moez.fraunhofer.de](mailto:hendrik.kondziella@moez.fraunhofer.de)

Fraunhofer MOEZ

Neumarkt 9-19

04109 Leipzig

GERMANY

[www.moez.fraunhofer.de](http://www.moez.fraunhofer.de)

