

Flexibilitätsoptionen im Energiesystem der Zukunft

Vortrag von
Christoph Pellingner, FfE e.V.

bei
Zehnte Niedersächsische Energietage
Hannover, 7. bis 8. November

Agenda

0

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

1

Einleitung

2

Ergebnisse aus dem Projekt „Merit Order der Energiespeicherung im Jahr 2030“

3

Ergebnisse aus dem Projekt „Merit Order des Netzausbaus 2030“

4

Ausblick - Der Pfad zur Dekarbonisierung

Die Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

Hintergrund

- Unabhängige Institution, die sich mit den aktuellen Fragestellungen der Energiewirtschaft und -technik befasst
- Forschungsergebnisse werden – frei von politischen Richtungen und Vorgaben – auf Basis wissenschaftlich fundierter Analysemethoden generiert

Entwicklung

- Gründung 1949 in Karlsruhe
- Umzug nach München in 1969
- Tochtergesellschaft FfE GmbH seit 2001



- Weiterbildung von 300 Mitarbeitern
- Etwa 30 Abschlussarbeiten pro Jahr
- Ca. drei Promotionen jährlich

Eckdaten

Mitglieder

- Mitglieder aus Energiewirtschaft, Industrie, Wissenschaft und Verwaltung sowie Privatmitglieder
- Aktiver Erfahrungsaustausch, Einbindung in ein Wissensnetzwerk, direkter Kontakt zu den wissenschaftlichen Mitarbeitern

- Aktuelle Themen: Speicher und Netze, Elektromobilität, Energiemärkte, Energieeffizienz
- Methoden: Energiesystemanalysen und -simulationen, Data Mining, GIS-Modelle, Industrie Audits

Forschung

Agenda

0

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

1

Einleitung

2

Ergebnisse aus dem Projekt „Merit Order der Energiespeicherung im Jahr 2030“

3

Ergebnisse aus dem Projekt „Merit Order des Netzausbaus 2030“

4

Ausblick - Der Pfad zur Dekarbonisierung

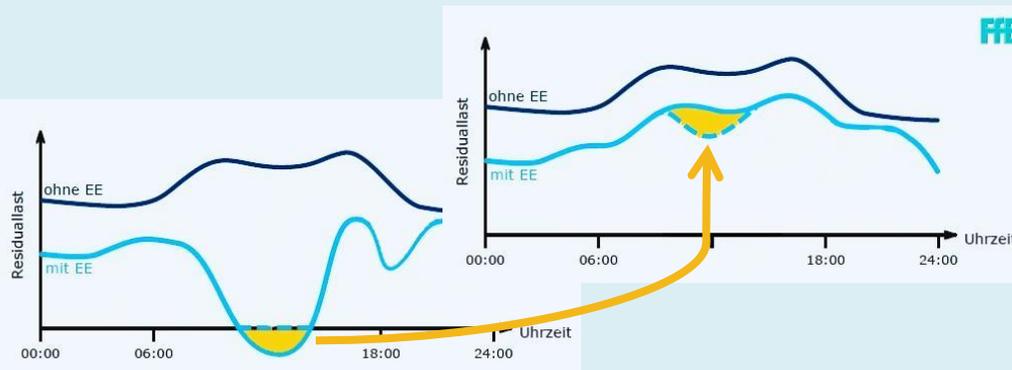
Die Dimensionen der Flexibilität sind Raum und Zeit

Es liegen räumliche und zeitliche Unterschiede zwischen Erzeugung und Verbrauch vor

Räumlicher Ausgleich über

Netz

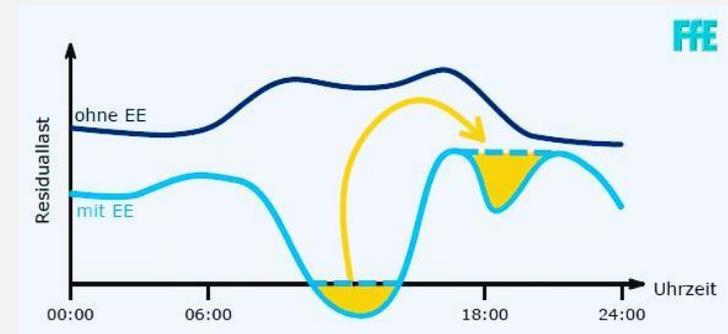
- Verbindung von Quellen und Senken



Zeitlicher Ausgleich über

Speicher

- Arbeitet wie ein anpassbarer Generator / Verbraucher



Flexibilitätsoptionen werden nur gezogen, wenn ein Bedarf vorhanden ist bzw. die Flexibilitätsoptionen einen Mehrwert liefern

Wie definiert sich „der Bedarf“ an Flexibilitätsoptionen?

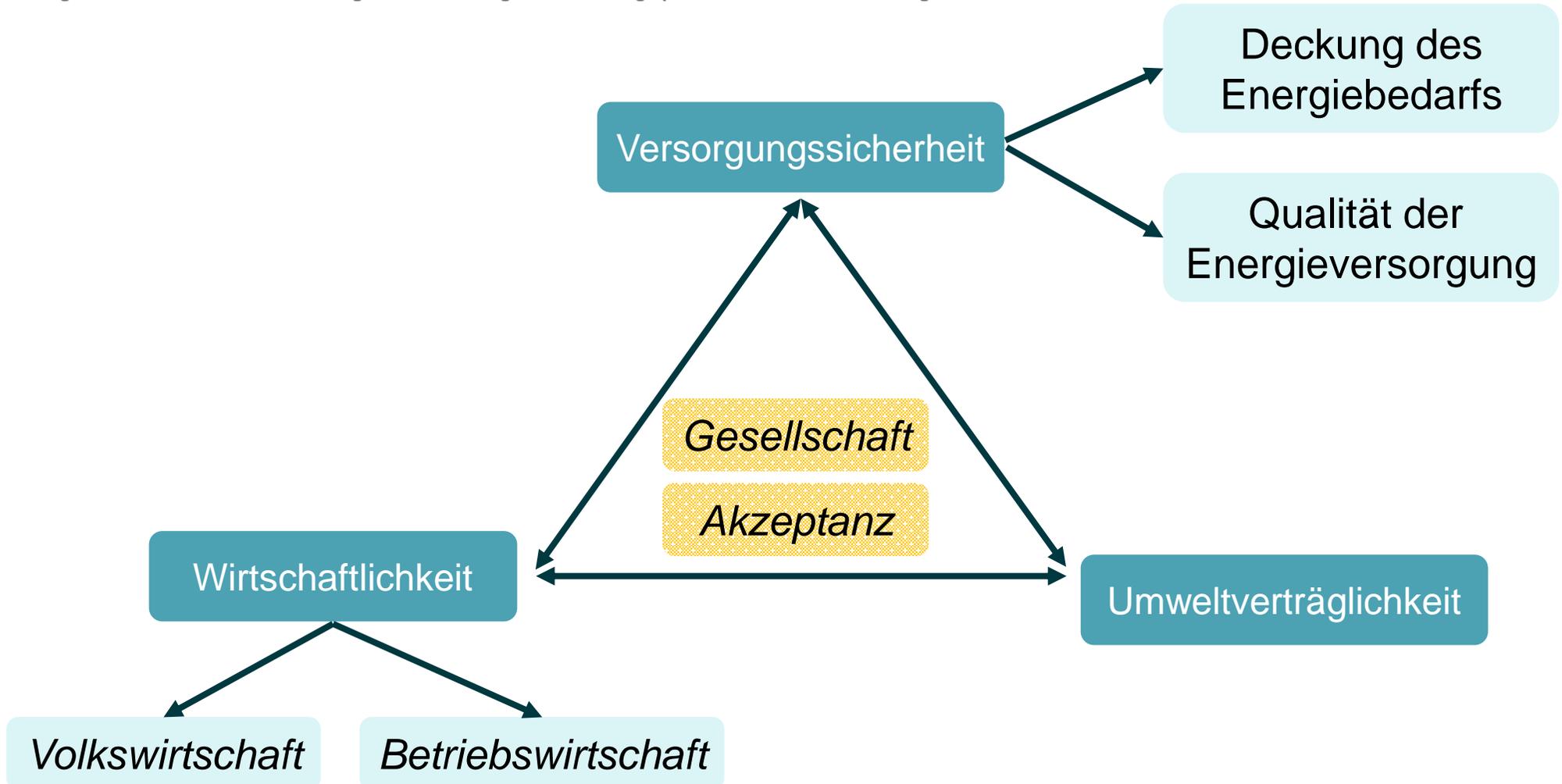
- 
- Bedarf um eine Nachfrage zu bedienen.
 - Die Nachfrage ergibt sich aus einem Ziel, wie „Autarkie“, „EE-Integration“ oder aus einer Kombination von Zielen, die unterschiedlich gewichtet werden.
 - Da jeder ein unterschiedliches Ziel hat ist die Frage nach dem Bedarf nicht einfach zu klären.
 - In der Regel wird vergessen über die Ziele und deren Wichtung zu sprechen, bevor Aussagen zum „Bedarf an Speichern“ getroffen werden.

Worin kann ein Mehrwert von Flexibilitätsoptionen liegen?

- 
- Mehrwert = Besser als etwas anderes
 - Wirtschaftlicher Mehrwert
 - Ökologischer Mehrwert
 - Ideologischer Mehrwert
 - ...

Bewertung aus Sicht des energiepolitischen Zieldreiecks

In der Energiewirtschaft sollte die Bewertung vor dem Hintergrund des energiepolitischen Zieldreiecks erfolgen.



0

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

1

Einleitung

2

Ergebnisse aus dem Projekt „Merit Order der Energiespeicherung im Jahr 2030“

3

Ergebnisse aus dem Projekt „Merit Order des Netzausbaus 2030“

4

Ausblick - Der Pfad zur Dekarbonisierung

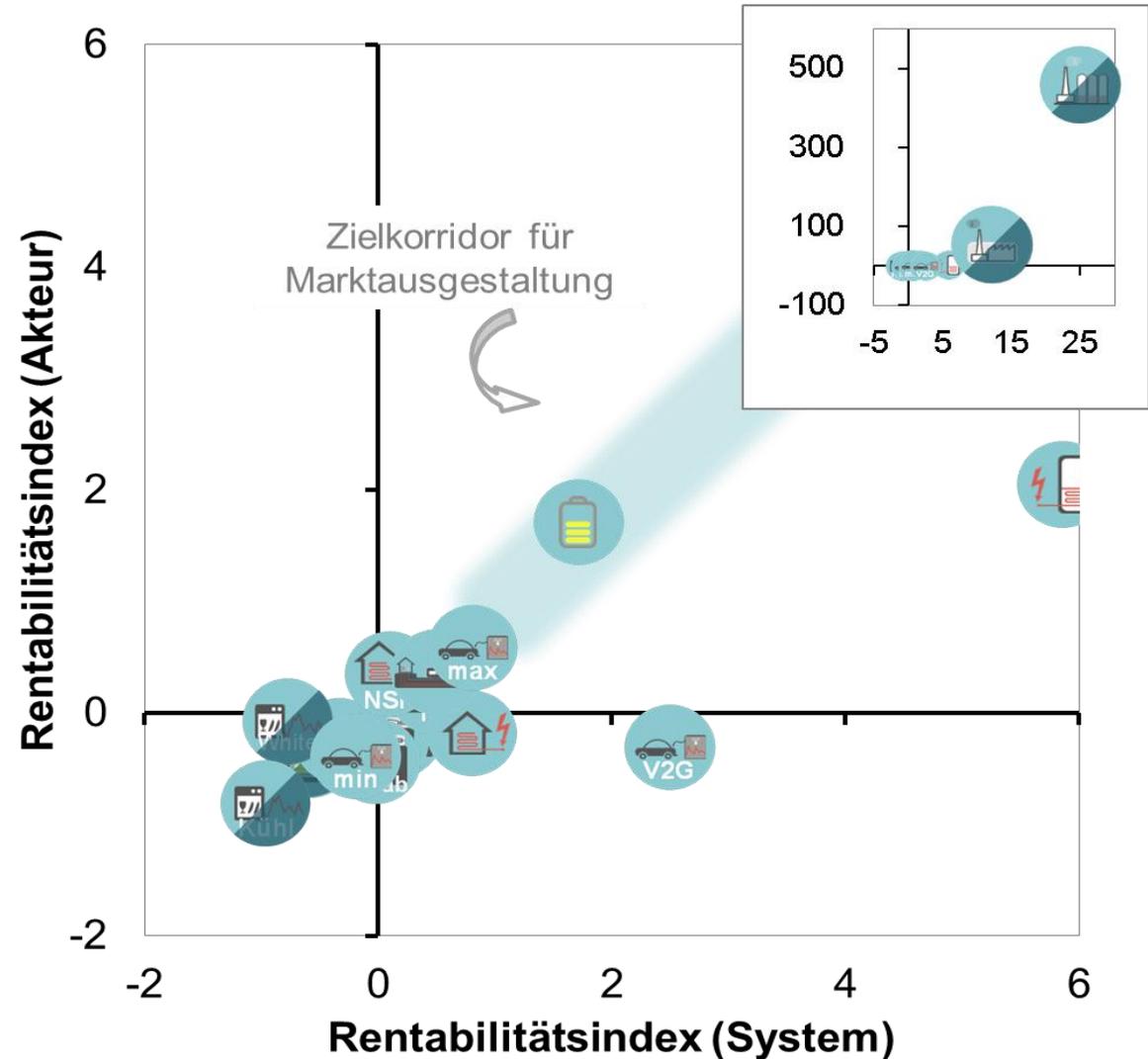
Projektsteckbrief Merit Order der Energiespeicher 2030 – Systematische Bewertung Funktionaler Speicher

Motivation

Analyse und systemische Bewertung von Maßnahmen zur Flexibilisierung mittels Funktionaler Speicher

Eckdaten

- Projektlaufzeit: 09/2012 bis 12/2015
- Konsortium: FfE e.V. & FfE GmbH,
- 14 Projektpartner: EVU, Netzbetreiber & Fahrzeughersteller
- FKZN: 03ESP110A



Gefördert durch:



ENERGIESPEICHER
Forschungsinitiative der Bundesregierung

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



DAIMLER

EnBW



mark
Energie, die bewegt.

RWE
The energy to lead

SWM

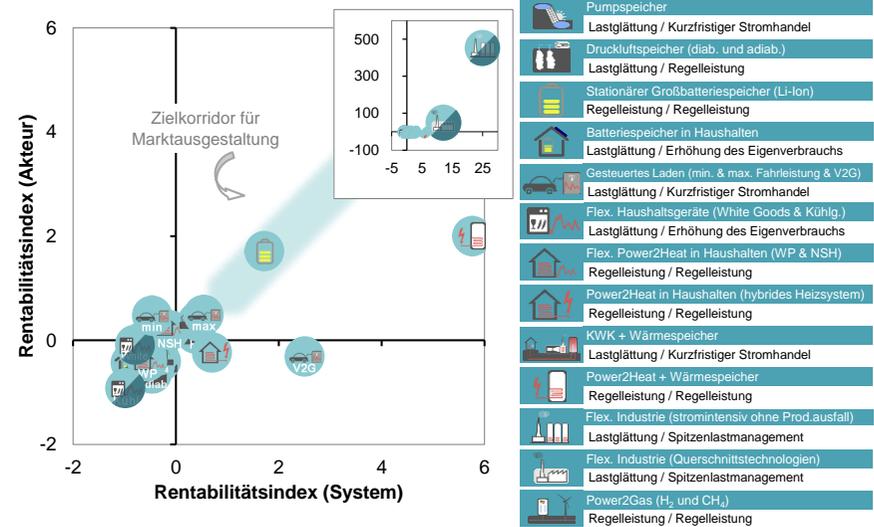
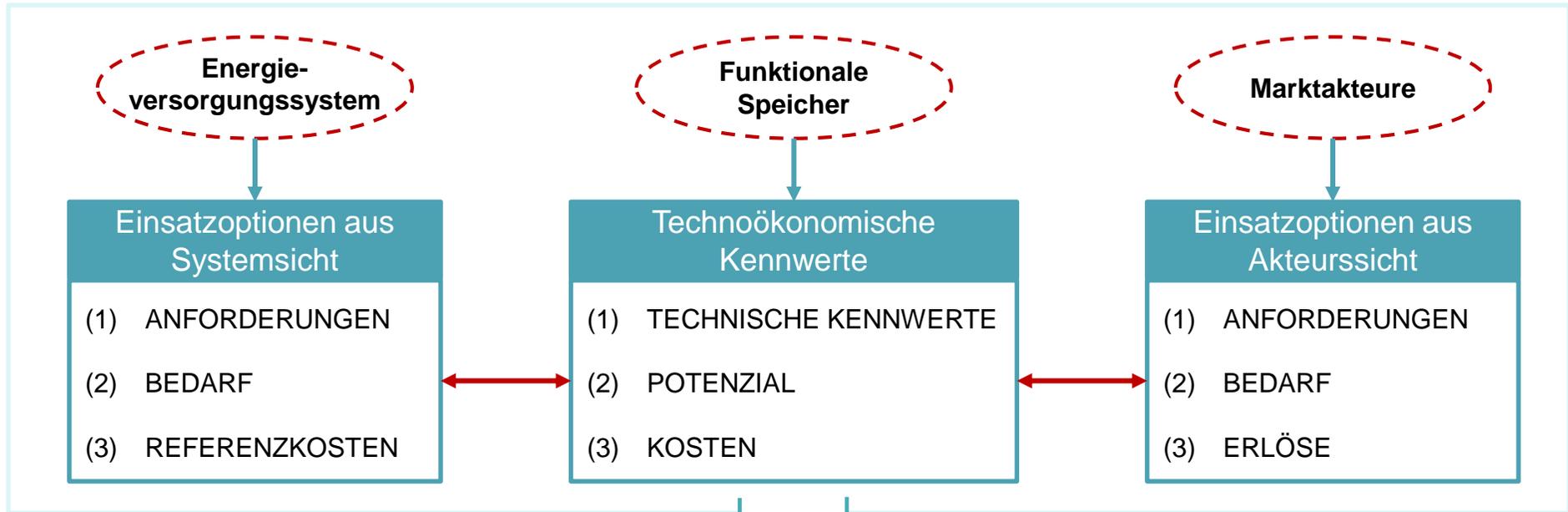
Tennet
Taking power further



Verbund

VATTENFALL

Merit Order Matrix - Methodik



Merit Order Matrix - Design

Erläuterung:

Technologie
 Haupteinsatzoption (System) / Haupteinsatzoption (Akteur)



= kompatible Einsatzoptionen aus System- und Akteurssicht

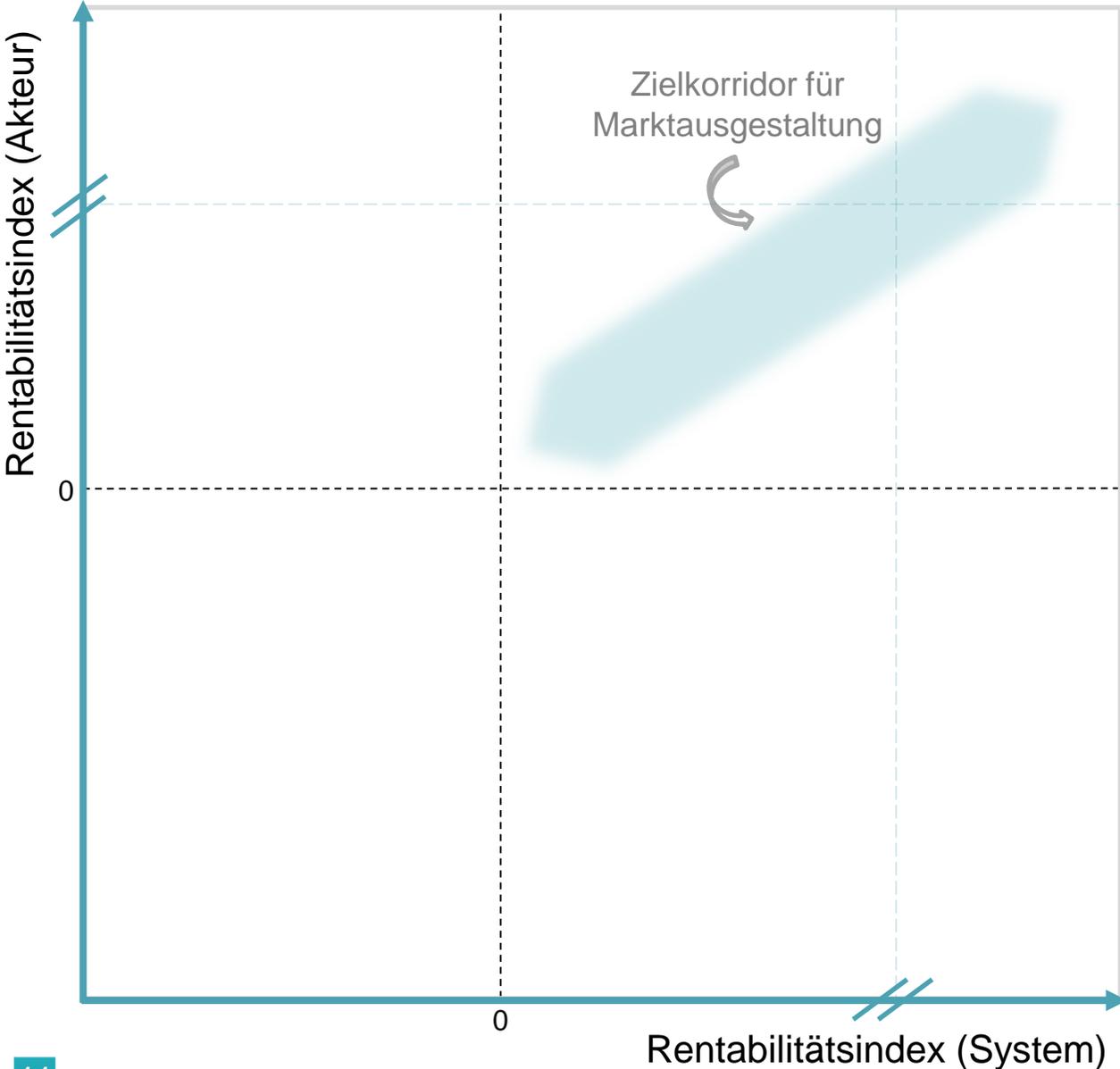


= gegenläufige Einsatzoptionen aus System- und Akteurssicht

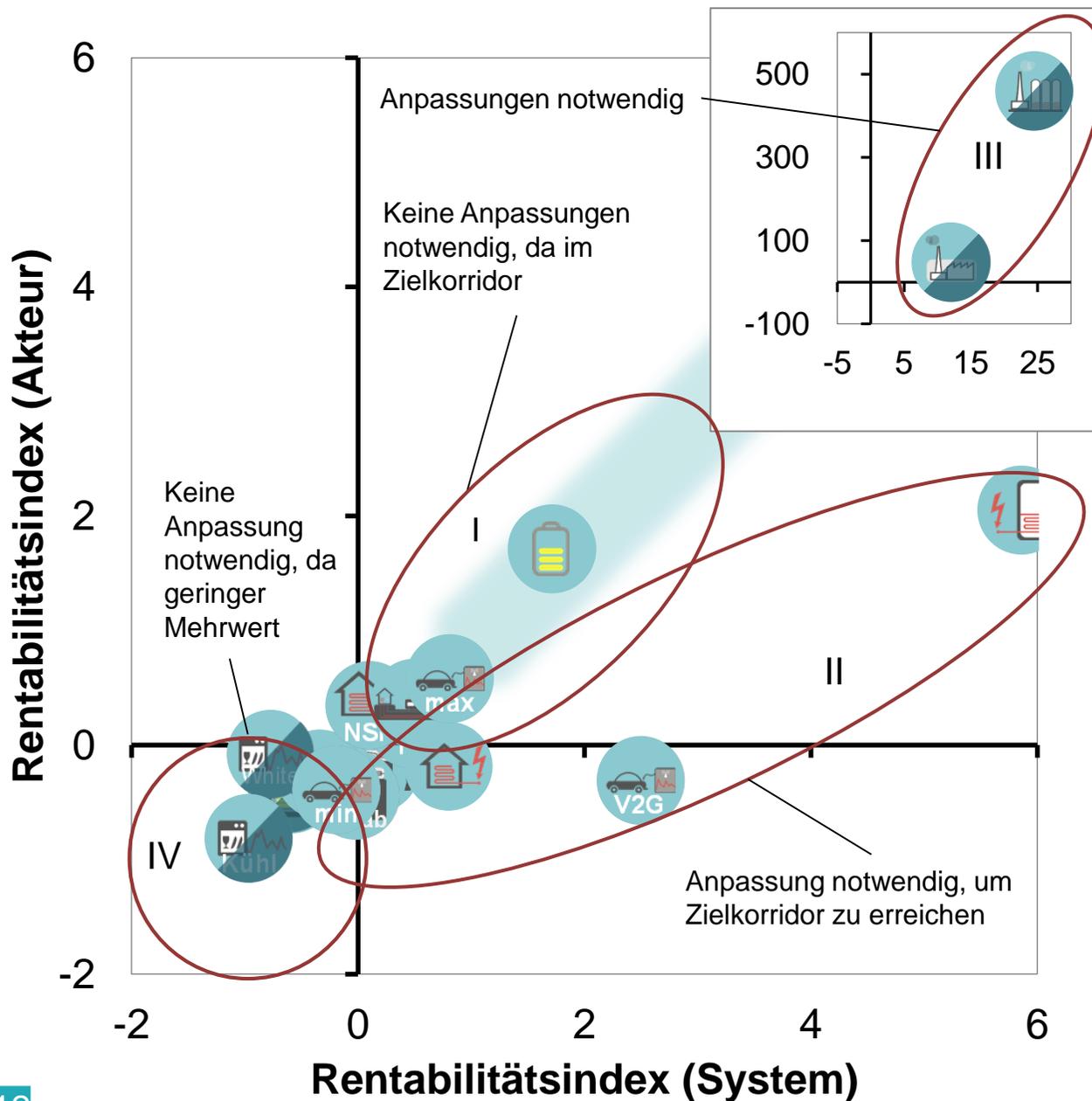
- V2G = Vehicle-to-Grid
- WP = Wärmepumpe
- NSH = Nachtspeicherheizung
- KWK = Kraft-Wärme-Kopplung

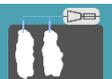
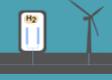
$RI = (\text{jährliche Erlöse} - \text{an. Kosten}) / \text{an. Kosten}$

RI > 0 → mehr Erlöse als Kosten.
 RI = 1 → Erlöse = 2*Kosten

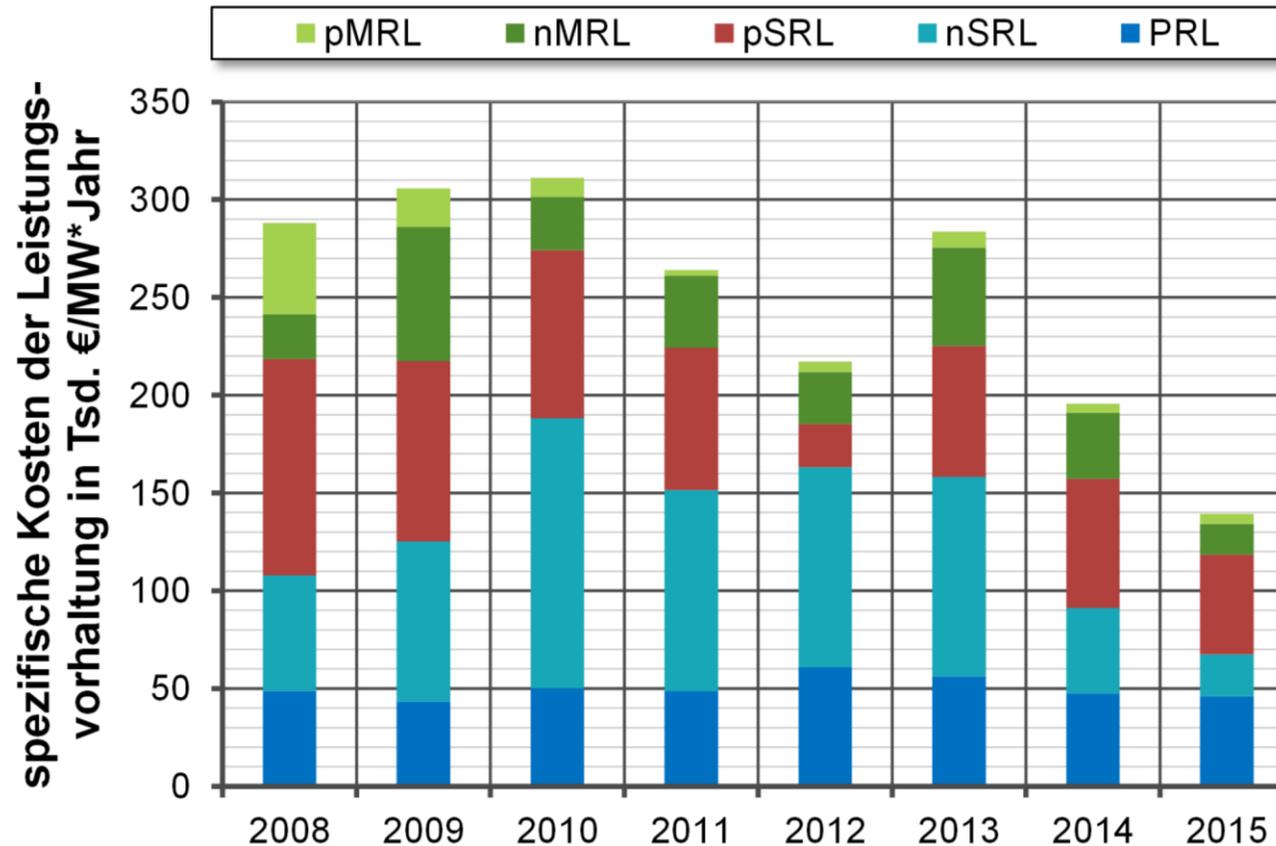


Einordnung – Cluster



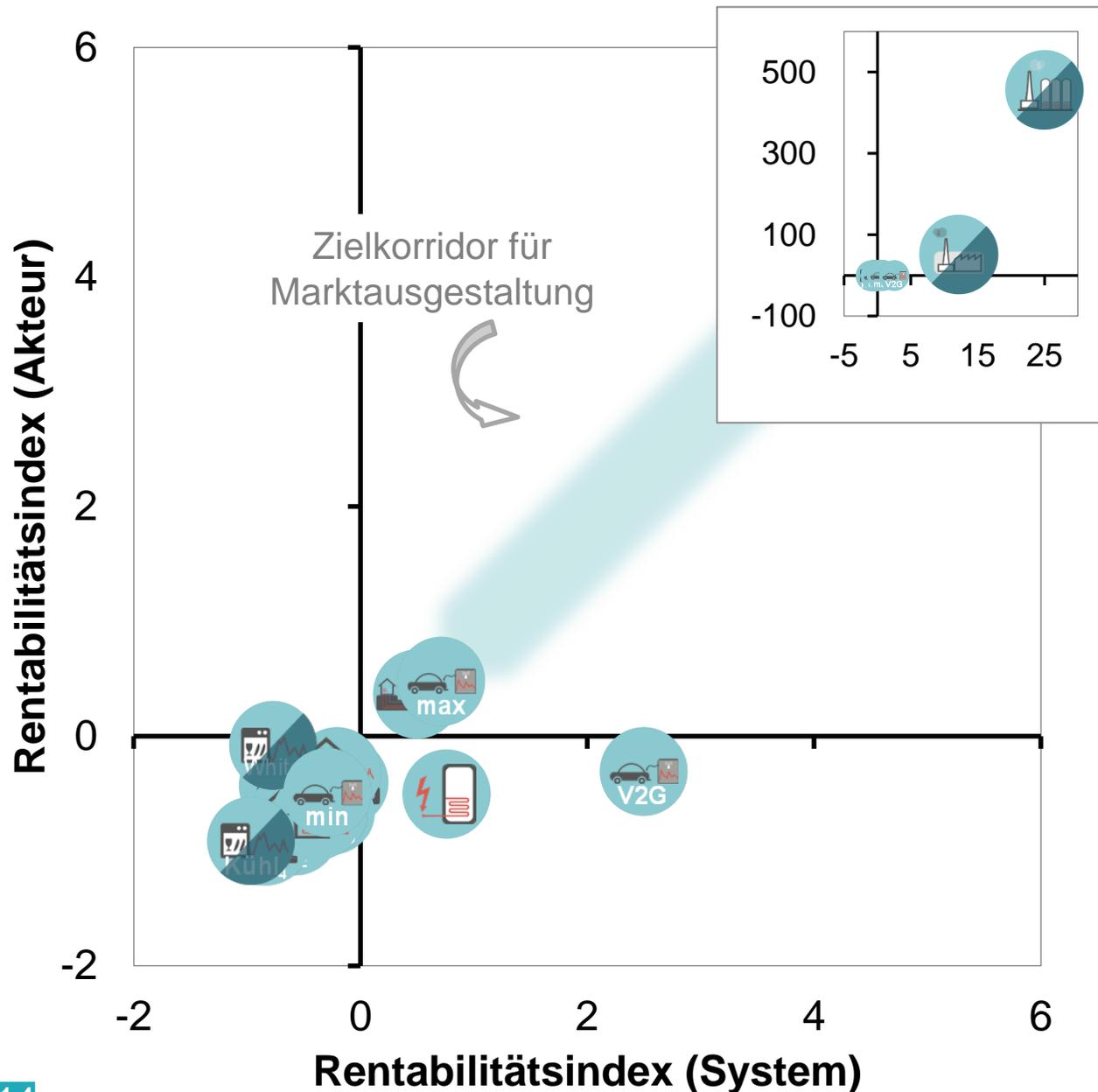
-  Pumpspeicher
Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel
-  Druckluftspeicher (diab. und adiab.)
Lastglättung / Regelleistung
-  Stationärer Großbatteriespeicher (Li-Ion)
Regelleistung / Regelleistung
-  Batteriespeicher in Haushalten
Lastglättung / Erhöhung des Eigenverbrauchs
-  Gesteuertes Laden (min. & max. Fahrleistung & V2G)
Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel
-  Flex. Haushaltsgeräte (White Goods & Kühlg.)
Lastglättung / Erhöhung des Eigenverbrauchs
-  Flex. Power2Heat in Haushalten (WP & NSH)
Regelleistung / Regelleistung
-  Power2Heat in Haushalten (hybrides Heizsystem)
Regelleistung / Regelleistung
-  KWK + Wärmespeicher
Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel
-  Power2Heat + Wärmespeicher
Regelleistung / Regelleistung
-  Flex. Industrie (stromintensiv ohne Prod.ausfall)
Lastglättung / Spitzenlastmanagement
-  Flex. Industrie (Querschnittstechnologien)
Lastglättung / Spitzenlastmanagement
-  Power2Gas (H₂ und CH₄)
Regelleistung / Regelleistung

2. Merit Order Matrix – Regelleistungsmärkte



- Seit 2013 starker Einbruch der Kosten für die Leistungsvorhaltung insbesondere für nSRL
- U.a. durch zunehmenden Wettbewerb durch Power2Heat
- Große Unsicherheiten hinsichtlich zukünftiger Erlösmöglichkeiten

Merit Order Matrix – Einsatz im **Anwendungsportfolio ohne RL** (Technologiekennwerte 2030 – Marktdaten 2012-2014)



	Pumpspeicher Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel
	Druckluftspeicher (diab. und adiab.) Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel
	Stationärer Großbatteriespeicher (Li-Ion) Lastglättung / Spitzenlastmanagement
	Batteriespeicher in Haushalten Lastglättung / Erhöhung des Eigenverbrauchs
	Gesteuertes Laden (min. & max. Fahrleistung & V2G) Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel
	Flex. Haushaltsgeräte (White Goods & Kühlg.) Lastglättung / Erhöhung des Eigenverbrauchs
	Flex. Power2Heat in Haushalten (WP & NSH) Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel
	Power2Heat in Haushalten (hybrides Heizsystem) Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel
	KWK + Wärmespeicher Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel
	Power2Heat + Wärmespeicher Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel
	Flex. Industrie (stromintensiv ohne Prod.ausfall) Lastglättung / Spitzenlastmanagement
	Flex. Industrie (Querschnittstechnologien) Lastglättung / Spitzenlastmanagement
	Power2Gas (H ₂ und CH ₄) Lastglättung / Kurzfristiger Stromhandel

Kernergebnisse aus MOS2030

1 Power2Heat in Fernwärmesystemen und Lastflexibilisierung in der Industrie bieten auf der Übertragungsnetzebene aus Systemsicht den größten Mehrwert.

2 Der in der Arbeit berechnete Ausbau Funktionaler Speicher reduziert die Abregelung Erneuerbarer Energien um bis zu 8 TWh.

3 In den Berechnungen führt der Einsatz Funktionaler Speicher zu höheren Einsatzzeiten von Grundlastkraftwerken.

4 Durch technische Weiterentwicklungen und Marktanpassungen wird Systemstabilität auch in Zukunft gesichert.

5 Der regulatorische Rahmen kann zu Mehrkosten in Höhe von hundert Millionen Euro im System und zur Nutzung anderer Flexibilitäten führen.

- 
- Aus technischer Sicht sind ausreichend Flexibilitätpotenziale vorhanden.
 - Steuern und Abgaben verhindern jedoch die Erschließung und auch die Nutzung von bestehenden Flexibilitätsoptionen, wie Pumpspeichern.
 - Eine Weiterentwicklung der Märkte, wie die Schaffung eines 15-Minuten-Handels und kürzere Ausschreibungszeiträume für Regelleistung, können weitere Kosten einsparen.

Agenda

0

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

1

Einleitung

2

Ergebnisse aus dem Projekt „Merit Order der Energiespeicherung im Jahr 2030“

3

Ergebnisse aus dem Projekt „Merit Order des Netzausbaus 2030“

4

Ausblick - Der Pfad zur Dekarbonisierung

Projektsteckbrief MONA 2030 – Systemübergreifender Vergleich Netzoptimierender Maßnahmen



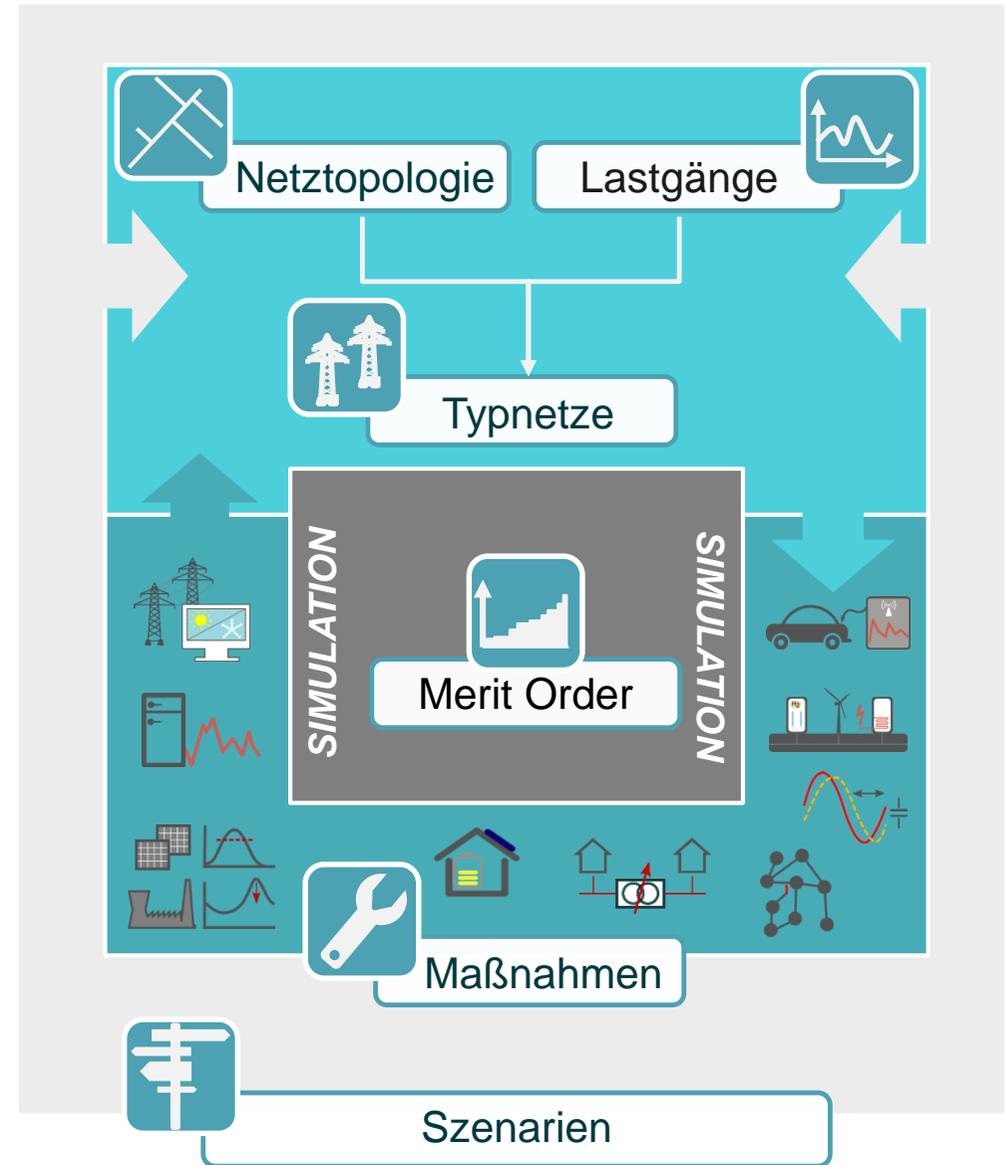
Motivation

Ganzheitliche, systemübergreifende Bewertung Netzoptimierender Maßnahmen für eine robuste und nachhaltige Netzplanung auf Basis eines transparenten Szenario-Prozesses



Eckdaten

- Projektlaufzeit: 10/2014 bis 09/2017
- 16 Projektpartner: VNBs, ÜNBs und Industrie aus DE und AT
- FKZN: 03ET4015



Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

STROMNETZE

Forschungsinitiative der Bundesregierung



Netzgesellschaft Düsseldorf mbH



Identifikation von **Netzoptimierende Maßnahmen (NoM)** und anschließende Klassifizierung



Gefördert durch:

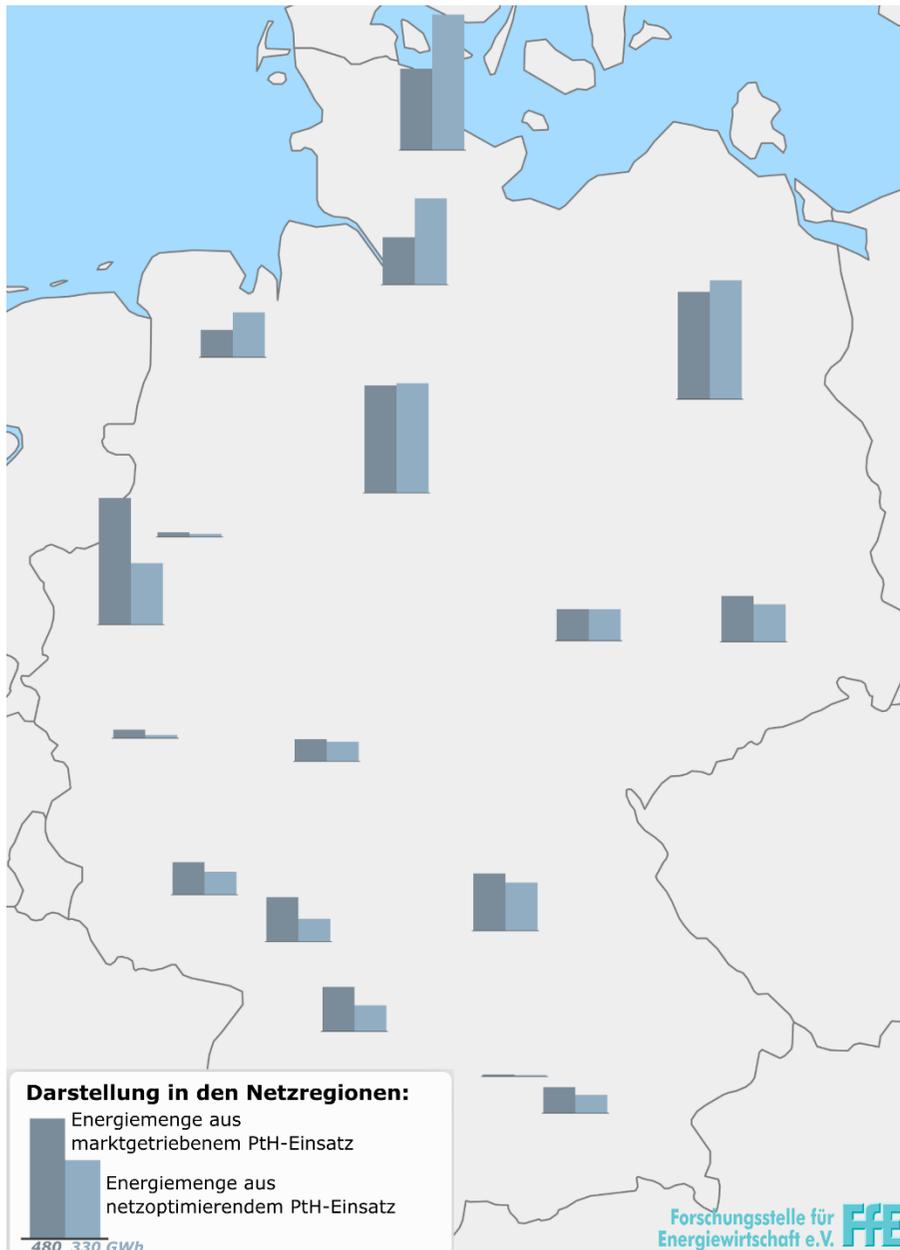


aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

STROMNETZE

Forschungsinitiative der Bundesregierung

Ein netzdienlicher Einsatz von Power-to-Heat unterscheidet sich stark von einem marktgetriebenem Einsatz



- Große Diskrepanzen zwischen marktbedingtem (eine Strompreiszone) und übertragungsnetzdienlichem Einsatz (Nodal-Pricing).
- In den Simulationen müssen bei marktgetriebenem Einsatz Reservekraftwerke genutzt werden.
- Die Ergebnisse sprechen für einen netzorientierten Einsatz von Power-to-Heat.

Darstellung: Szenario Standard (61% EE)

Agenda

0

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

1

Einleitung

2

Ergebnisse aus dem Projekt „Merit Order der Energiespeicherung im Jahr 2030“

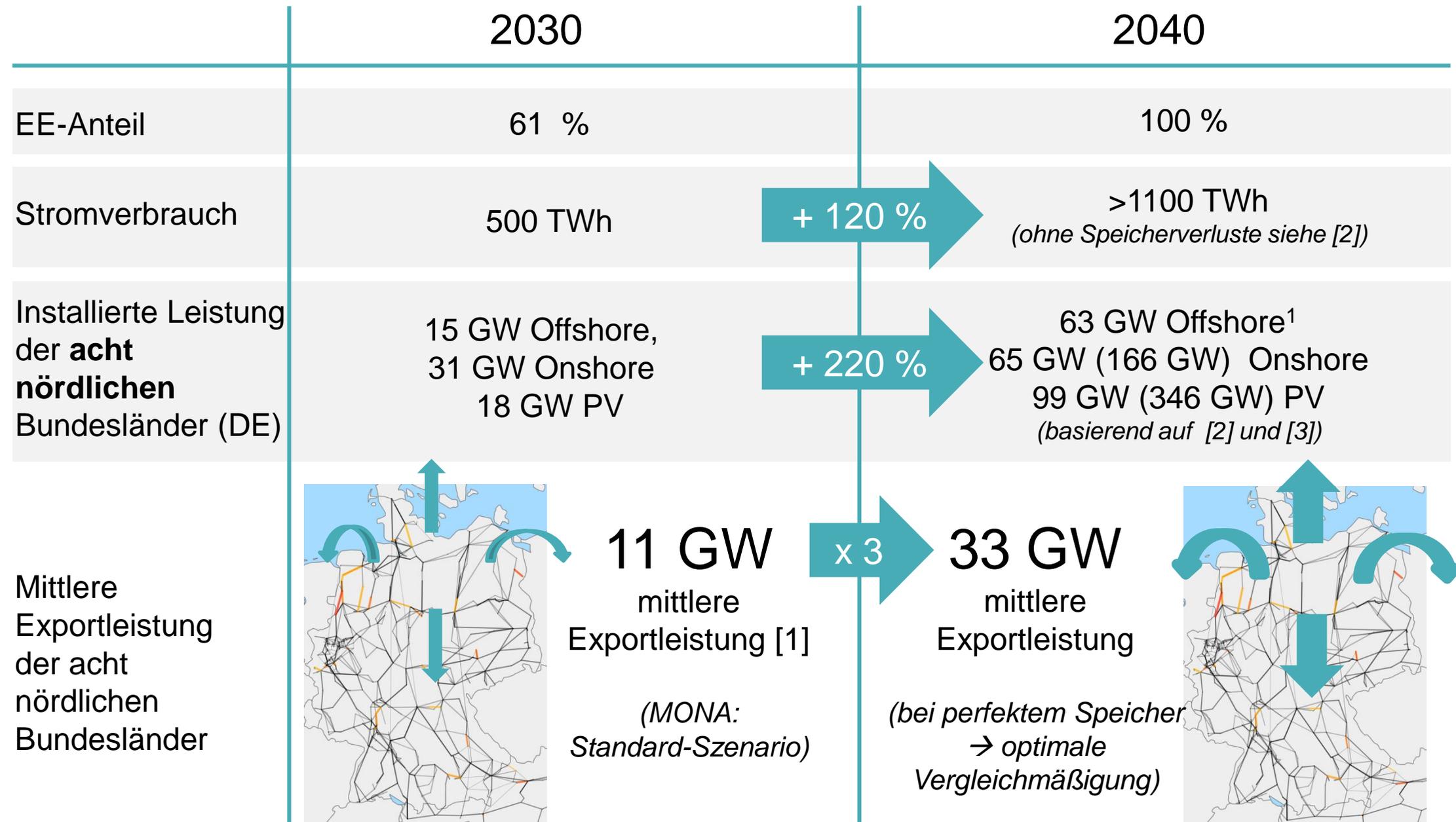
3

Ergebnisse aus dem Projekt „Merit Order des Netzausbaus 2030“

4

Ausblick - Der Pfad zur Dekarbonisierung

Was passiert nach 2030? – Ein Hocheffizienz / Elektrifizierungsszenario basierend auf [1], [2], [3]



Wieviel PtG für Deutschland? – Ein Vergleich zwischen EE-Potenzialen und zukünftigem Stromverbrauch (1)

	Potenzial	Quelle
Wind Onshore	650 TWh	[6] bei 2 % der Landesfläche
Wind Offshore	258 TWh	[4] alle nutzbaren Flächen aus heutiger Sicht in der deutschen Nord- und Ostsee
PV (Frei + Dachflächen)	400 TWh	[7], eigene Abschätzung
Wasserkraft	~20 TWh	[8]
Biomasse	~45 TWh	[8]
Summe Erzeugung	~ 1370 TWh	
Stromverbrauch	~ 1300 – 3000 TWh	[2]

Damit wird deutlich, dass auch bei einer starken Effizienzsteigerung Deutschland unter den obigen Annahmen gerade so seinen Stromverbrauch decken könnte.

Wieviel PtG für Deutschland? – Ein Vergleich zwischen EE-Potenzialen und zukünftigem Stromverbrauch (2)

- Es sollte nicht zur Debatte stehen, ob die Klimaziele eingehalten werden.
- Nach aktuellem Stand der Wissenschaft steht es nicht zur Debatte, ob wir einen CO₂-neutralen chemischen Langfristspeicher benötigen.
- *Es steht aber zur Debatte, wo der Wandler für die Erzeugung der CO₂-neutralen chemischen Brennstoffe stehen wird!*

- Aus Gründen wie der Ressourceneffizienz scheint es sinnvoll, dass der in Deutschland produzierte Strom so effizient wie möglich verwendet wird.
- Je mehr grüne Brennstoffe in Deutschland produziert werden umso mehr steigt die Importabhängigkeit wieder an. (Diese ist nicht per se etwas schlechtes)
- In Deutschland sollten Technologien für die Produktion von grünen Brennstoffen in entwickelt und getestet werden können.
- Hierfür ist ein Mindestmaß an Anlagen zur Produktion grüner Brennstoffe notwendig.
- Die Politik ist gefragt ein geeignetes Maß hierfür zu finden.¹

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Diskussion

Fragen?

**Vielen
Dank!**



Kontakt:
Dr.-Ing. Christoph Pellingner
cpellingner@ffe.de
089-158121-70



Quellen

- [1] Böing, Felix et al.: MONA 2030 - Teilbericht Einsatzreihenfolgen, Kapitel 5. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft, noch nicht veröffentlicht
- [2] Quaschnig, Volker: Sektorkopplung durch die Energiewende - Anforderungen an den Ausbau erneuerbarer Energien zum Erreichen der Pariser Klimaschutzziele unter Berücksichtigung der Sektorkopplung. Berlin: Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW), 2016
- [3] Rippel, Kerstin Maria; Wiede, Thomas; Meinecke, Mario; König, Regina: Netzentwicklungsplan Strom 2030, Version 2017 - Zweiter Entwurf der Übertragungsnetzbetreiber. Berlin, Hamburg: Übertragungsnetzbetreiber, 2017
- [4] Rohrig, Kurt: Energiewirtschaftliche Bedeutung der Offshore-Windenergie für die Energiewende. Kassel: Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, 2013
- [5] Esland, Rainer; Boßmann, Tobias; Klingler, Anna-Lena; Herbst, Andrea; Klobasa, Marian; Wietschel, Marting: Entwicklung der regionalen Stromnachfrage und Lastprofile - Begleitgutachten zum Netzentwicklungsplan Strom 2017 - Zweiter Entwurf. Karlsruhe: Fraunhofer ISI, 2016
- [6] Konetschny, Claudia; Schmid, Tobias; Jetter, Fabian: Potenzielle Leistungsdichte und Stromerzeugung von Windparks: Anteil der regionalen Windstromerzeugung am Verbrauch für ein "2 % Szenario" in: Energiewirtschaftliche Tagesfragen Heft 5 2017. München: Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. (FfE), 2017
- [7] Klaus, Thomas et al.: 2050: 100%. Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen. Dessau-Roßlau: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), 2010
- [8] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): Zahlen und Fakten - Energiedaten - Nationale und Internationale Entwicklung. Berlin: BMWi, 16.3.2015