

FfE-Fachtagung 2015

Merit Order für ein zukunftsfähiges Energiesystem

# Merit Order Stromerzeugung und –nutzung

Dr. Jens Kanacher

RWE Group Business Services GmbH



München, 30. April 2015

# Agenda

- 1 Merit Order der Stromerzeugung

---
- 2 Entstehung von Überschussstrom

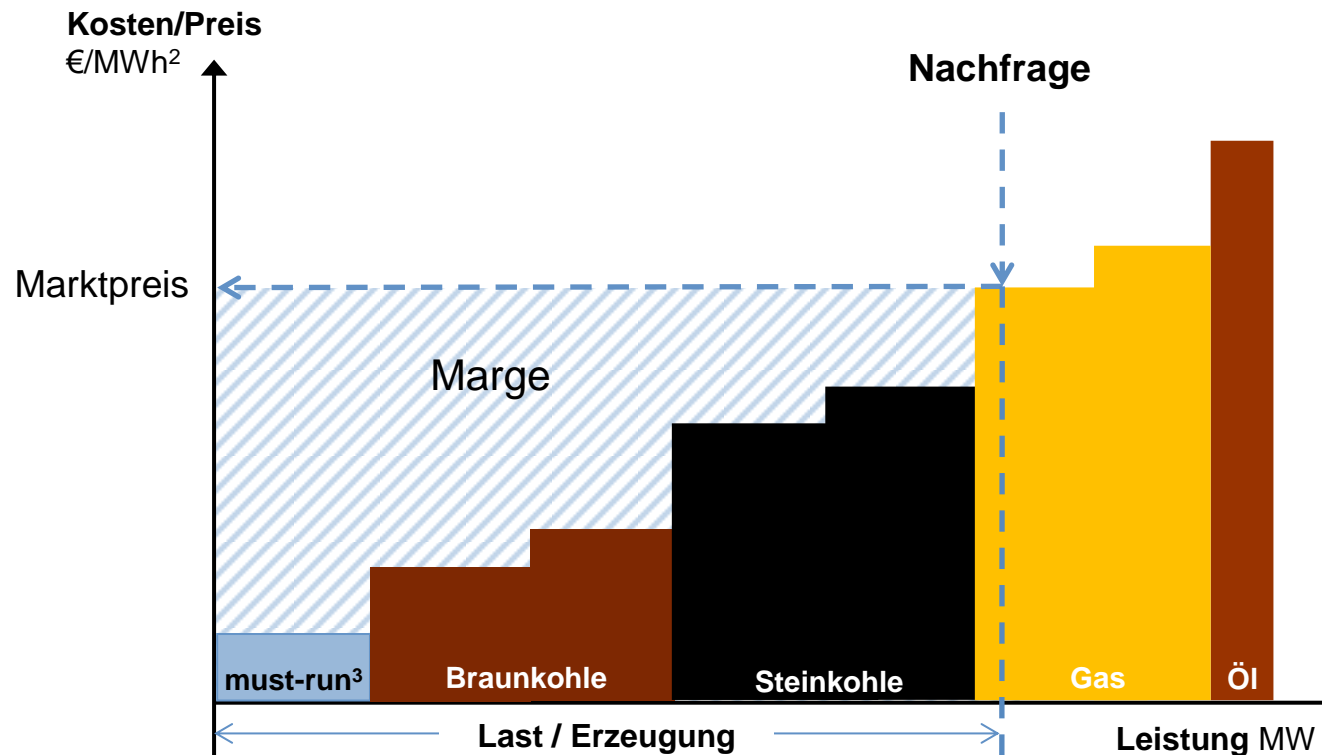
---
- 3 Merit Order der (Überschuss-)Stromnutzung

---
- 4 Fazit

---

# Der Einsatz von Kraftwerken erfolgt nach den kurzfristig variablen Erzeugungskosten – man spricht von Merit Order<sup>1</sup>

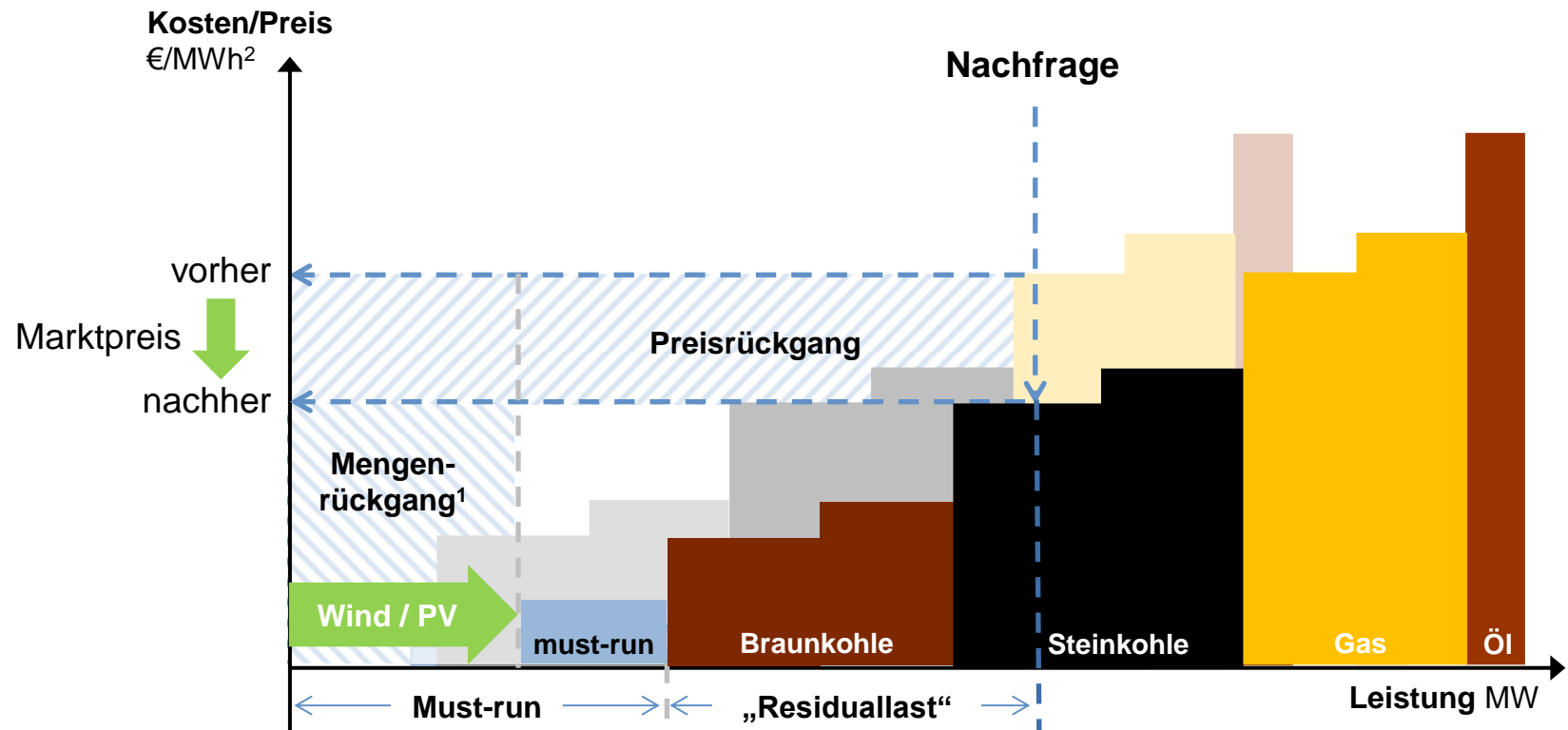
Merit Oder Stromerzeugung ohne Wind und PV:



Der Marktpreis wird i.d.R. durch die kurzfristig variablen Kosten des preissetzenden Kraftwerks bestimmt. Wesentliche kurzfristig variable Kosten sind Brennstoffkosten und CO<sub>2</sub>-Kosten.

# Wind und PV verschieben die Merit Order – Marktpreis und Auslastung konventioneller Kraftwerke sinken

Merit Order der Stromerzeugung inkl. Wind + PV

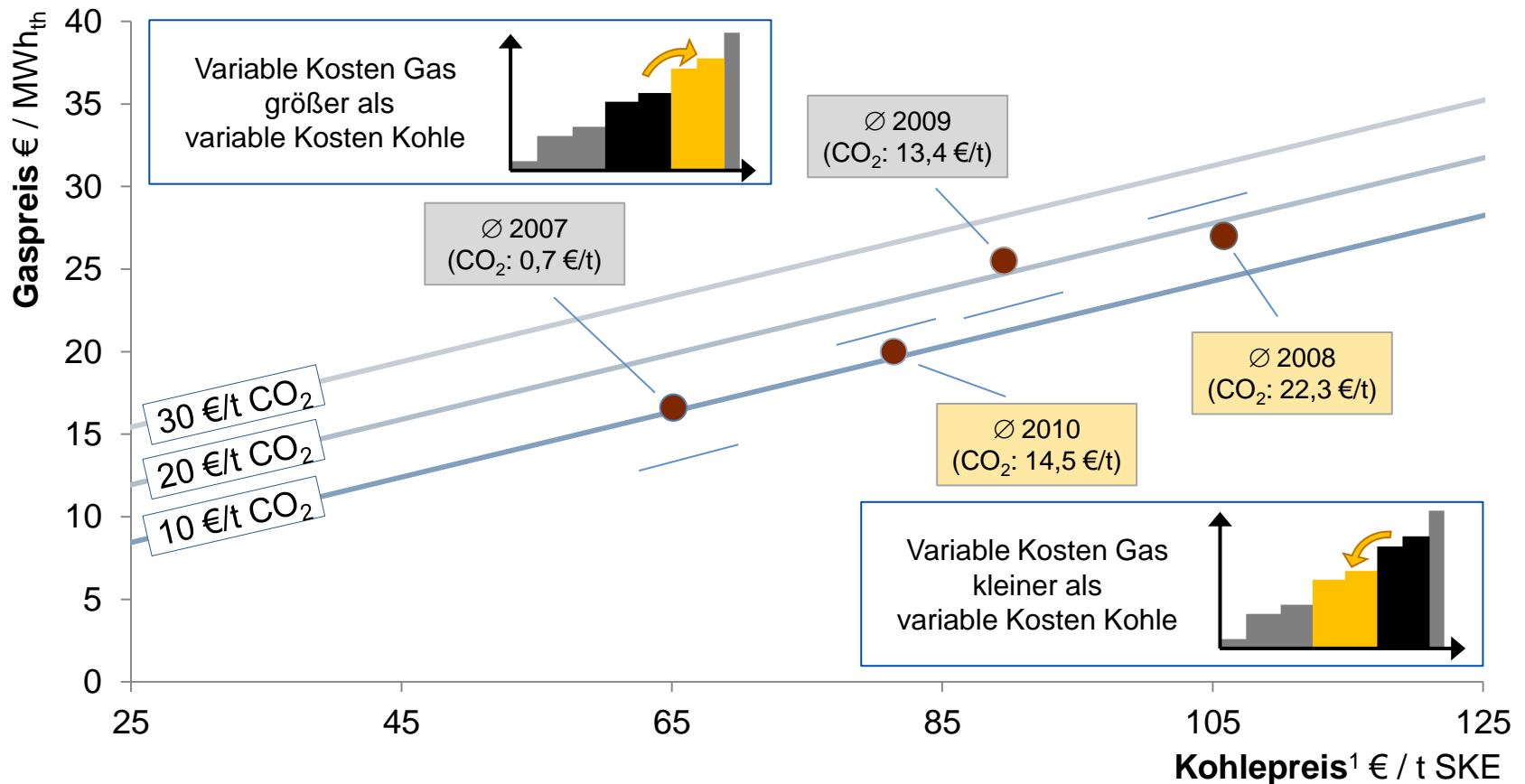


Residuallast ist der Anteil der Strom-Nachfrage, der von steuerbaren Erzeugungsanlagen zu decken ist

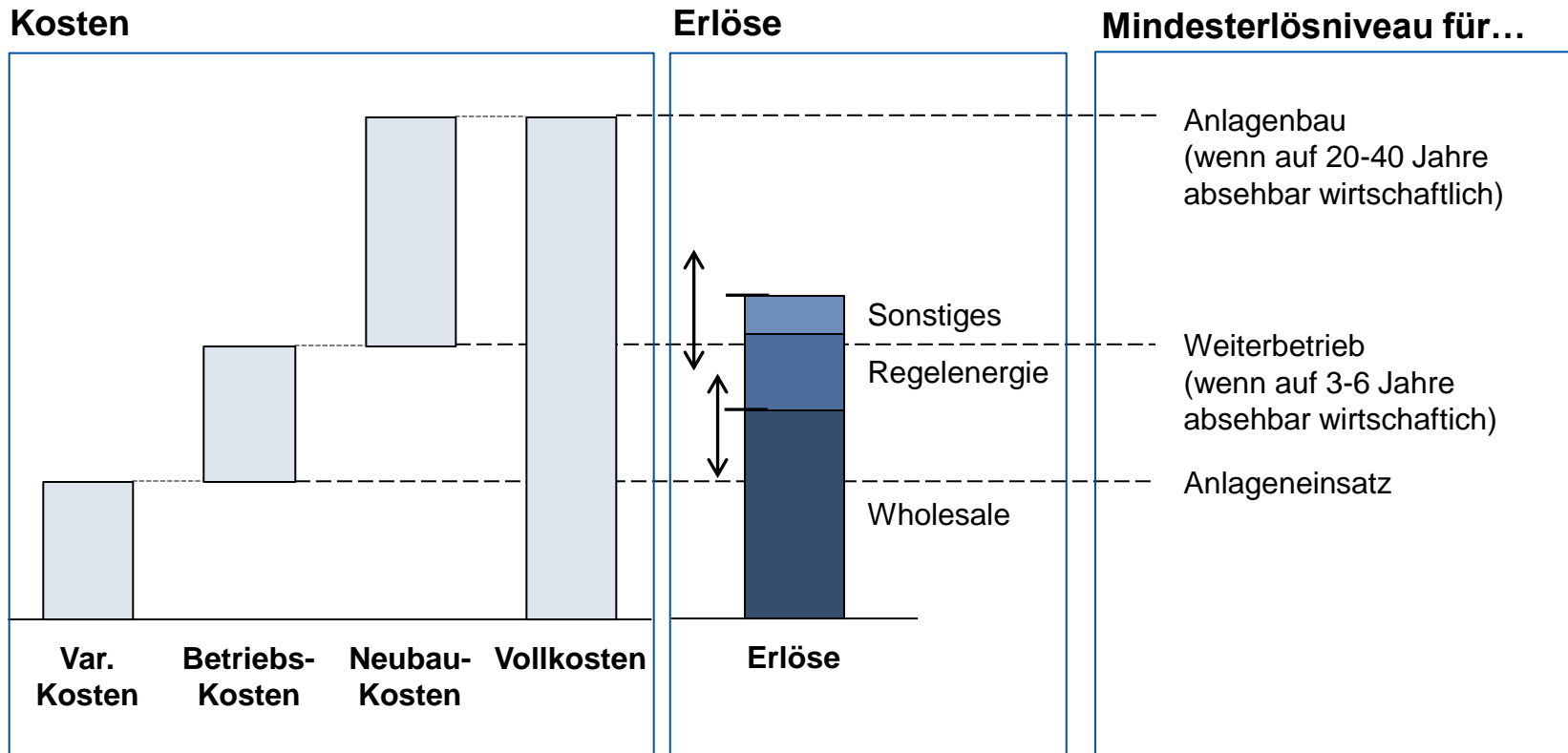
<sup>1</sup> Mengenrückgang in der Erzeugung der konventionellen Kraftwerke

# Die Einsatzreihenfolge kann sich mit ändernden Commodity-Preisen verschieben

Beispiel: Schwellenwerte für sog. „Fuel Switch“ zwischen alten SK- und neuen Gasanlagen






# Maßgeblich für die Zusammensetzung des Erzeugungsportfolios sind die relevanten Gesamtkosten



Kraftwerksbetreiber unternehmen größte Anstrengungen, um alle beeinflussbaren Faktoren zu optimieren

# Weitere Bausteine für die zukünftige Merit Order Erzeugung werden zunehmend genutzt

	<b>Beispiele</b>	<b>Kommentar</b>
<b>Speicher</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Pumpspeicher</li><li>&gt; Druckluftspeicher</li><li>&gt; Batterien</li></ul>	Wirtschaftlichkeit von Speichern im aktuellen Umfeld eher abnehmend (Ausn.: „Kellerbatterie“)
<b>Lastverschiebung (Demand-Side-Management)</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Verschiebbarer Stromverbrauch in Industrie und Haushalt, z.B.:<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Heizung/Kühlung (Nutzung thermischer Speicher)</li><li>&gt; Waschmaschine, Trockner, etc. (Verhaltensänderung Verbraucher)</li></ul></li><li>&gt; Abschaltbare Lasten (Aluminiumschmelze, etc.)</li></ul>	Potential für Lastverschiebungen vorhanden, jedoch viele Limitierungen und Hürden bei der Erschließung
<b>Dezentrale Erzeugung</b> 	<ul style="list-style-type: none"><li>&gt; Dezentrale BHKWs</li><li>&gt; Notstromaggregate</li><li>&gt; Zuk. ggf. auch: BZ-Fahrzeuge etc.</li></ul>	IKT ermöglicht Bündelung und Steuerung als „virtuelle Kraftwerke“

# Agenda

- 1 Merit Order der Stromerzeugung

---
- 2 Entstehung von Überschussstrom**

---
- 3 Merit Order der (Überschuss-)Stromnutzung

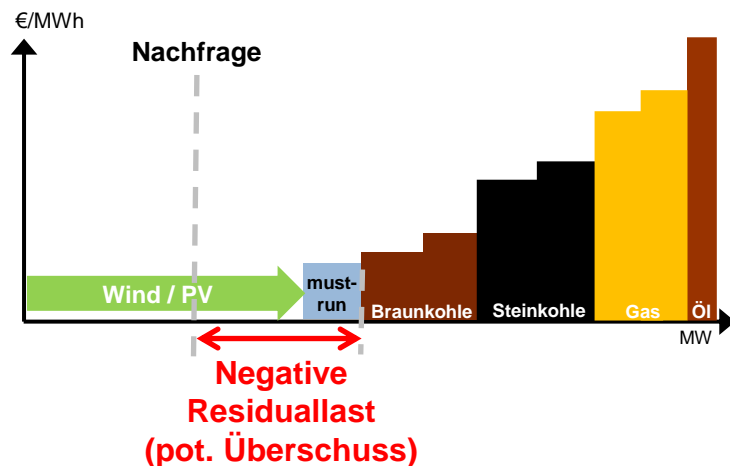
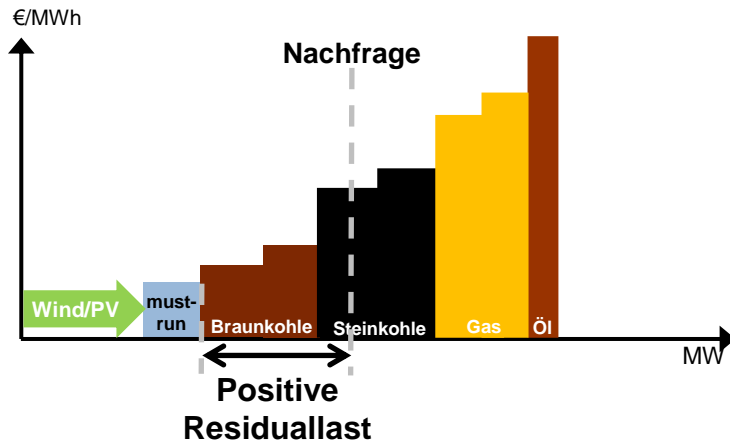
---
- 4 Fazit

---

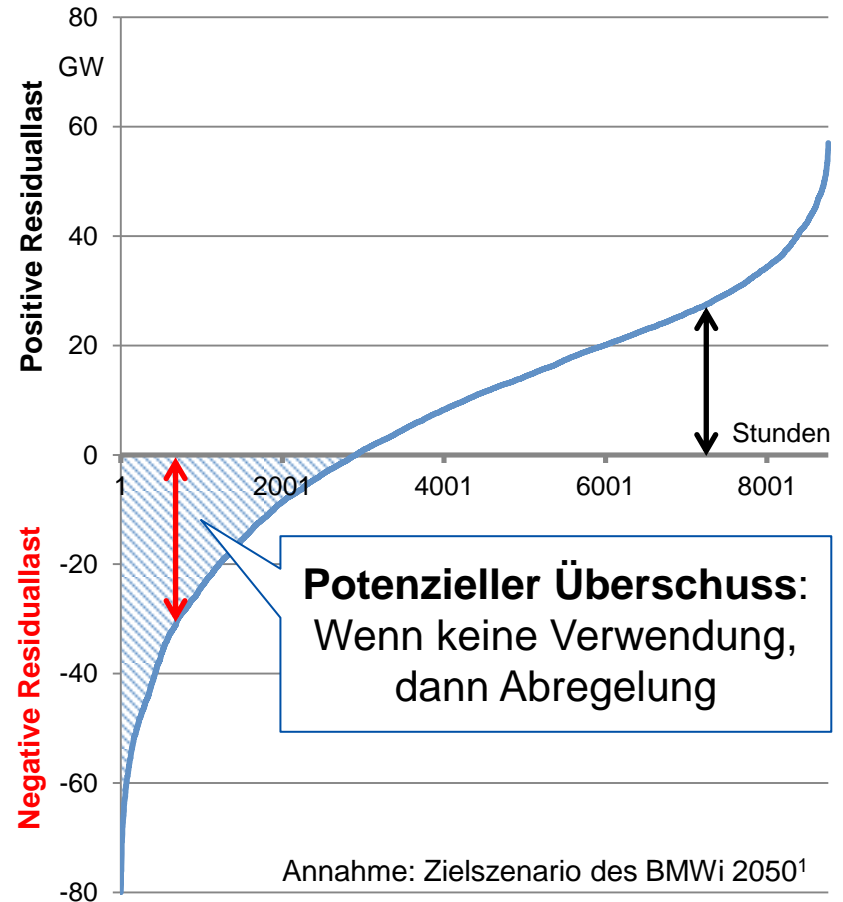


# Potenzielle Stromüberschüsse entstehen in Situationen negativer Residuallast

## Residuallastsituationen



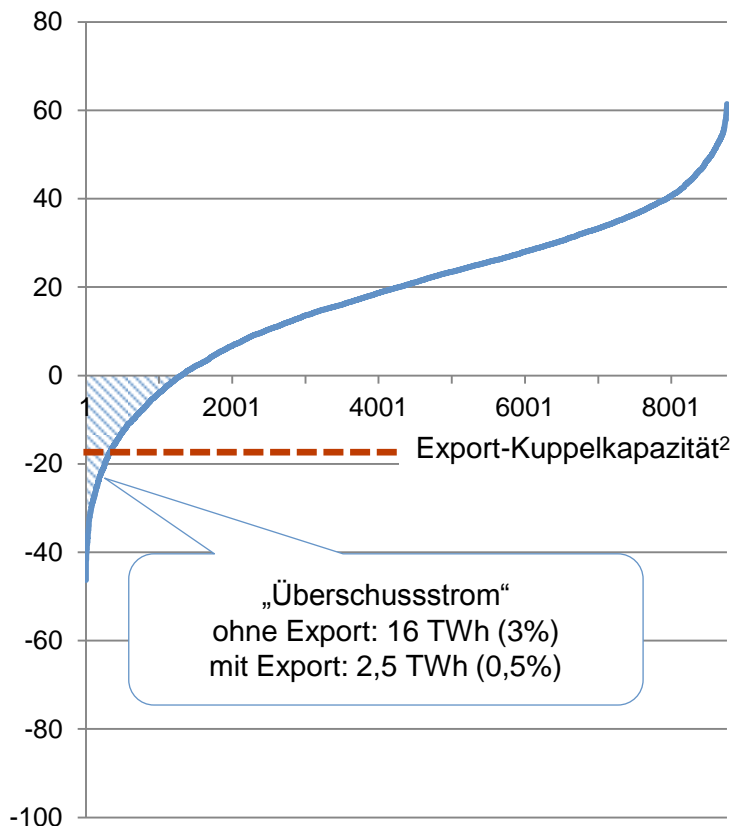
## Geordnete Residuallast in GW



# Auf nationaler Ebene wird Überschussstrom voraussichtlich erst langfristig ein wesentliches Thema

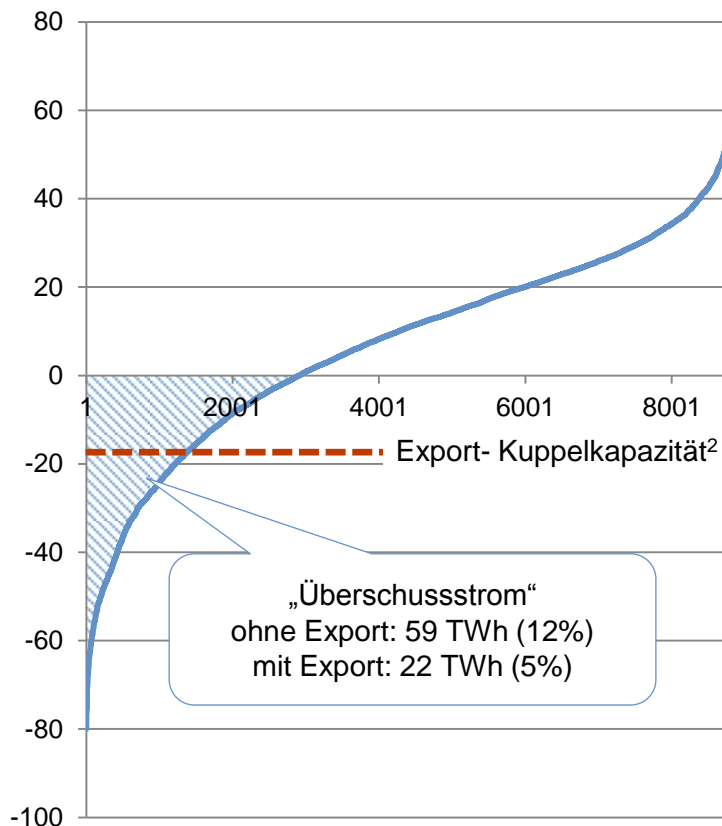
Zielszenario des BMWi 2025<sup>1</sup>

Geordnete Residuallast in GW



Zielszenario des BMWi 2050<sup>1</sup>

Geordnete Residuallast in GW



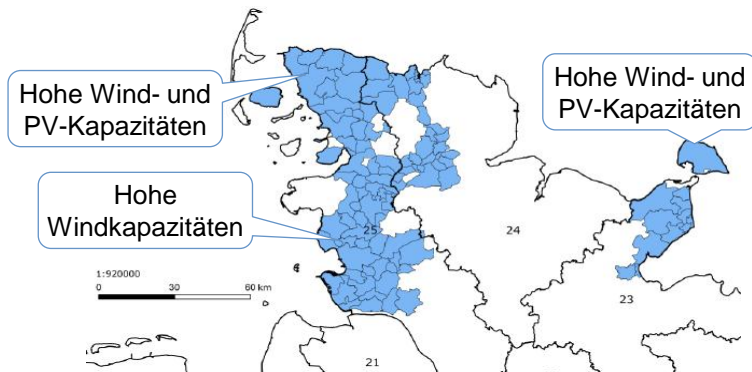
<sup>1</sup> Ohne Außenhandel, ohne Speicher

<sup>2</sup> Heute rd. 18 GW Kuppelstellen

# Regional und lokal ist Überschussstrom bereits heute relevant

## Regional

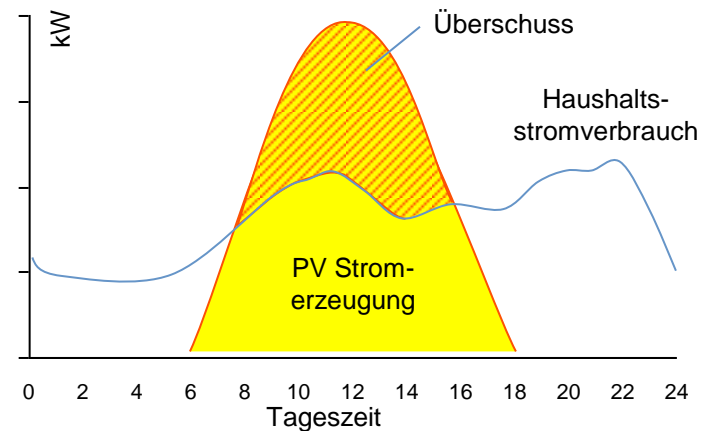
Von Abregelung betroffene Netzgebiete:  
Schleswig Holstein 2011



Engpässe in Netzkapazität führen zu Abregelung, wenn Strom nicht aus einer Region hinausgeführt werden kann (analog zu national)

## Lokal (bei Prosumer)



Überschussituation bei Haushalt mit PV:



Aufgrund der steigenden Strompreise und abnehmenden Einspeisevergütung entstehen Anreize zur Erhöhung des Eigenverbrauchs (ohne/mit Speicher)

# RWE ist mit einer breiten Produktpalette auf dem Heimspeichermarkt präsent

## Produktportfolio RWE HomePowerStorage

Produkt	Storage Basic	Storage Eco	Storage Compact	Storage Vario
				
<b>Typ</b>	Blei-Säure	Li-Ion	Li-Ion	Li-Ion
<b>Kapazität (kWh)</b>	4,9 – 14,8	4,5 – 13,5	4,6 – 60,0	4,6 – 10,1
<b>Laufzeit (Zyklus)</b>	2500 @50% DoD	5000 @80% DoD	5000 @70% DoD	8000 @90% DoD
<b>Verkaufspreis (EUR)</b>	7.599 to 10.499	7.499 to 16.999	12.999 to 76.699	14.399 to 25.499

## Beschreibung

- > Seit Mai 2013 bietet die **RWE Effizienz** erfolgreich **Heimspeicher für Privatkunden sowie für kleine und mittelständische Unternehmen an**
- > Derzeit werden Blei-Säure und Li-Ion-Technologien vertrieben
- > Verbunden über Wechselstromnetz
- > Integrierbar ins RWE **SmartHome** System

# Agenda

- 1 Merit Order der Stromerzeugung

---
- 2 Entstehung von Überschussstrom

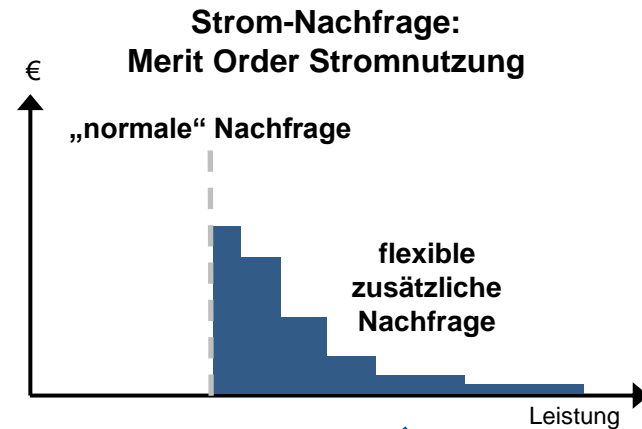
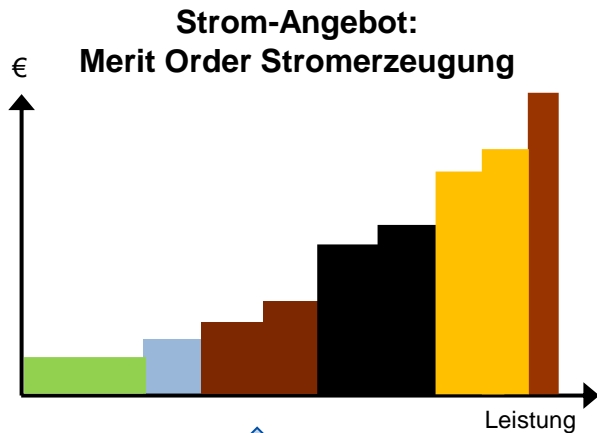
---
- 3 Merit Order der (Überschuss-)Stromnutzung**

---
- 4 Fazit

---

# Gibt es auch eine Merit Order der Nutzung von Strom?

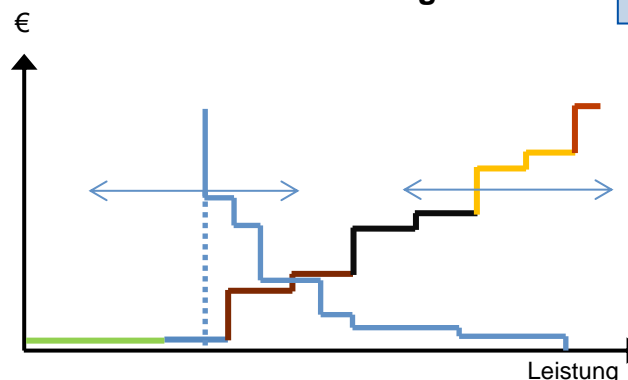
Zusätzliche Nachfrage für Strommengen zu bestimmten Preisen bildet eine „Merit Order Stromnutzung“



## Bisher:

- Preise iW durch schwankende Nachfrage bei gegebener Merit Order bestimmt
- geringe Preiselastizität der Nachfrage
- Dämpfende Rückkopplung bei Nachfrage-/Preisänderungen

**Strom-Markt gleicht Angebot und die veränderte Nachfrage aus**

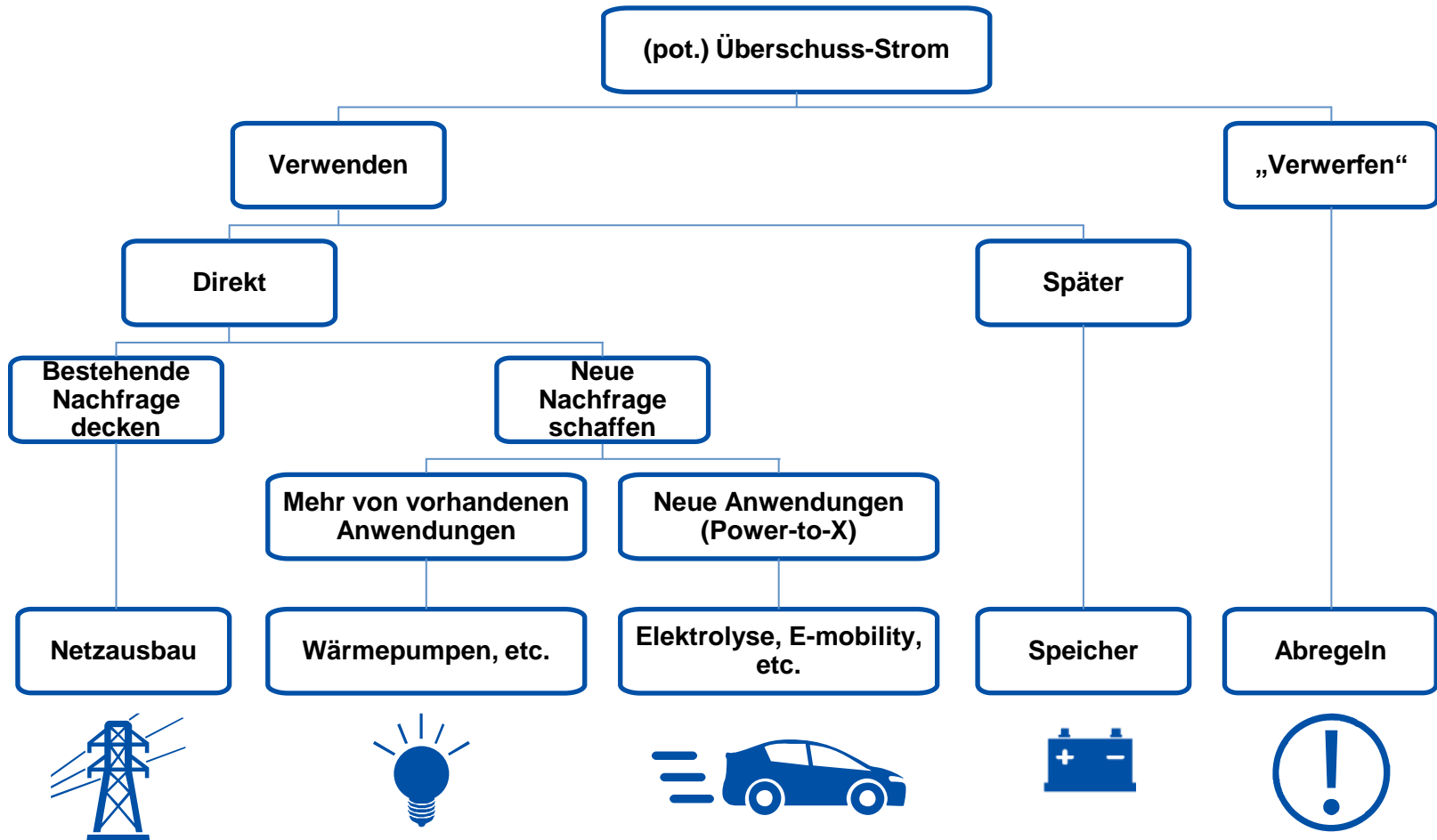


## Heute/zukünftig:

- Preise immer stärker durch volatile EE bestimmt
- Zunehmende Zeiten mit sehr niedrigen/negativen Preisen
- Neue Anwendungen und IKT ermöglichen höhere Preiselastizität

# Bausteine einer Merit Order (Überschuss-) Stromnutzung

## Optionen zum Umgang mit Überschussstrom



# In Ibbenbüren testet RWE eine Anlage zur Wasserstoffherzeugung per Elektrolyse








Container mit Elektrolyse-Einheit (Länge 6 m)



- > Elektrolyseur mit innovativer PEM (Proton Exchange Membrane)-Technologie
- > Elektrische Nennleistung 150 kW
- > Erzeugung von ca. 30 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/h Wasserstoff bei 14 bar(g) – Einbringung in regionales Erdgas-transportnetz der RWE Deutschland AG
- > Erzeugung von ca. 15 m<sup>3</sup><sub>N</sub>/h Sauerstoff – Abgabe in Atmosphäre
- > Betrieb des Elektrolyseurs ausschließlich mit „grünem Strom“



# Eine klare Merit Order für die “Überschussstrom“-Nutzung gibt es nicht , da der Einsatz nur zT vom Strompreis abhängt

Beispiele	Flexibilität	Zahlungsbereitschaft	Preisabhängigkeit
 <b>Zus. Nachfrage durch Netzausbau</b>	● Entfernte Nachfrage nötig	● Je nach Art der entfernten Nachfrage	◐
 <b>Wärmepumpe (Power-to-Heat)</b>	● Begrenzte zeitliche Verlagerung	✓ Hoch, wenn Heizbedarf	◐
 <b>Elektro-Heizstab</b>	✓ Hoch, wenn Zusatzheizung	● Abh. von Heizbedarf und altern. Heizsystem	◑
 <b>E-Mobility</b>	● Begrenzte zeitliche Verlagerung	✓ Hoch, wenn Ladebedarf	◐
 <b>Elektrolyse (Power-to-H2,x)</b>	✓ Hoch	● Abh. von Wirtschaftlichkeit des Produkts	◑
 <b>(Ein-)speicherung</b>	● Begrenzte zeitliche Verlagerung	● Abh. von diversen Faktoren	◐
 <b>Abregelung</b>	✓ Hoch	✗ Keine	◑

Legende: ✓ - hoch   ● - mittel / uneinheitlich   ✗ - niedrig

# Aufgrund der Vielzahl von Einflussfaktoren ist die Vorteilhaftigkeit von Maßnahmen situationsabhängig

## Beispielhafter Vergleich der Wirtschaftlichkeit: E-Mobility und Wärmepumpe

### Situation 1:

Gaspreis 8 ct/kWh; Strompreis 30 ct/kWh;  
Renditeerwartung 4%

Wärme: Zusatzkosten (WP ggü Gastherme) 1000 €;  
Lebensdauer WP 20a; Zusatz-Opex WP 0 €/a; Leistung 4 kW;  
JAZ 3,5; Wärmebedarf 20.000 kWh/a;  
Effizienz Gastherme 95%

Mobilität: Zusatzkosten (EV ggü Gasfzg.) 5000 €; Lebensdauer EV 10 a; Zusatz-Opex EV 0 €/a; Ladeleistung 10 kW;  
Verbrauch 20 kWh/100km; Laufleistung 15 tkm; Verbrauch Gasfzg 50 kWh/100km

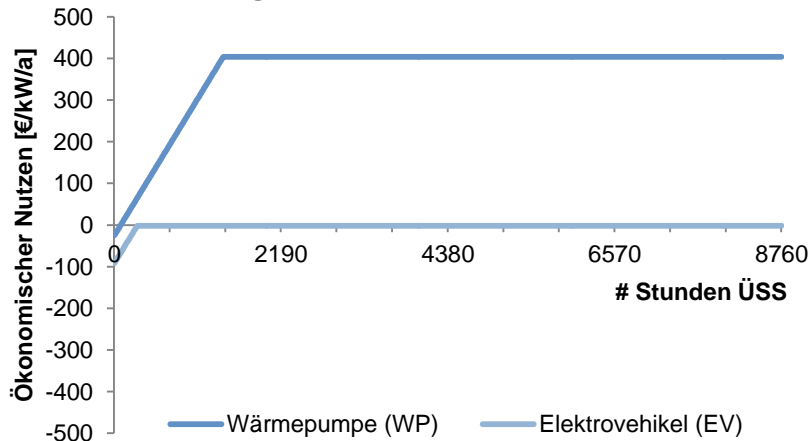
### Situation 2:

Gaspreis 4 ct/kWh; Strompreis 15 ct/kWh;  
Renditeerwartung 6%

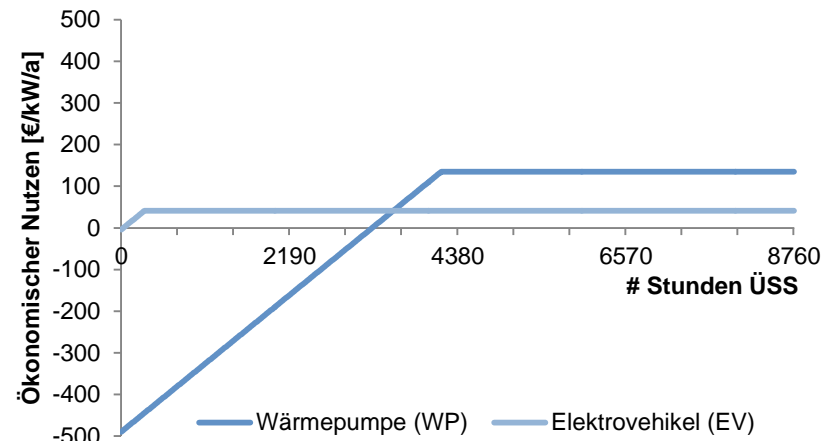
Wärme: Zusatzkosten (WP ggü Gastherme) 7000 €;  
Lebensdauer WP 15a; Zusatz-Opex WP 700 €/a; Leistung 2 kW;  
JAZ 3; Wärmebedarf 25.000 kWh/a;  
Effizienz Gastherme 95%

Mobilität: Zusatzkosten (EV ggü Gasfzg.) 1500 €; Lebensdauer EV 15 a; Zusatz-Opex EV 150 €/a; Ladeleistung 15 kW;  
Verbrauch 15 kWh/100km; Laufleistung 30 tkm; Verbrauch Gasfzg 65 kWh/100km

Vergleich Wirtschaftlichkeit



Vergleich Wirtschaftlichkeit

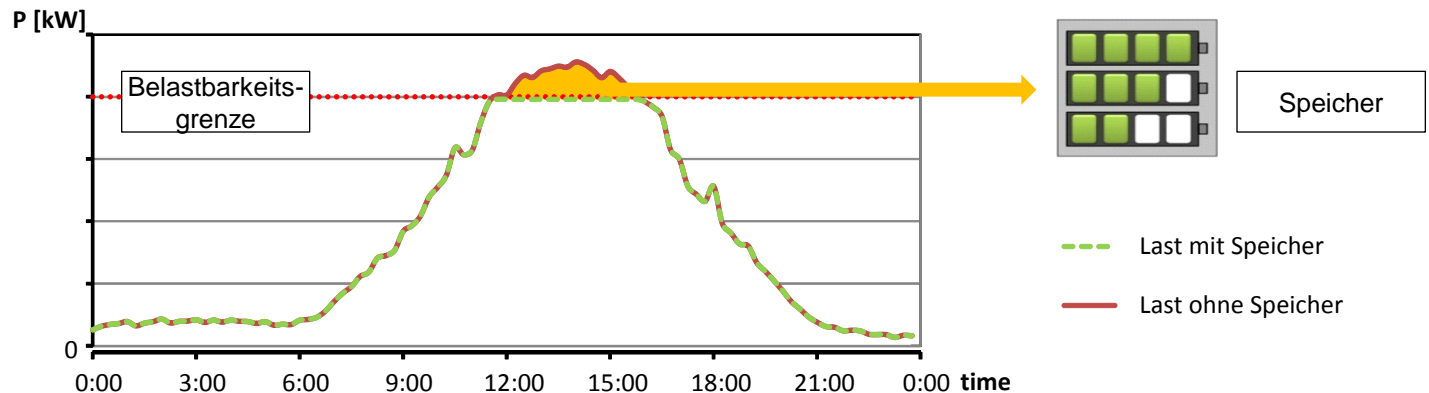


# In der Regel ist der Netzausbau wirtschaftlicher als die Speicherung - es gibt aber auch hier Ausnahmen

## RWE Projekt für 1 MWh-Speicher in Wetringen

### Motivation

- > In der Nähe von Wetringen (100 km nördlich von Essen) wird das 10kV-Netz wegen der starken Einspeisung von **erneuerbarer Energie** während sonniger Tage **über die Auslegungsgrenze hinaus beansprucht**
- > Diese spezifische **Netzüberlastung wird in einigen Jahren** auf Grund des bis dahin erfolgten Netzausbaus auf 110kV-Ebene **beseitigt sein**
- > Diese **vorübergehende Netzüberlastung kann kostengünstig mit einem Energiespeicher gelöst werden**, da der Energiespeicher im Anschluss wiederverwendet werden kann, während die herkömmliche Alternative - ein neuer Netzweig - überflüssig werden würde



### Technische Parameter

- > Kapazität 1000 kWh
- > Leistung 250 kW

# Agenda

- 1 Merit Order der Stromerzeugung

---
- 2 Entstehung von Überschussstrom

---
- 3 Merit Order der (Überschuss-)Stromnutzung

---
- 4 Fazit

---

# Fazit Merit Order Stromerzeugung

## Einsatz von Stromerzeugern

- > Die Einsatzreihenfolge (Merit Order) eines bestehenden Erzeugungsportfolios variiert vor allem mit den Brennstoff-, CO<sub>2</sub>- und weiteren variablen Kosten
- > Der Einsatz von konventionellen Kraftwerken hat sich durch den Ausbau von Windkraft und PV (minimale variable Kosten) drastisch verändert.
- > Die Steuerung von bestehenden Erzeugungsanlagen auf Basis variabler Kosten erscheint auch zukünftig geeignet, einen effizienten Anlageneinsatz sicherzustellen

## Zusammensetzung des Erzeugungsportfolios

- > Für den wirtschaftlichen (Weiter-) Betrieb und Bau von Kraftwerken, müssen nicht nur die variablen Kosten, sondern die relevanten Gesamtkosten gedeckt werden.
- > Es wird aktuell diskutiert, wie die wirtschaftliche Attraktivität der zukünftig erforderlichen Erzeugungskapazitäten sichergestellt werden kann.

# Fazit Merit Order (Überschuss-)stromnutzung

## Einsatz von Stromverbrauchern

- > Eine eindeutige Merit Order wie bei der Stromerzeugung ergibt sich bei der (Überschuss-)stromnutzung nicht, da idR andere Faktoren als der Strompreis für den Einsatz bedeutsam sind.
- > Zunehmende Zeiten mit minimalen/negativen Strompreisen und die Möglichkeiten der IKT werden jedoch voraussichtlich zu einer erhöhten Preiselastizität der Nachfrage führen.

## Zusammensetzung des Verbraucherportfolios

- > Die Ausbau der verschiedenen Optionen für zusätzliche Stromnutzung (inkl. Speicherung, Abregelung) ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig.
- > Es gibt auch eine Reihe von Pfadabhängigkeiten. Beispiel:
  - Starker Netzausbau heute → weniger Speicher in Zukunft nötig
  - Starker Speicherausbau heute → weniger Netz in Zukunft nötig
- > Entscheidend werden, wie bei der Stromerzeugung, gesellschaftliche Präferenzen sein, die sich über die politische Willensbildung in regulatorisch/wirtschaftliche Anreize übersetzen.