



# Die Bedeutung der industriellen Eigenerzeugung bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien

Patrick Dossow, M. Sc.

14.02.2019

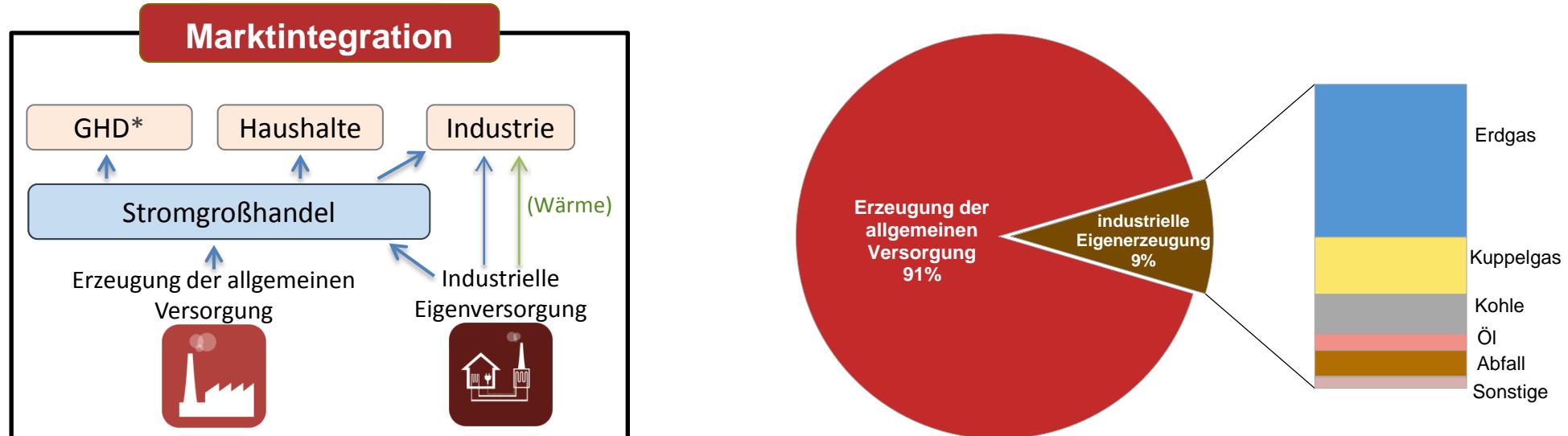
IEWT 2019 - Wien

2019



# Motivation

Aktuelle Situation: Industrielle Eigenerzeugung erfolgt separiert vom Stromgroßhandel



→ auch bei hohem Erzeugungsanteil erneuerbarer Energien werden Industriekraftwerke zur Eigenerzeugung weiterhin mit fossilen Energieträgern betrieben

- Fragestellung:**
1. Wird durch die aktuelle Erzeugungssituation das Systemoptimum erreicht?
  2. Wie wirkt sich eine Mark-Teilnahme auf Großhandelspreise, Erzeugungskosten und Emissionen aus?

**Systemeffekte durch potentielle Teilnahme der eigenerzeugenden Industrie am Stromgroßhandel**

\*GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistung

# Methodisches Vorgehen



\*relevante Industriekraftwerke: Kraftwerke zur industrieller Eigenerzeugung mit elektrischem Eigenverbrauch

# Datenaufbereitung und Kraftwerksidentifikation



## 1. Datenaufbereitung

- BNetz-A Kraftwerks-Listen<sup>1</sup> und FfE-interne Datenbank bietet Datengrundlage
- ENTSO-E Transparency Platform<sup>2</sup> liefert **Lastgänge aller Kraftwerke >100MW**

## 3. Erfassen der gesamten deutschen Industrie

- Einteilen bereits identifizierter Industriekraftwerke nach Branchen
- **Skalierung** der Lastgänge auf Basis der gesamten industriellen Eigenerzeugungsmenge (Destatis- Datengrundlage<sup>3</sup>) für jede relevante Branche

## 2. Kraftwerksidentifikation

- Abgleich der Lastgänge mit Strommarktpreisen  
→ geringe Korrelation und untypische Fahrweise ermöglicht **Identifizierung**



<sup>1</sup>Veröffentlichung Zu- und Rückbau - BNetzA Kraftwerksliste; Bonn: BNetzA, 2018.

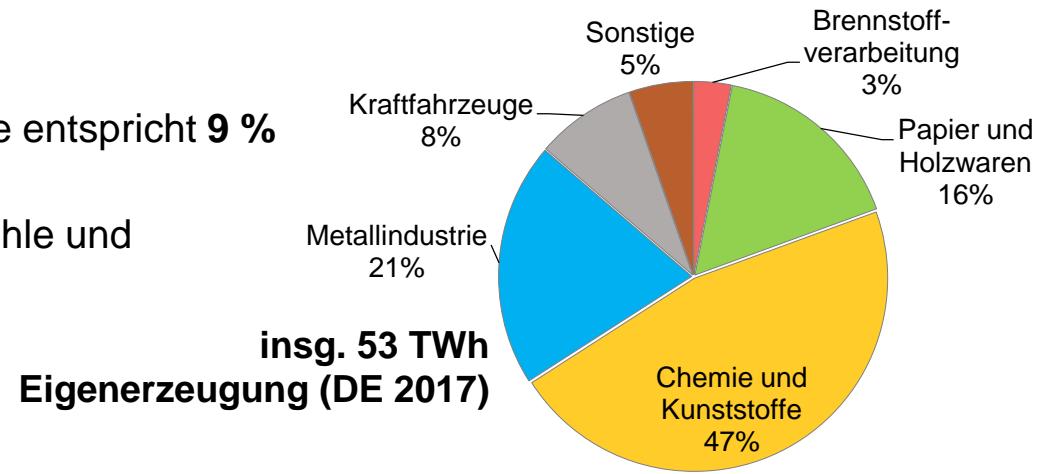
<sup>2</sup>ENTSO-E Stromerzeugungsdaten von: <https://transparency.entsoe.eu/>. (Abruf am 2019-01-24), 2019.

<sup>3</sup>Stromerzeugungsanlagen, Produzierende Gewerbe 2017. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2017.

# Status Quo der industriellen Eigenerzeugung

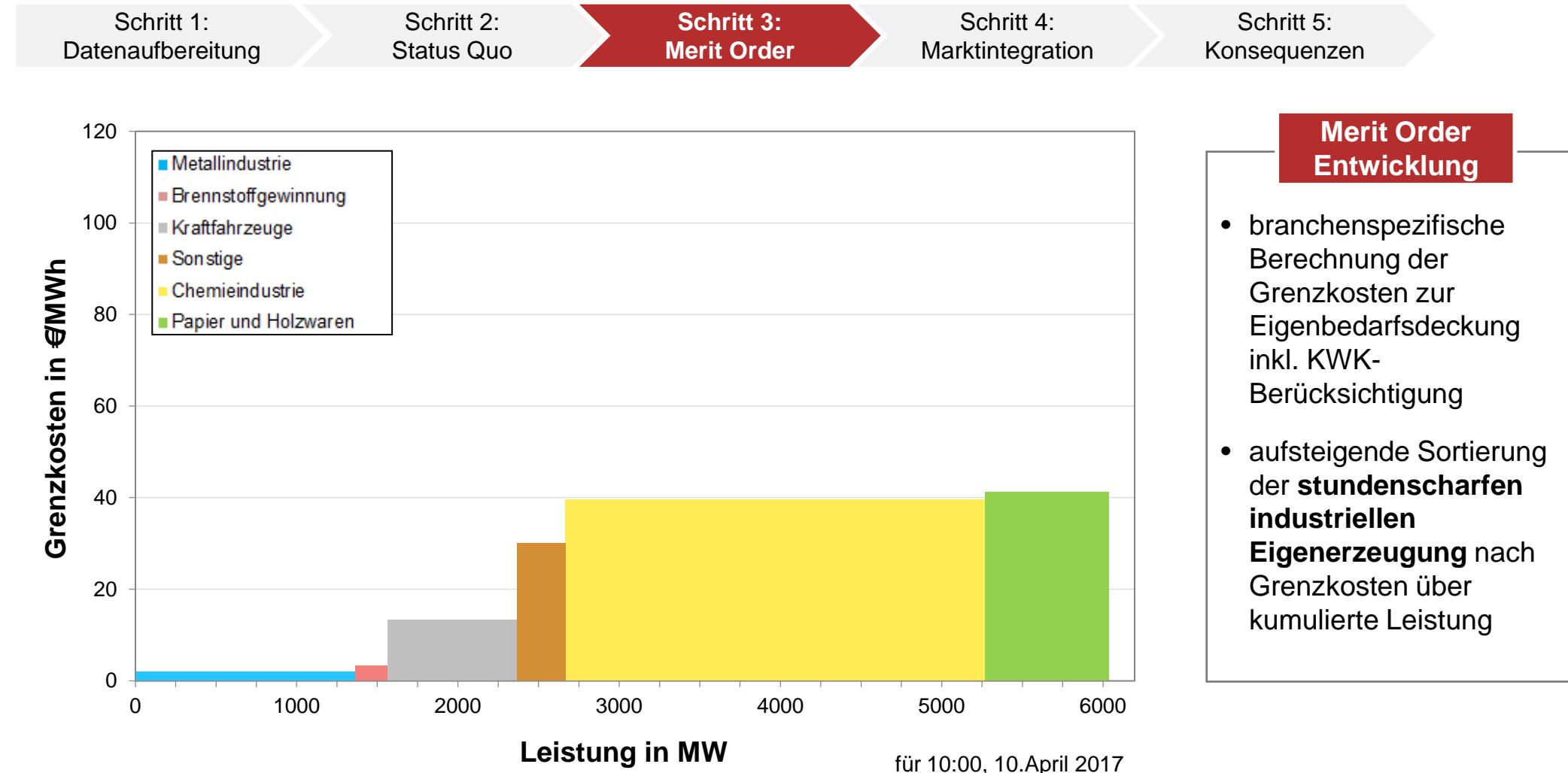


- jährlich erzeugte Elektrizitätsmenge der gesamten Industrie entspricht **9 %** der totalen jährlichen Erzeugung in Deutschland (für 2017)
- wichtigste Energieträger sind Erdgas, Koppelgase, Steinkohle und Rückstände
- Typische Beweggründe zur Eigenerzeugung sind:
  - Autonomie und Versorgungssicherheit, insbesondere bei hohen Vollaststundenzahlen
  - Nutzung von Abfallprodukten, Koppelgasen oder Rückständen
  - Hoher Bedarf an Prozesswärme (70 % KWK-Anlagen)
  - Kostenminimierung
- geringer Anreiz zum Stromankauf durch anfallende Zusatzkosten (Netzentgelte und Abgaben)



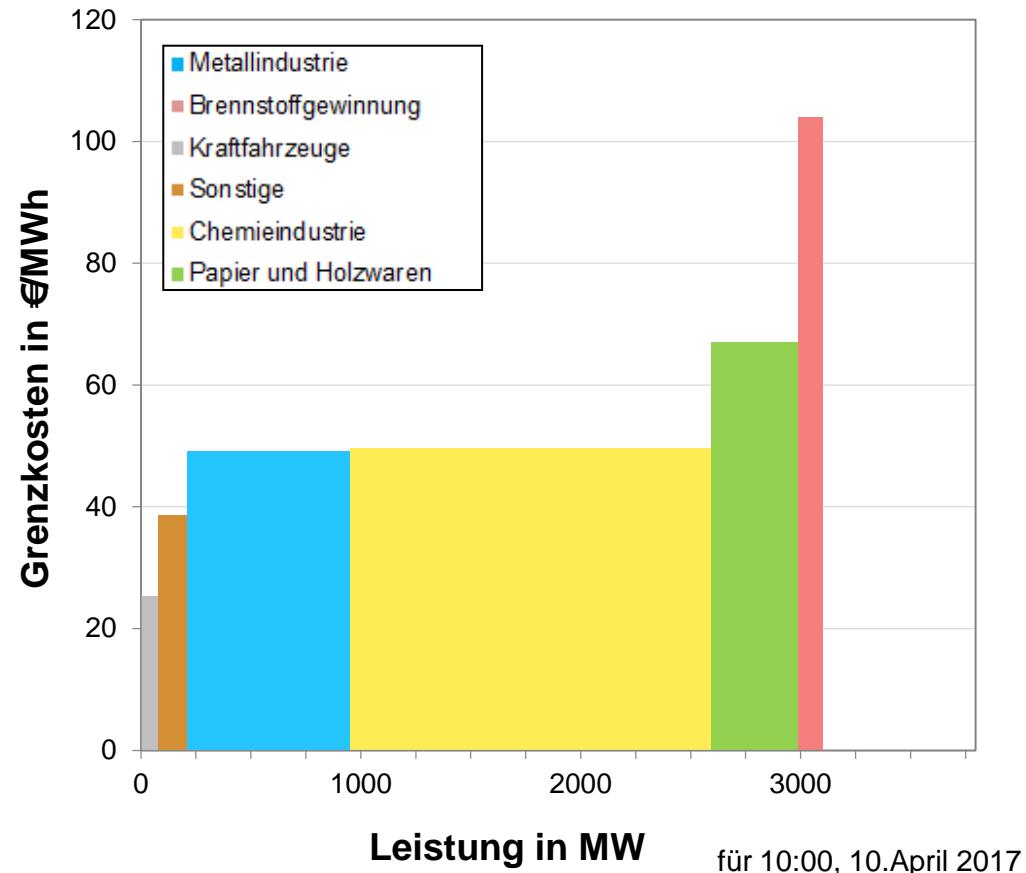
Hohes Maß an industrieller Eigenerzeugung ohne Strommarktbeteiligung

# Merit Order der Industriekraftwerke (Nachfrage)



Grenzkosten der Eigenbedarfsdeckung zum Strom-Ankauf

# Merit Order der Industriekraftwerke (Angebot)



## Merit Order Entwicklung

- branchenspezifische Berechnung der Grenzkosten zum Verkauf zusätzlich produzierbarer Elektrizität
- aufsteigende Sortierung der **zusätzlich verfügbaren Kapazitäten** nach Grenzkosten über kumulierte Leistung

Grenzkosten zusätzlicher Kapazitäten zum Strom-Verkauf

# Marktintegration: Veränderte Kaufgebote

Schritt 1:  
Datenaufbereitung

Schritt 2:  
Status Quo

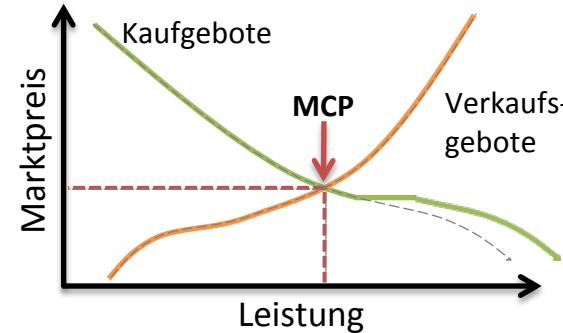
Schritt 3:  
Merit Order

**Schritt 4:  
Marktintegration**

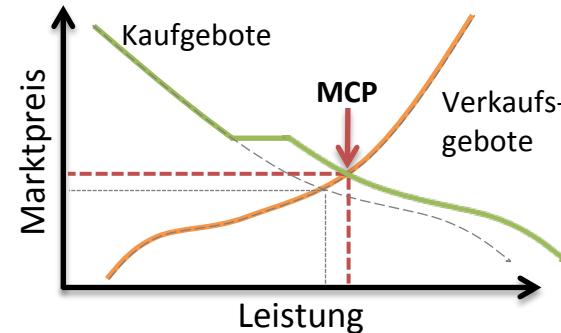
Schritt 5:  
Konsequenzen

## Marktintegration

### Fall 1: Marktpreis über Industriegrenzkosten

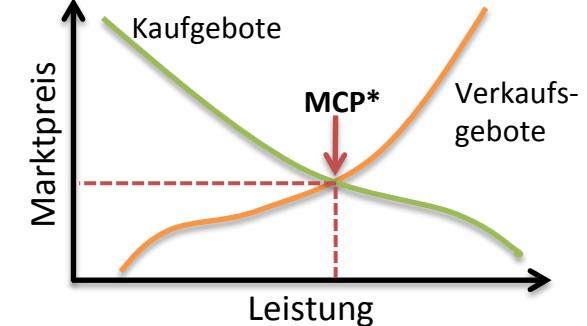


### Fall 2: Marktpreis unter Industriegrenzkosten



VS.

## Status Quo



- stundenscharfe  
Eigenerzeugungsleistung wird als Kaufgebot (Nachfrage) integriert

Bei niedrigem Preisniveau erhöht sich der Strommarktpreis

\*MCP: Market Clearing Price

# Marktintegration: Veränderte Verkaufsgebote

Schritt 1:  
Datenaufbereitung

Schritt 2:  
Status Quo

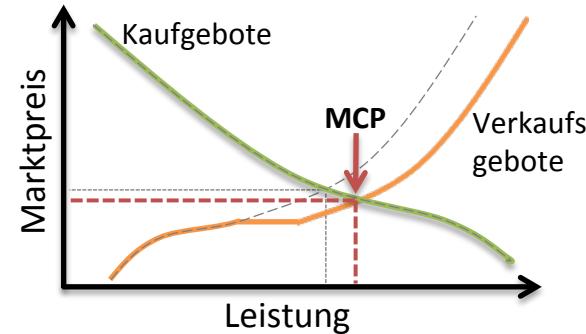
Schritt 3:  
Merit Order

Schritt 4:  
**Marktintegration**

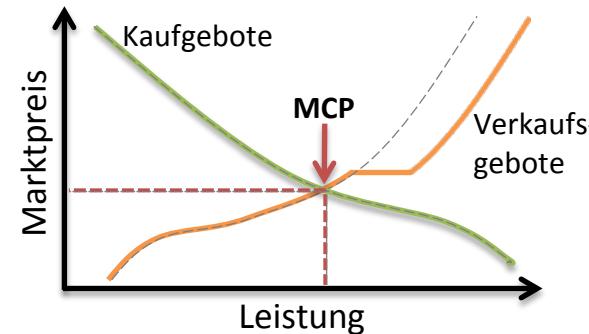
Schritt 5:  
Konsequenzen

## Marktintegration

### Fall 1: Marktpreis über Industriegrenzkosten

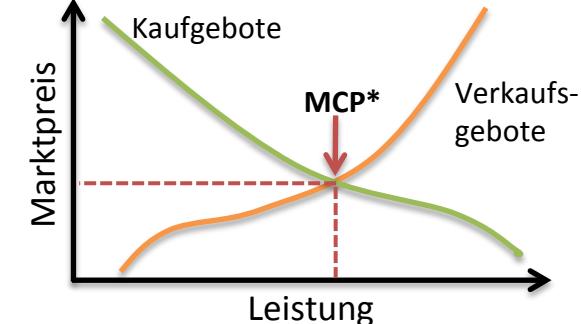


### Fall 2: Marktpreis unter Industriegrenzkosten



vs.

## Status Quo

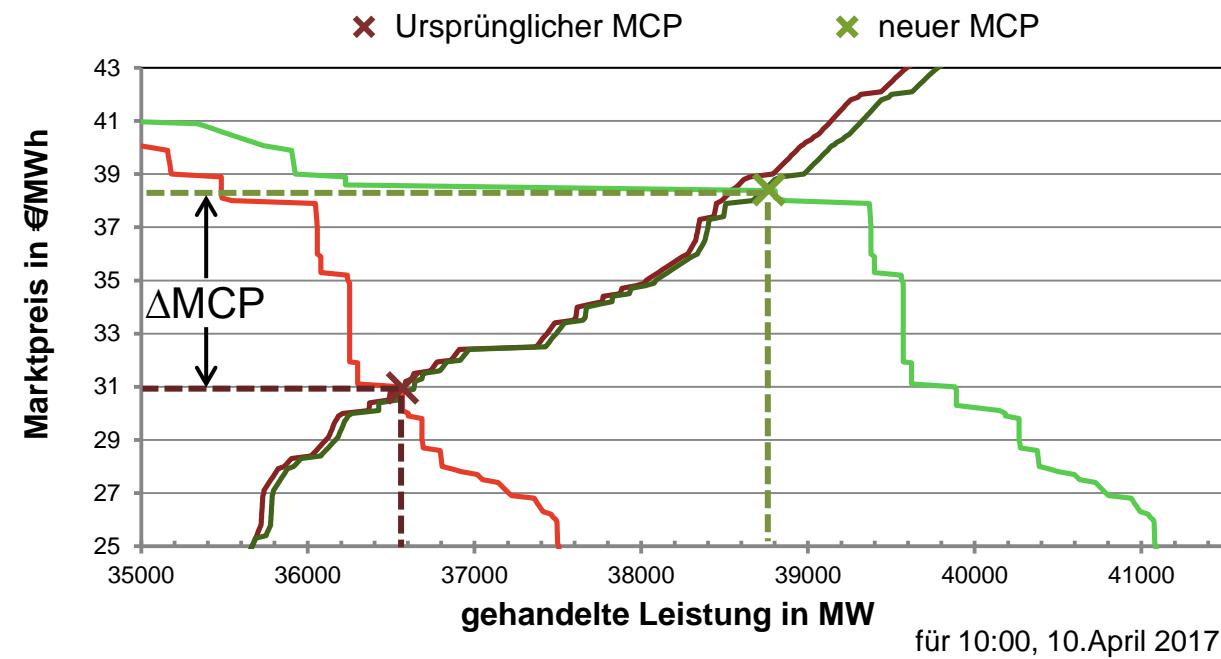


- zusätzlich verfügbare  
Eigenerzeugungskapazitäten  
werden als Verkaufsangebote  
(Angebot) integriert

Bei hohem Preisniveau verringert sich der Strommarktpreis

\*MCP: Market Clearing Price

# Marktintegration: Veränderter MCP (Beispielstunde)

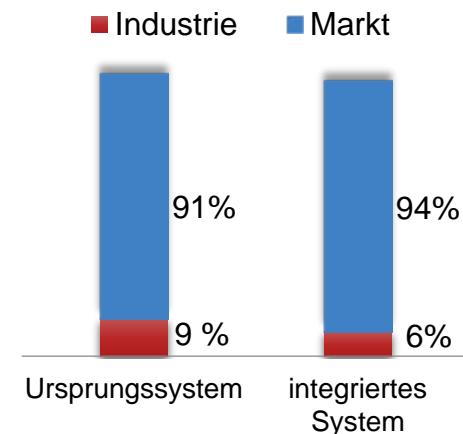
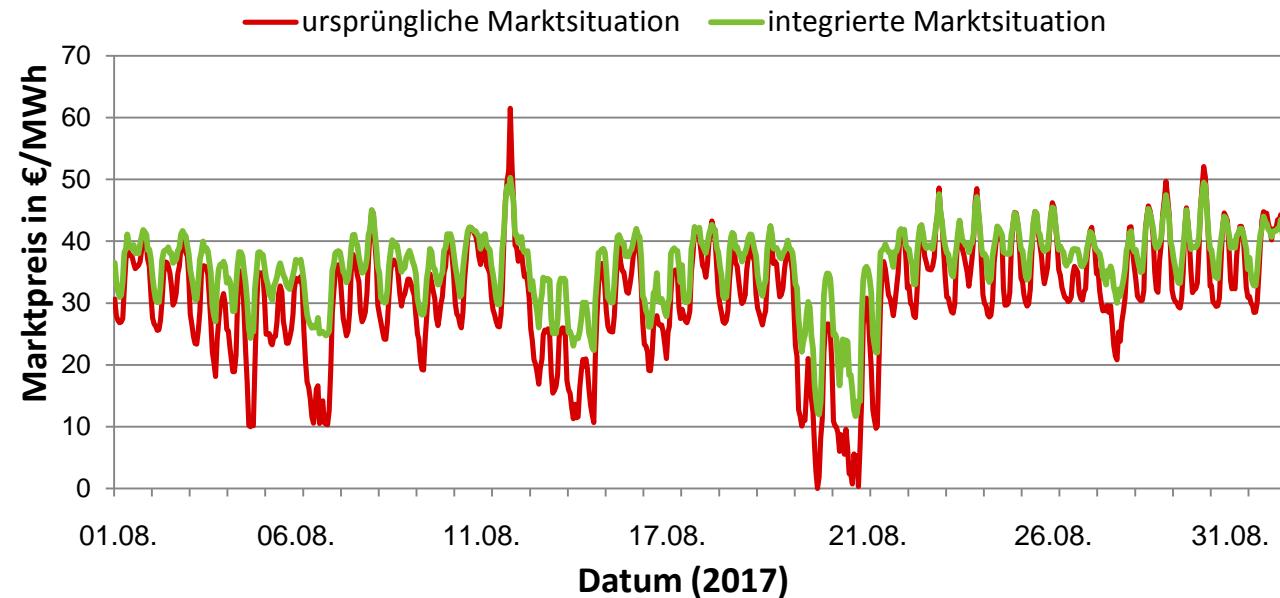
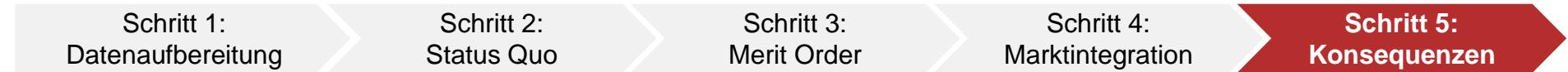


- Teile der industriellen Eigenerzeugung werden durch Strom-Ankäufe ersetzt
- zusätzlich verfügbarer industrieller Erzeugungskapazität erhöhen das Angebot
- Strom-Ankäufe der Industrie überwiegen im Vergleich zu zusätzlich verfügbaren industriellen Kapazitäten

MCP und gehandelte Leistung nimmt zur Beispielstunde zu → MCP + 7,3 €/MWh, Leistung + 2144 MW

MCP ändert sich bei Marktintegration abhängig vom Preisniveau

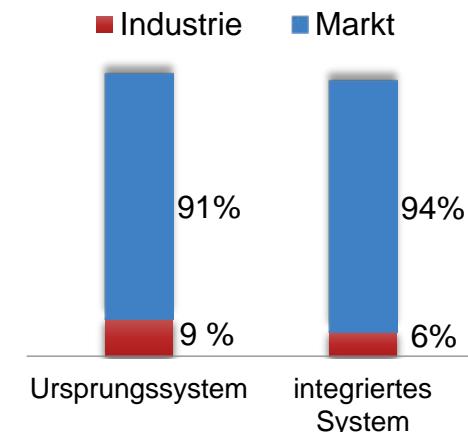
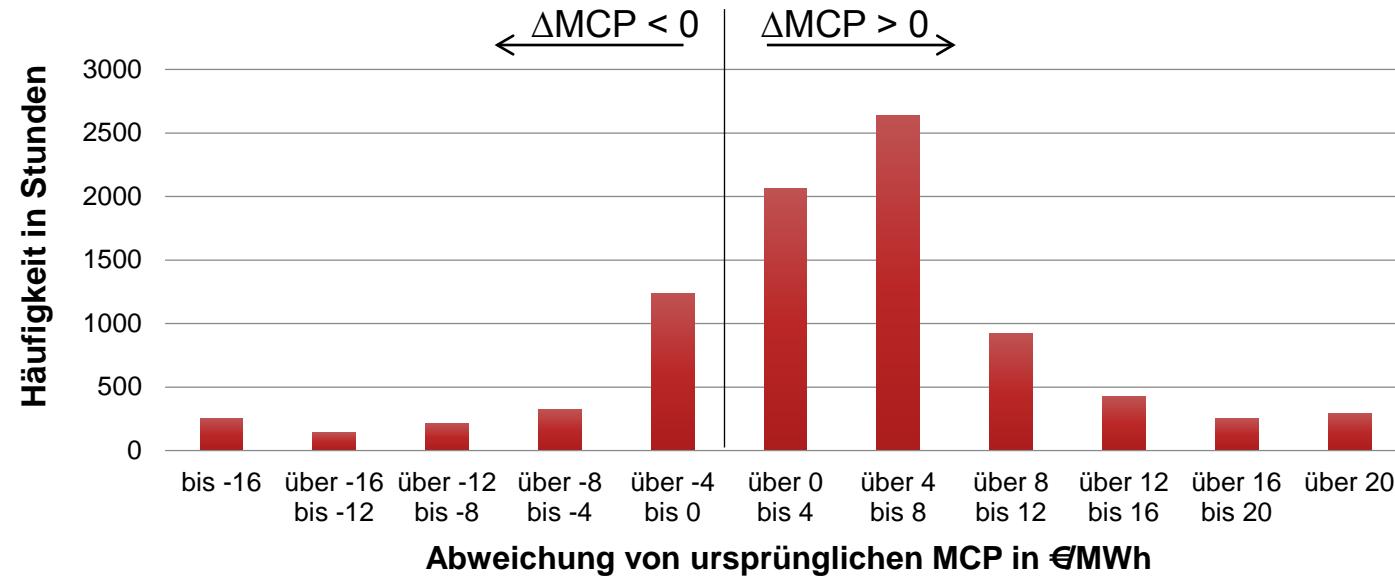
# Konsequenzen: Preisentwicklung (2017)



Veränderungen	Ursprungssystem		Integriertes System	
	MCP	Leistung	MCP	Leistung
Durchschnitt	34,74 €/MWh	26.604 MW	38,38 €/MWh + 3,64 €/MWh + 10 %	28.027 MW + 1.423 MW + 5 %
Veränderung zum Ursprungswert				

Viele Industriekraftwerke werden durch Strom-Ankäufe ersetzt, Marktpreis steigt für Betrachtungszeitraum stark an

# Konsequenzen: Preisentwicklung (2017)



Veränderungen	Ursprungssystem		Integriertes System	
	MCP	Leistung	MCP	Leistung
Durchschnitt	34,74 €/MWh	26.604 MW	38,38 €/MWh + 3,64 €/MWh + 10 %	28.027 MW + 1.423 MW + 5 %
Veränderung zum Ursprungswert				

Viele Industriekraftwerke werden durch Strom-Ankäufe ersetzt, Marktpreis steigt für Betrachtungszeitraum stark an

# Konsequenzen: Variable Erzeugungskosten



- durch Marktintegration der Industriekraftwerke werden Industrieerzeugungskosten gesenkt, durchschnittliche Erzeugungskosten der Stromversorger am Markt steigen jedoch

<b>Veränderungen (2017)</b>	$\Delta W_{el}$	$\Delta K_{var}$
Eingesparte Produktion der Industriekraftwerke	18.454 GWh	- 725 Mio. €
Eingesparte Produktion weiterer Marktteilnehmer	6.156 GWh	0 €
Zusätzliche Produktion der Industriekraftwerke	3.099 GWh	+105 Mio. €
Zusätzliche Produktion weiterer Marktteilnehmer	9.198 GWh	+275 Mio. €
Total	0 GWh	<b>-345 Mio. €</b>

→ Stromeigenerzeugung insgesamt um **35 %** reduziert,  
**345 Mio. €** an variablen Gesamtsystem-Erzeugungskosten werden eingespart

$$\text{mit } \Delta K_{Gesamtsystem} = \Delta K_{Ind} + \Delta K_{Markt}$$

Gesamtdurchschnitt der variablen Erzeugungskosten wird reduziert

# Konsequenzen: CO<sub>2</sub>-Emissionen



- durch Marktintegration der Industriekraftwerke werden Emissionen zur Stromerzeugung gesenkt, die Emissionen der industriellen Wärmebereitstellung steigen jedoch an

Veränderungen (2017)	$\Delta m_{CO_2}$
Eingesparte Emissionen der Industriekraftwerke	-10.780 kt <sub>CO<sub>2</sub></sub>
Zusätzliche Emissionen der alternativen Industriewärme	+4.420 kt <sub>CO<sub>2</sub></sub>
Zusätzliche Emissionen der Industriekraftwerke	+2.764 kt <sub>CO<sub>2</sub></sub>
Zusätzliche Emissionen weiterer Marktteilnehmer	+6.677 kt <sub>CO<sub>2</sub></sub>
Total	<b>+3.081 kt<sub>CO<sub>2</sub></sub></b>

→ CO<sub>2</sub>-Emissionen der industriellen Eigenversorgung um **18 %** gesenkt, Emissionen des Gesamtsystems steigen um **3 Mio. t**

$$\text{mit } \Delta m_{CO_2,gesamt} = \Delta m_{CO_2,Ind} + \Delta m_{CO_2,Markt}$$

Insgesamt werden CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Marktintegration erhöht

# Zusammenfassung und Fazit

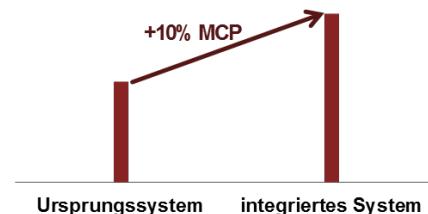
## Perfektive

### Endkunde & Industrie

- industrielle Eigenversorgung garantiert Kostenstabilität unabhängig vom Strompreis

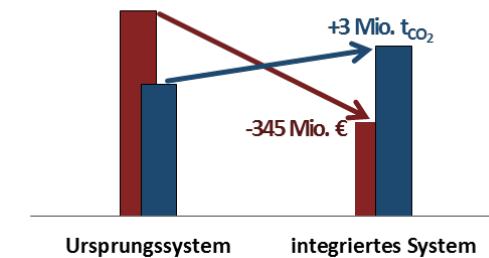
## Status Quo

- Strompreise für Stromverbraucher steigen**
- Verringerung der EEG-Umlage reduziert Auswirkungen auf Haushalte und kleine Abnehmer
- Großabnehmer zahlen mehr als zuvor
- Eigenerzeugender können durch günstigen Ankauf und teilweisen Verkauf profitieren
- mögliche Netzentgelte und Abgaben für Industrieerzeuger beeinflussen den Mehrwert



### Gesamtsystem

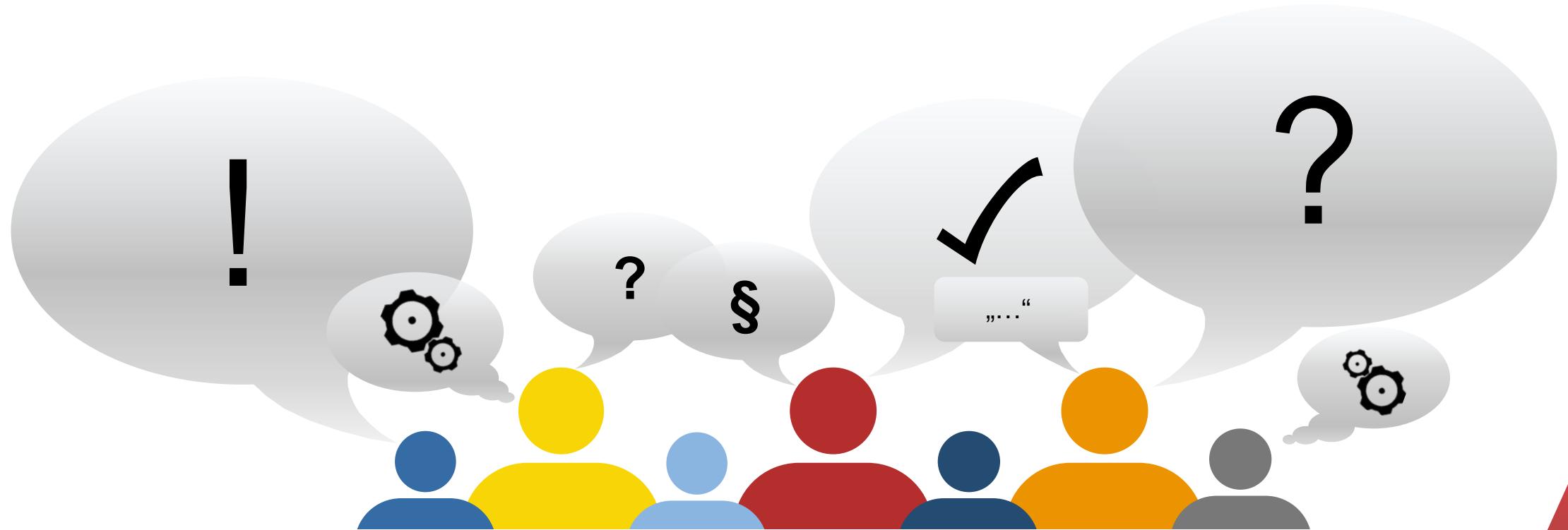
- separate industrielle Eigenerzeugung auch bei hohem Anteil erneuerbarer Energien
- variable Erzeugungskosten werden insgesamt reduziert (345 Mio. € Einsparung)**
- 35% der industriellen Eigenerzeugung wird durch effiziente Strom-Ankäufe ersetzt
- CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen insgesamt an**
- separate Erzeugung von Wärme und Strom anstelle von KWK-Anlagen erhöht Emissionen



Marktintegration reduziert Erzeugungskosten, CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen an, Strompreis-Zunahme abhängig von regulatorischen Maßnahmen

**Vielen Dank für Ihr Interesse!**

**Fragen, Anregungen, Diskussion?**



## Patrick Dossow, M. Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Forschungsgesellschaft für

Energiewirtschaft mbH

Tel.: +49(0)89 15 81 21–63

Email: pdossow@ffe.de



## Dr. –Ing. Serafin von Roon

Geschäftsführer

Forschungsgesellschaft für

Energiewirtschaft mbH

Tel.: +49(0)89 15 81 21– 51

Email: sroon@ffe.de



## Timo Kern, M. Sc.

Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Forschungsgesellschaft für

Energiewirtschaft mbH

Tel.: +49(0)89 15 81 21–35

Email: tkern@ffe.de



Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH

Am Blütenanger 71

80995 München

Tel.: +49(0)89 15 81 21 – 0

Email: [info@ffe.de](mailto:info@ffe.de)

Internet: [www.ffegmbh.de](http://www.ffegmbh.de)

Twitter: @FfE\_Muenchen