



**FFE**

# Die Bedeutung der industriellen Eigenerzeugung bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien

Patrick Dossow, M. Sc.

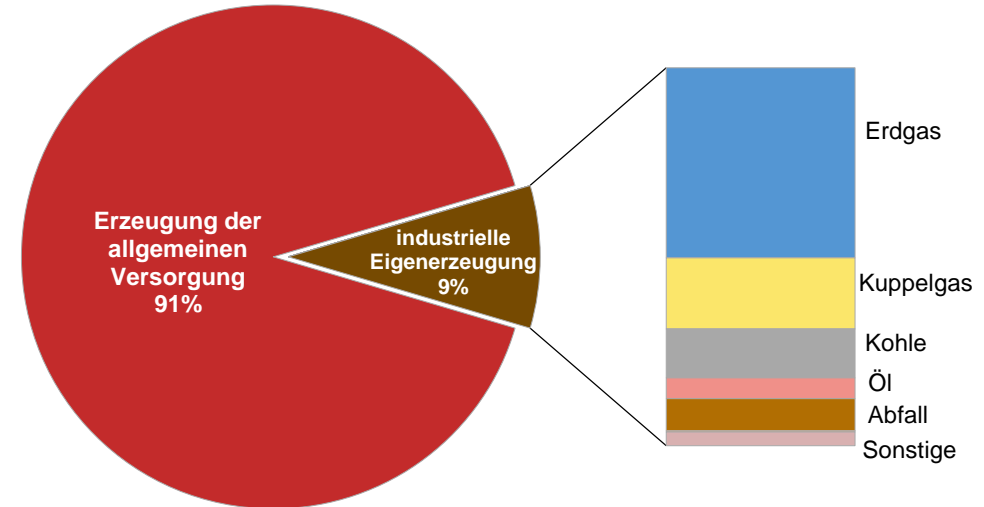
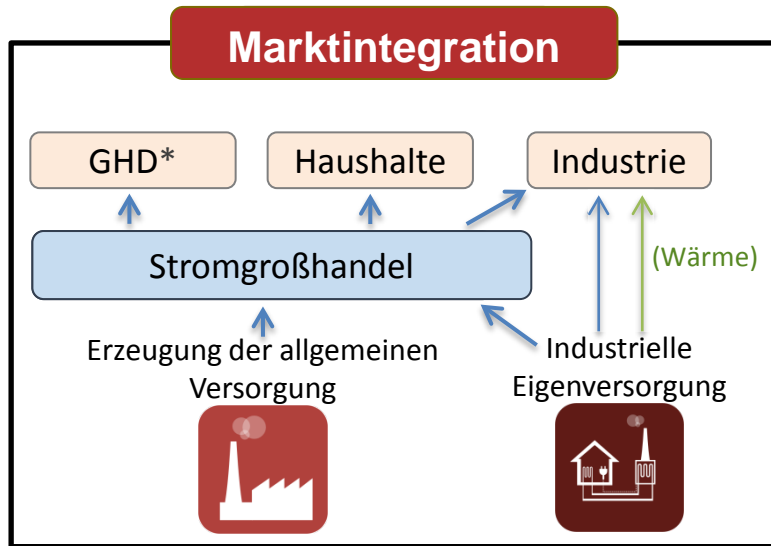
14.02.2019

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

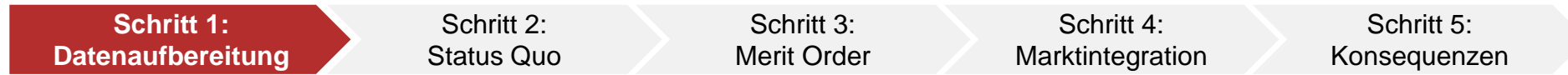
\*GHD: Gewerbe, Handel und Dienstleistung

# 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**

## 2. Kraftwerksidentifikation

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

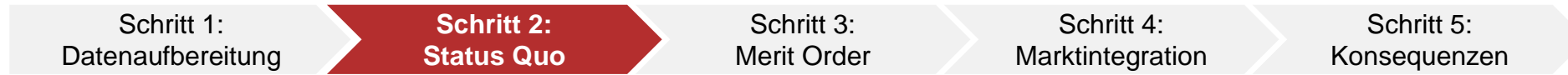
## 3. Erfassen der gesamten deutschen Industrie

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

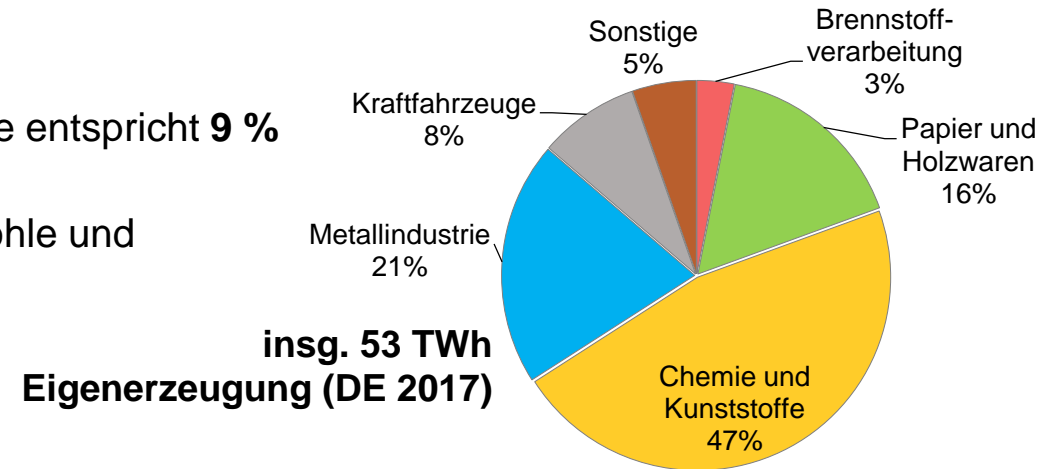


<sup>1</sup>Veröffentlichung Zu- und Rückbau - BNetzA Kraftwerksliste; Bonn: BNetzA, 2018.  
<sup>2</sup>ENTSO-E Stromerzeugungsdaten von: <https://transparency.entsoe.eu/>. (Abruf am 2019-01-24),2019.  
<sup>3</sup>Stromerzeugungsanlagen, Produzierende Gewerbe 2017. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis), 2017.

# Status Quo der industriellen Eigenerzeugung



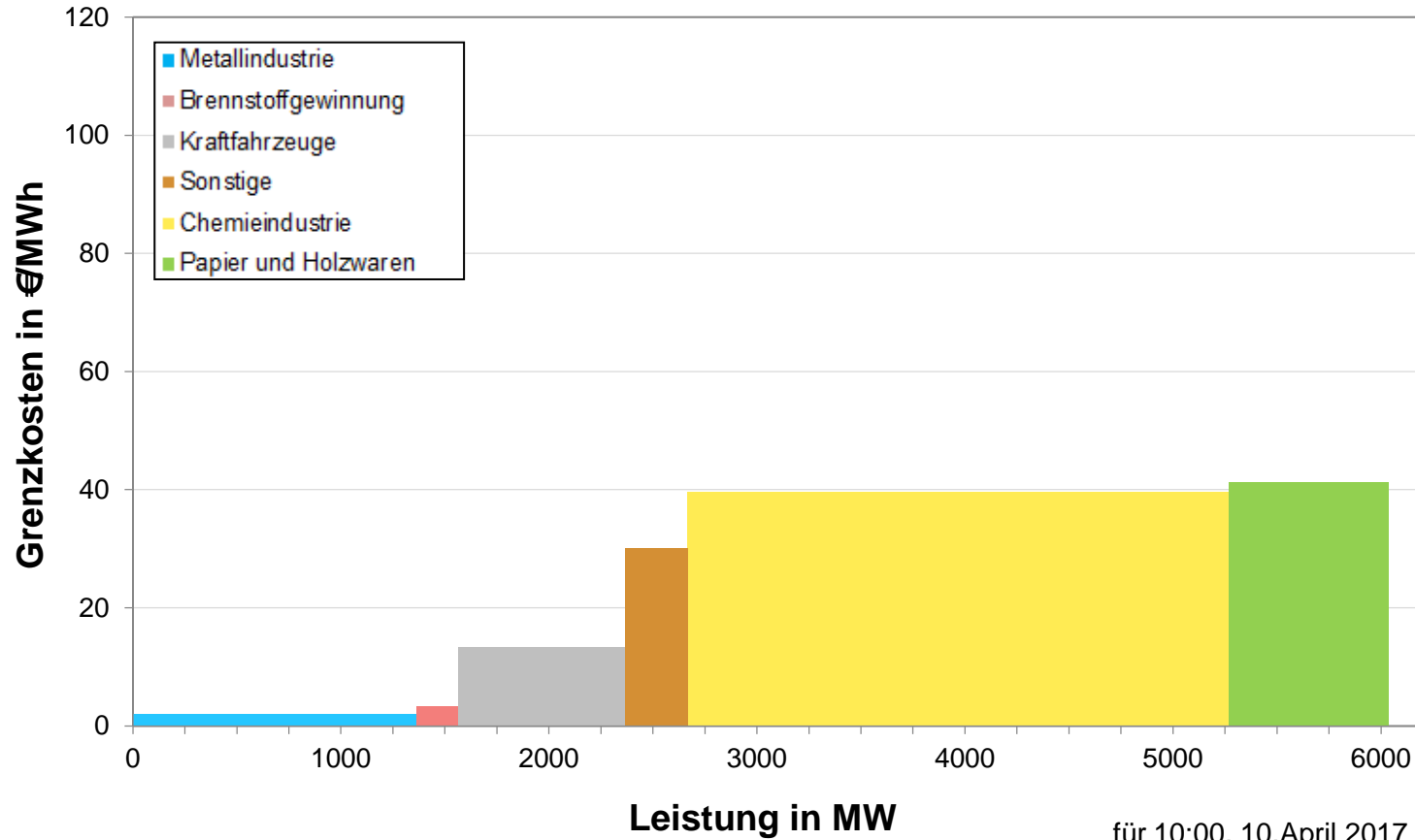
- jährlich erzeugte Elektrizitätsmenge der gesamten Industrie entspricht **9 %** der totalen jährlichen Erzeugung in Deutschland (für 2017)
- wichtigste Energieträger sind Erdgas, Koppelgase, Steinkohle und Rückstände



- Typische Beweggründe zur Eigenerzeugung sind:
  - Autonomie und Versorgungssicherheit, insbesondere bei hohen Volllaststundenzahlen
  - 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 Strommarkteteiligung

# Merit Order der Industriekraftwerke (Nachfrage)

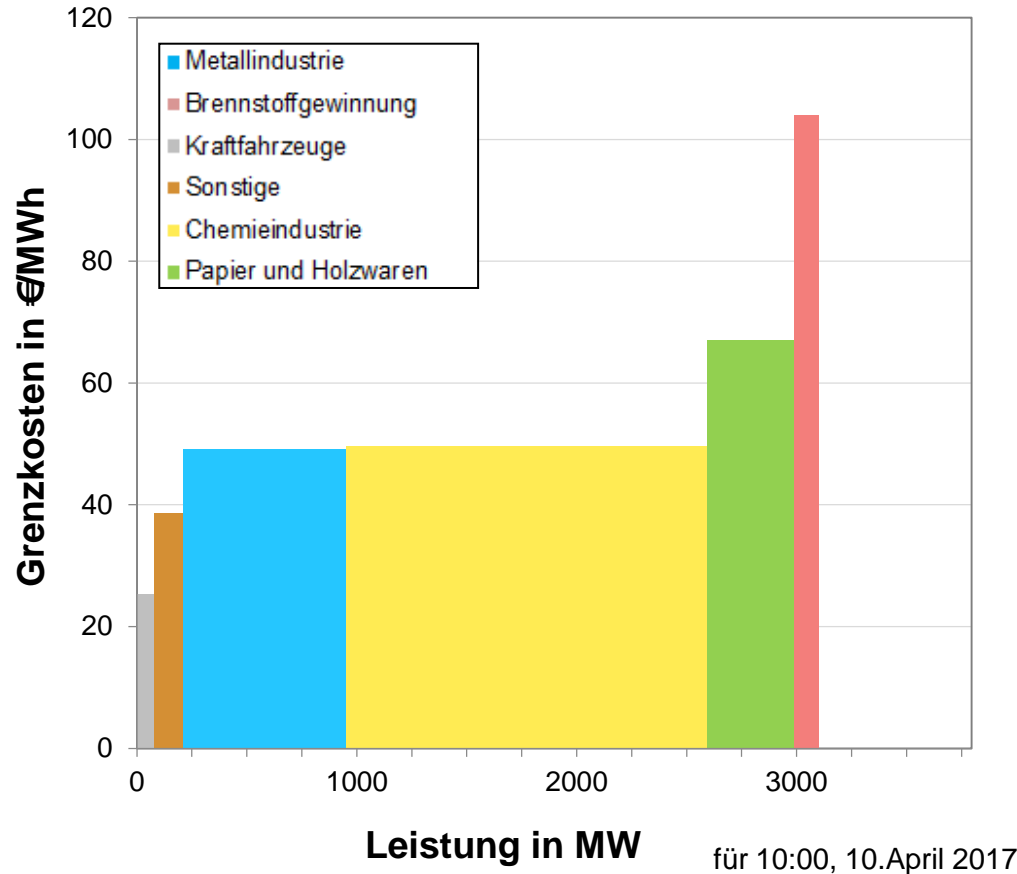


für 10:00, 10.April 2017

## Merit Order Entwicklung

- branchenspezifische Berechnung der Grenzkosten zur Eigenbedarfsdeckung inkl. KWK-Berücksichtigung
- aufsteigende Sortierung der **stundenscharfen industriellen Eigenerzeugung** nach Grenzkosten über kumulierte Leistung

# 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

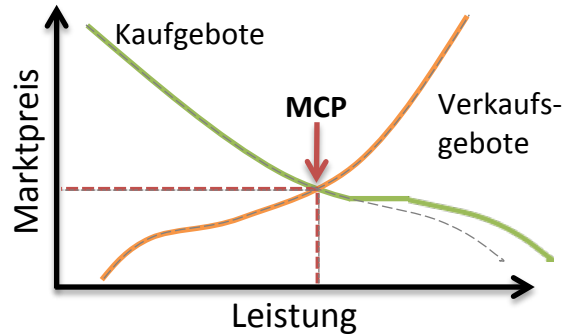
Grenzkosten zusätzlicher Kapazitäten zum Strom-Verkauf

# Marktintegration: Veränderte Kaufgebote

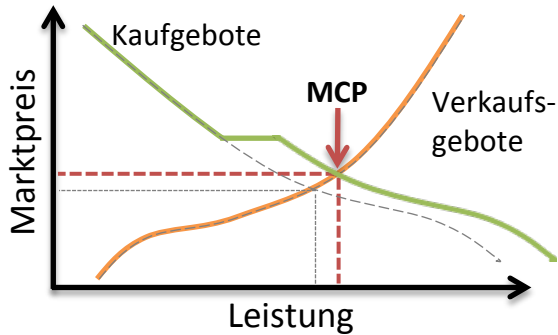


## Marktintegration

Fall 1: Marktpreis **über** Industriegrenzkosten

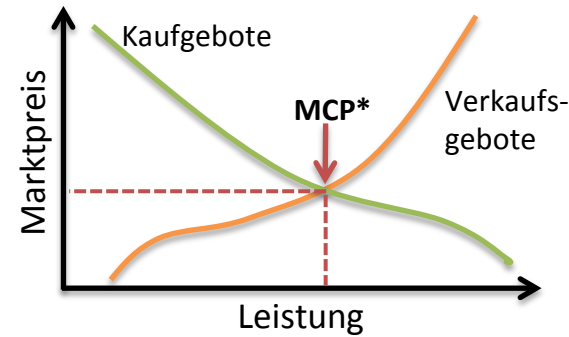


Fall 2: Marktpreis **unter** Industriegrenzkosten



VS.

## Status Quo

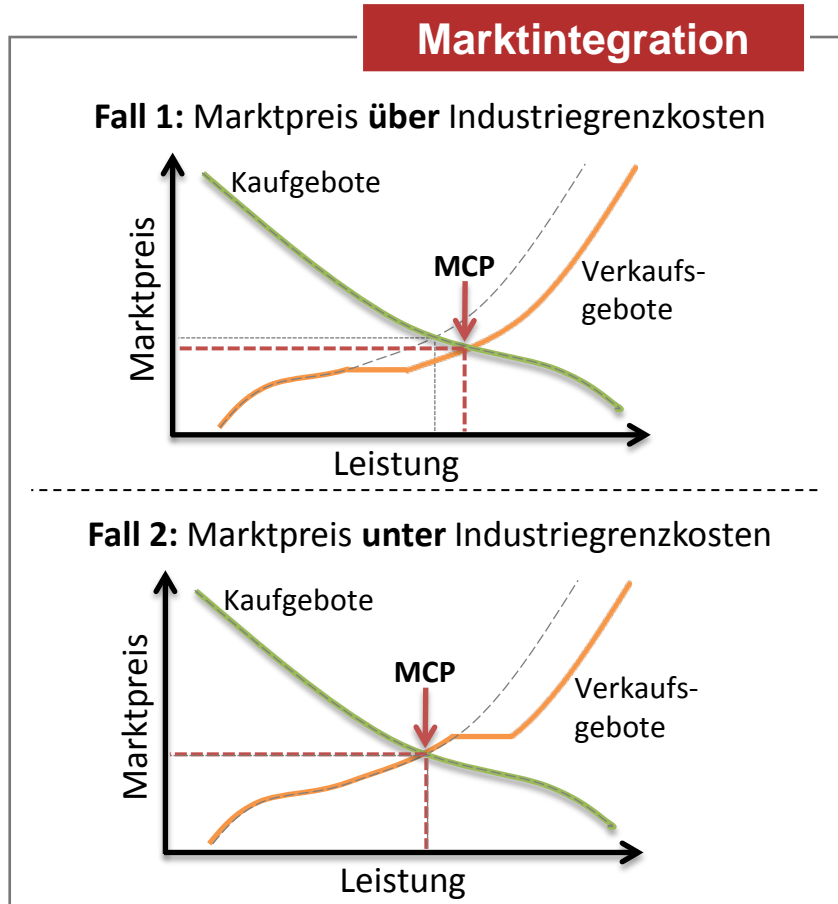
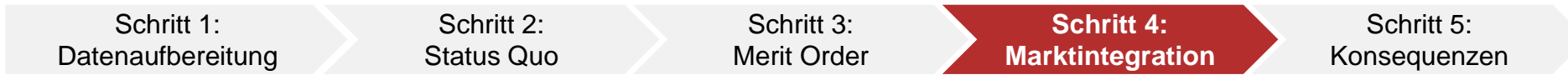


- stundenscharfe Eigenerzeugungsleistung wird als Kaufgebot (Nachfrage) integriert

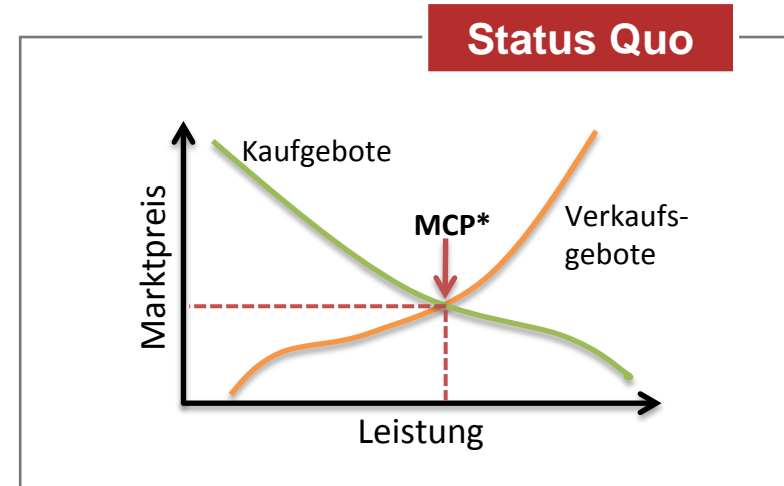
Bei niedrigem Preisniveau erhöht sich der Strommarktpreis



# Marktintegration: Veränderte Verkaufsgebote



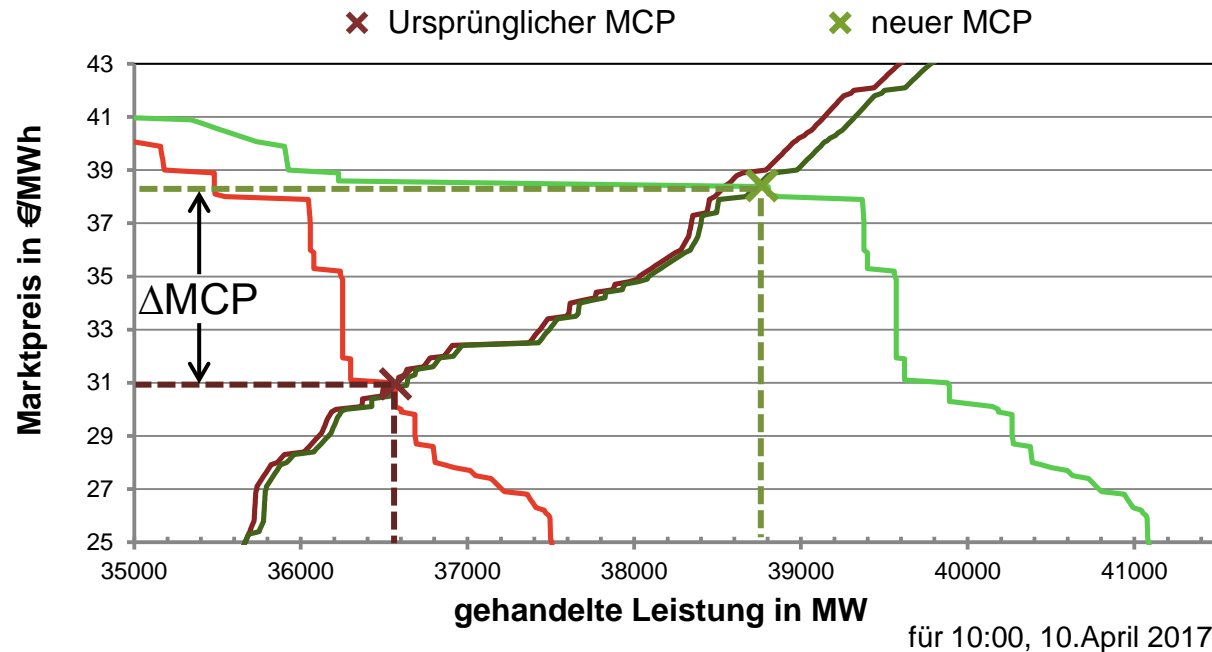
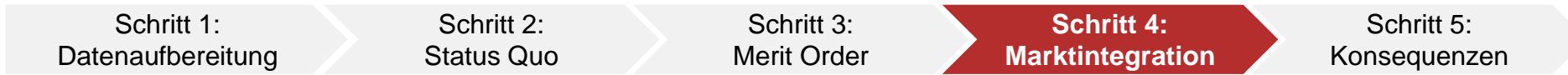
vs.



- zusätzlich verfügbare Eigenerzeugungskapazitäten werden als Verkaufsgebote (Angebot) integriert

Bei hohem Preisniveau verringert sich der Strommarktpreis

# Marktintegration: Veränderter MCP (Beispielstunde)

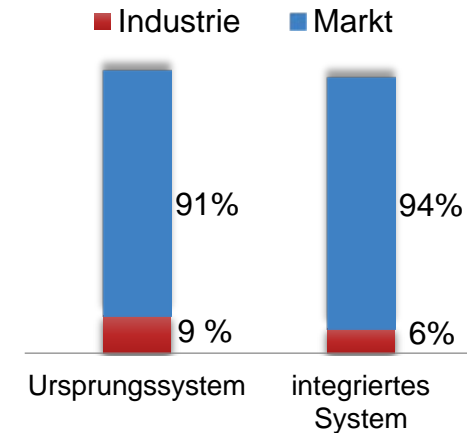
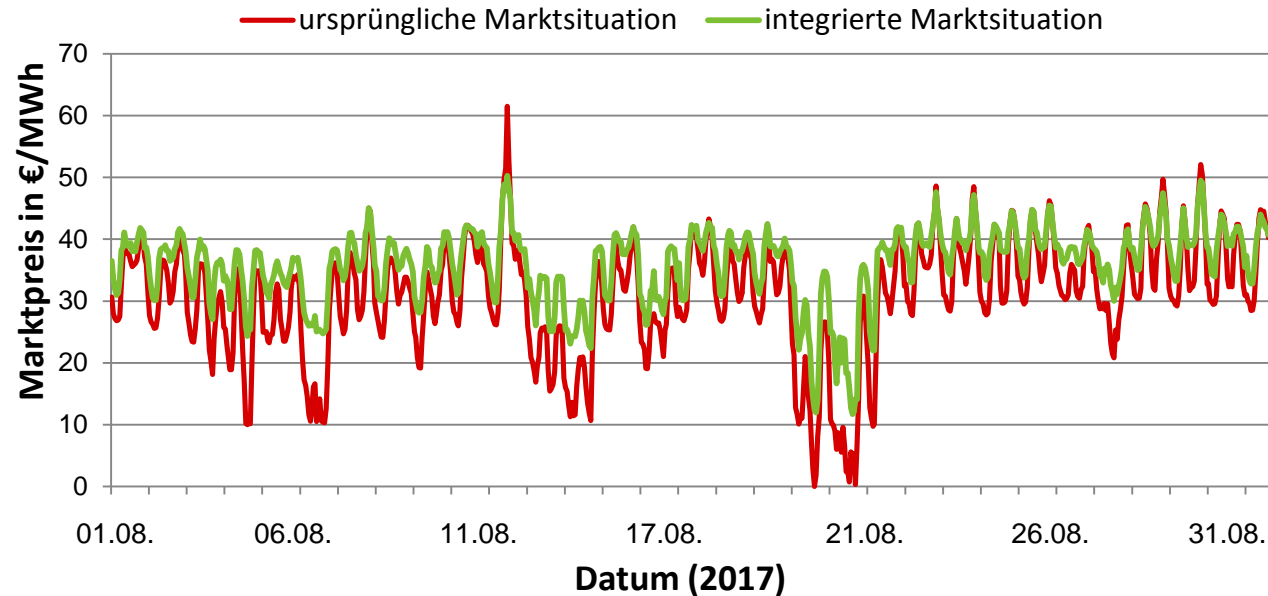


- Teile der industriellen Eigenerzeugung werden durch Strom-Ankäufe ersetzt
- zusätzlich verfügbarer industrieller Erzeugungskapazität erhöhen das Angebot
- Strom-Ankäufe der Industrie überwiegen im Vergleich zu zusätzlich verfügbaren industriellen Kapazitäten

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

MCP ändert sich bei Marktintegration abhängig vom Preisniveau

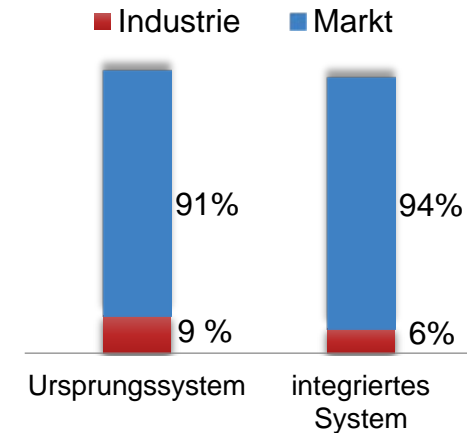
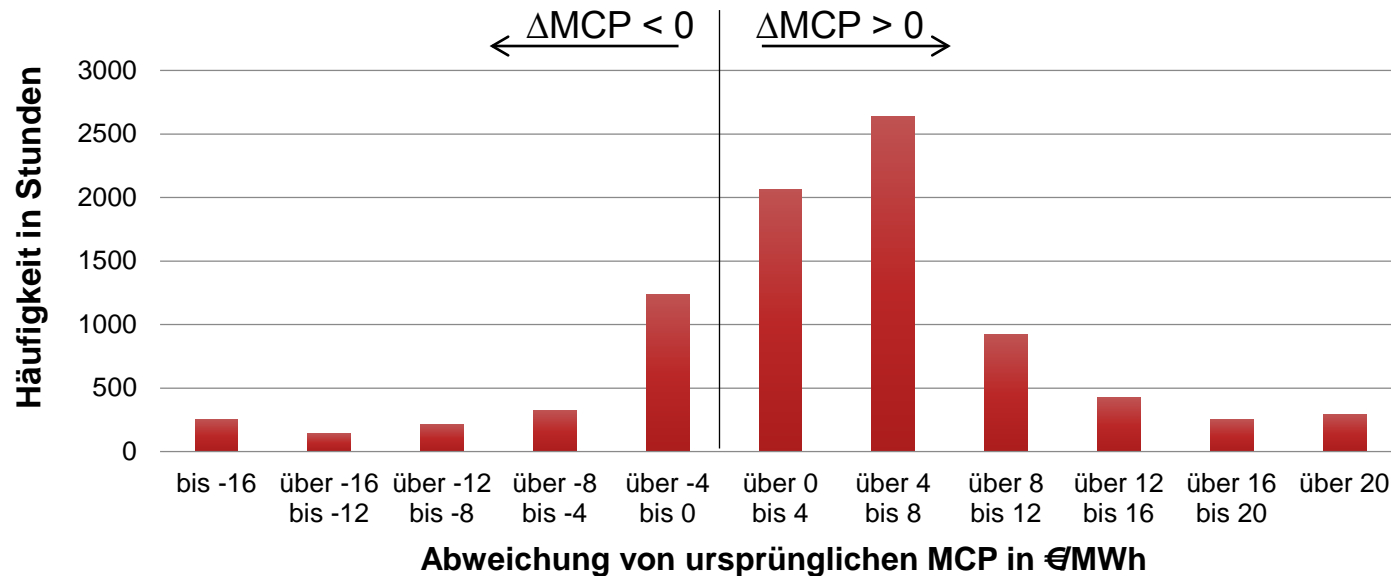
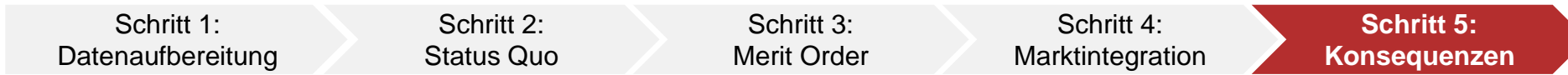
# Konsequenzen: Preisentwicklung (2017)



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

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

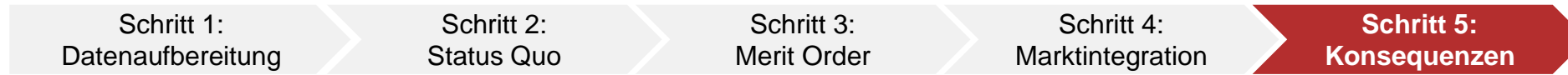
# Konsequenzen: Preisentwicklung (2017)



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

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

Veränderungen (2017)	$\Delta W_{el}$	$\Delta K_{var}$
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. €
<b>Total</b>	<b>0 GWh</b>	<b>-345 Mio. €</b>

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

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>CO2</sub>
Zusätzliche Emissionen der alternativen Industriewärme	+4.420 kt <sub>CO2</sub>
Zusätzliche Emissionen der Industriekraftwerke	+2.764 kt <sub>CO2</sub>
Zusätzliche Emissionen weiterer Marktteilnehmer	+6.677 kt <sub>CO2</sub>
<b>Total</b>	<b>+3.081 kt<sub>CO2</sub></b>

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

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

### Gesamtsystem

## Status Quo

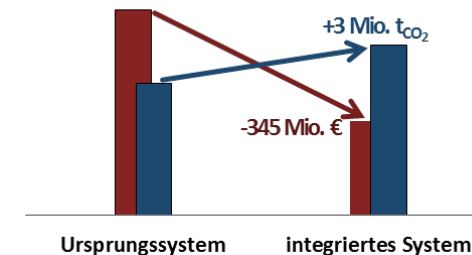
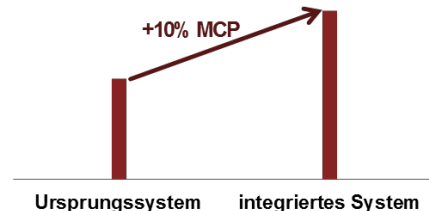
- industrielle Eigenversorgung garantiert  
Kostenstabilität unabhängig vom Strompreis

- separate industrielle Eigenerzeugung auch bei hohem Anteil erneuerbarer Energien

## Markt- integration

- **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

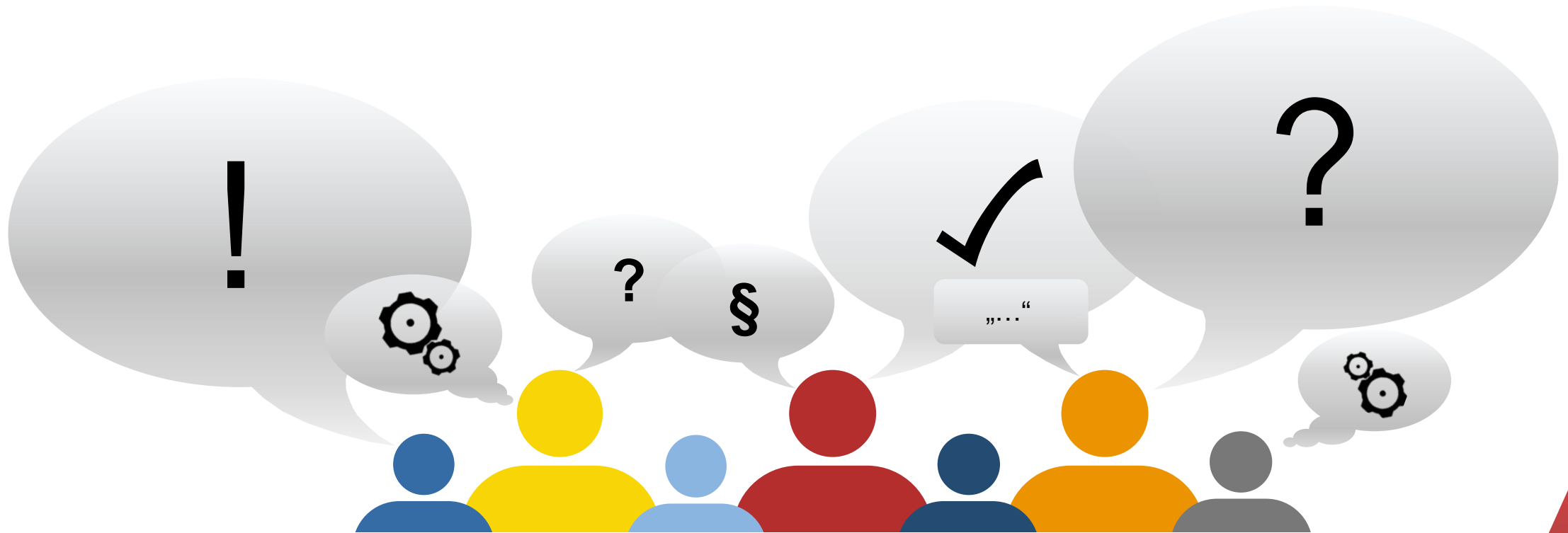
- **variable Erzeugungskosten werden insgesamt reduziert (345 Mio. € Einsparung)**
- 35% der industriellen Eigenerzeugung wird durch effiziente Strom-Ankäufe ersetzt
- **CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen insgesamt an**
- separate Erzeugung von Wärme und Strom anstelle von KWK-Anlagen erhöht Emissionen



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](mailto: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](mailto: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](mailto: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](https://twitter.com/FfE_Muenchen)