

Industrie-KWK

Berlin, 05. 06. 2018

CLEARINGSTELLE

EEG
KWKG

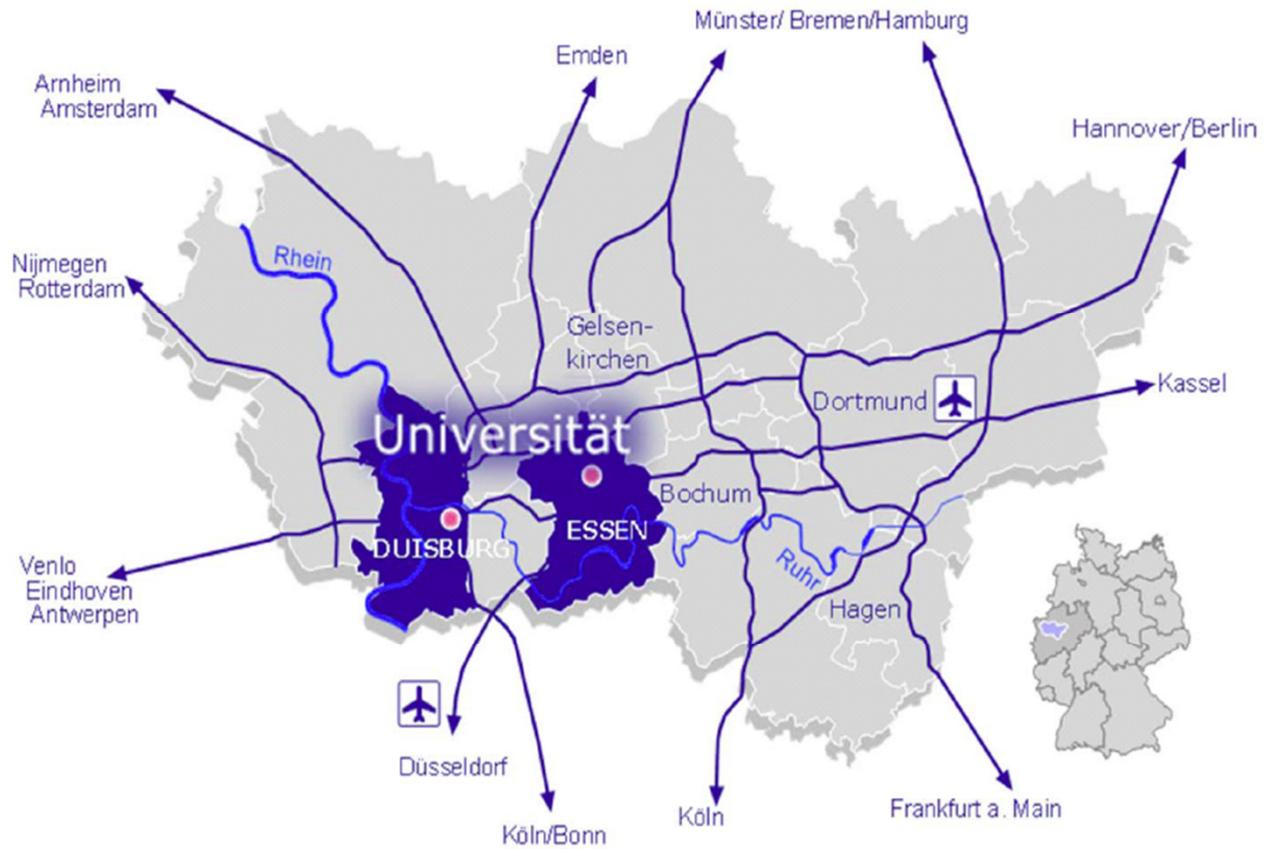
30. Fachgespräch der
Clearingstelle EEG/KWKG

Othmar Verheyen

Dipl.-Phys.Ing.

Agenda

- Einführung
- Technik der Industrie-KWK
- Ist-Situation - KWKG
- Potenzial
- Hemmnisse / Studie
- Wirtschaftlichkeit
- Optionen
- Fazit



ZWEIMAL PRÄSENT IM RUHRGEBIET

ca. 42.687 Studierende

ca. 5.800 MitarbeiterInnen

davon 478 Professoren

Folie 3



Fakultät für Ingenieurwissenschaften - Maschinenbau

Lehrstuhl Energietechnik

Prof. Dr. rer. nat. Angelika Heinzl

Forschungsschwerpunkte

- **Energie-Wandlung (Brennstoffzellensysteme)**
- **Energie-Verteilung (Nah- und Fernwärmenetze)**
- **Energie-Speicherung (Li-Ionen Batterie, Zink-Luft Batterie)**
- **Energie-Nutzung (Kraft-Wärme-Kopplung)**

Tätigkeiten

- **Entwicklung und Test von Materialien und Komponenten**
- **Systemsimulationen**
- **Energetische Ist-Analysen**
- **Machbarkeitsstudien und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen nach VDI 2067**
- **Durchführung des jährlichen *Duisburger KWK-Symposiums***



Folie 4

ZBT - Kurzportrait



The fuel cell research center:

- Research and development of fuel cells, hydrogen and battery technology
- Focus on industry demand
- Independent service provider and R&D partner (part of research organization JRF)
- 90 full time employees plus students

Infrastructure:

- 1200 m² laboratory
- 4 confidential laboratories with 220 m²
- Flexible testbenches with advanced measurement and analytics
- 3 climatic chambers incl. vibration testing
- 120 m² injection molding / compound laboratory
- Prototype production line

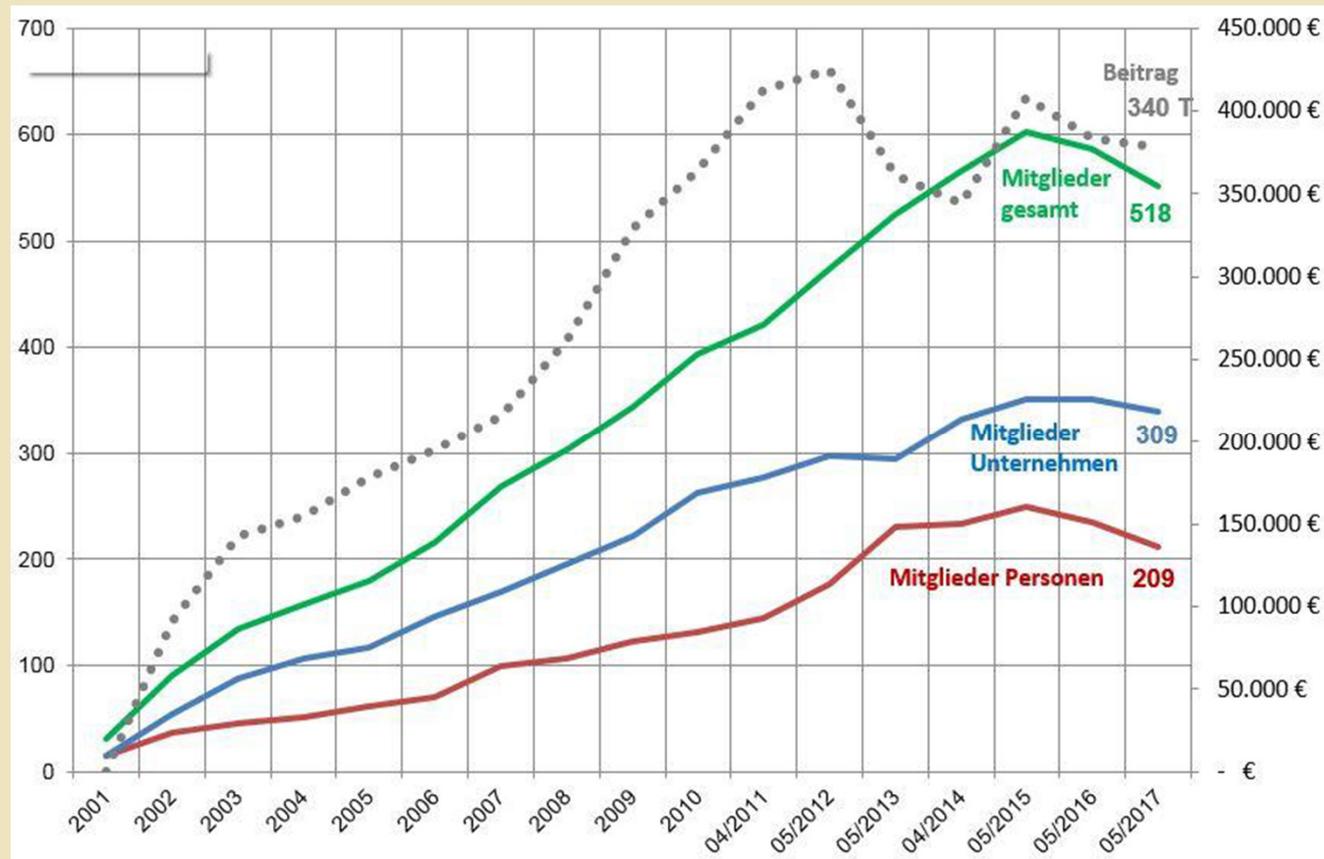


Folie 5



Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung e.V.

Gründung des B.KWK am 22.01.2001 - 33 Gründungsmitglieder



Grundsatz AG - AK Technik und Wirtschaft

Seit Okt. 2007: Projektgruppe „Industrie-KWK“

Seit März 2009: Projektgruppe „Klein-BHKW in der Gebäudetechnik“

Begründung für die Energiewende:

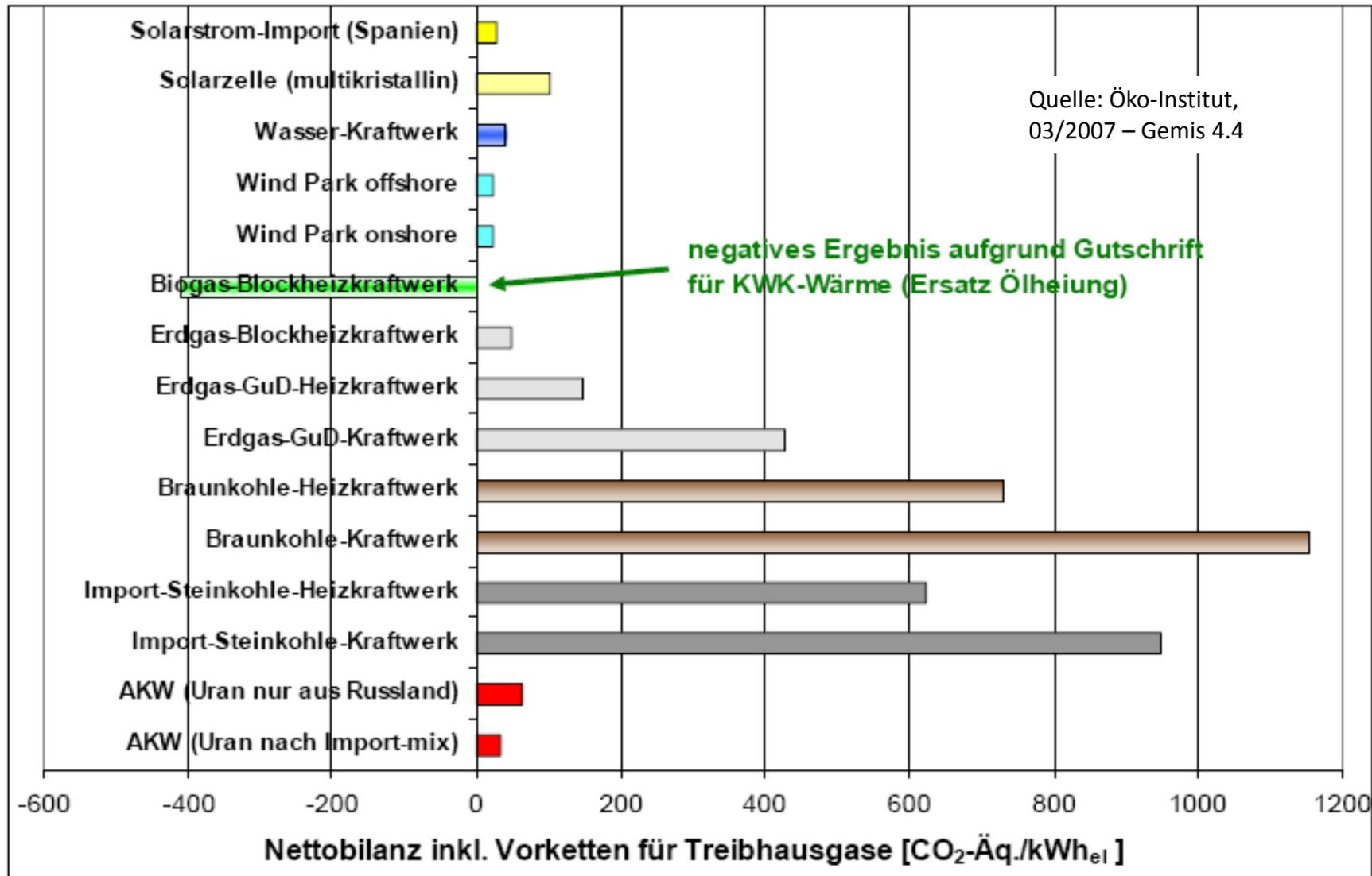
- **Unbeherrschbare Gefahren durch die Nutzung der Kernenergie**
- **Klimawandel durch Nutzung von fossilen Brennstoffen**



Transformationsprozess von fossilen
zu erneuerbaren Energien –
zukünftige Rolle der KWK

Folie 7

Treibhausgasemissionen von Stromerzeugungsoptionen

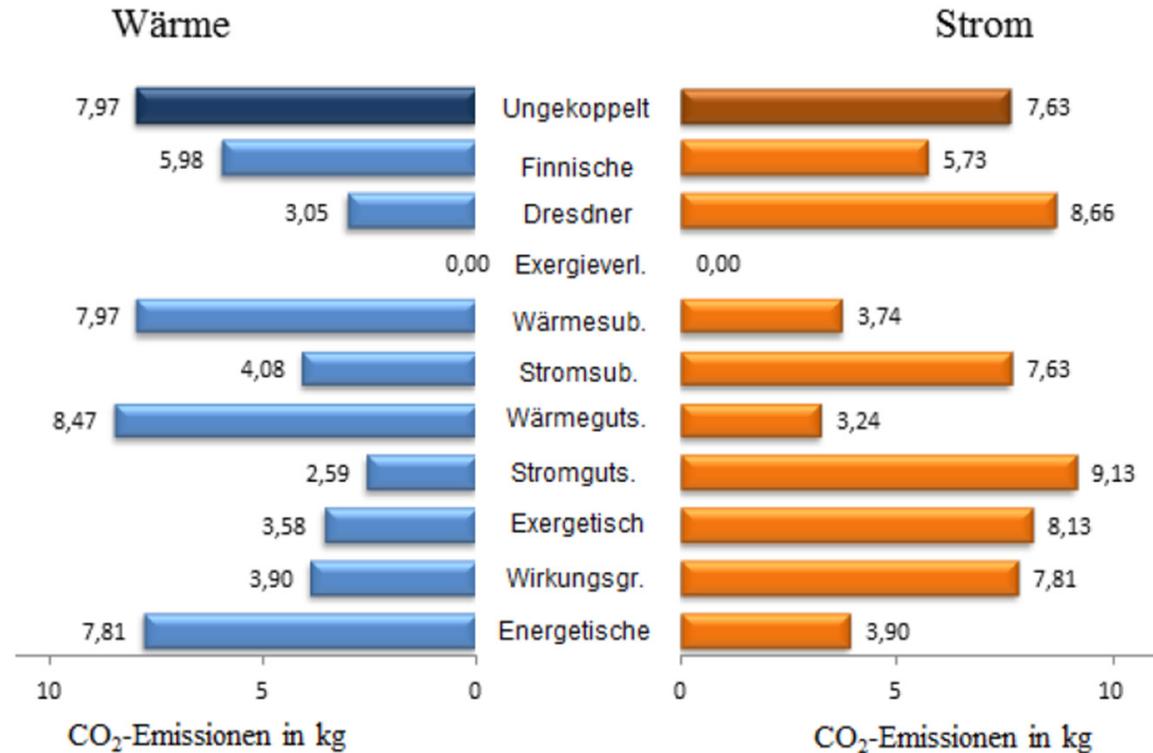


Folie 8

Allokationsmethoden CO₂-Emission

Einige Eingangsparameter:

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Stromkennzahl (15/30 kW) | 0,5 |
| KWK-Wirkungsgrad ges. | 0,92 |
| CO ₂ -Faktor Gas (kg/kWh) | 0,239 |
| Wirkungsgrad Ref.KW | 0,46 |
| Wirkungsgrad Wärmeerz. | 0,9 |



| | |
|---|----------|
| Gesamte KWK-CO ₂ -Emissionen | 11,71 kg |
|---|----------|

CO₂-Einsparung hier: 25 %

| | |
|---------------------------------|----------|
| Gesamte ungekoppelte Emissionen | 15,59 kg |
|---------------------------------|----------|

Abhängig von:

- Qualität KWK-Anlage,
- Qualität Referenzerzeugung,
- Temperaturniveau Wärmenutzung,
- (Brennstoff), u.a.

| | |
|----------------------------------|---------|
| Emissionseinsparung in Kilogramm | 3,88 kg |
|----------------------------------|---------|

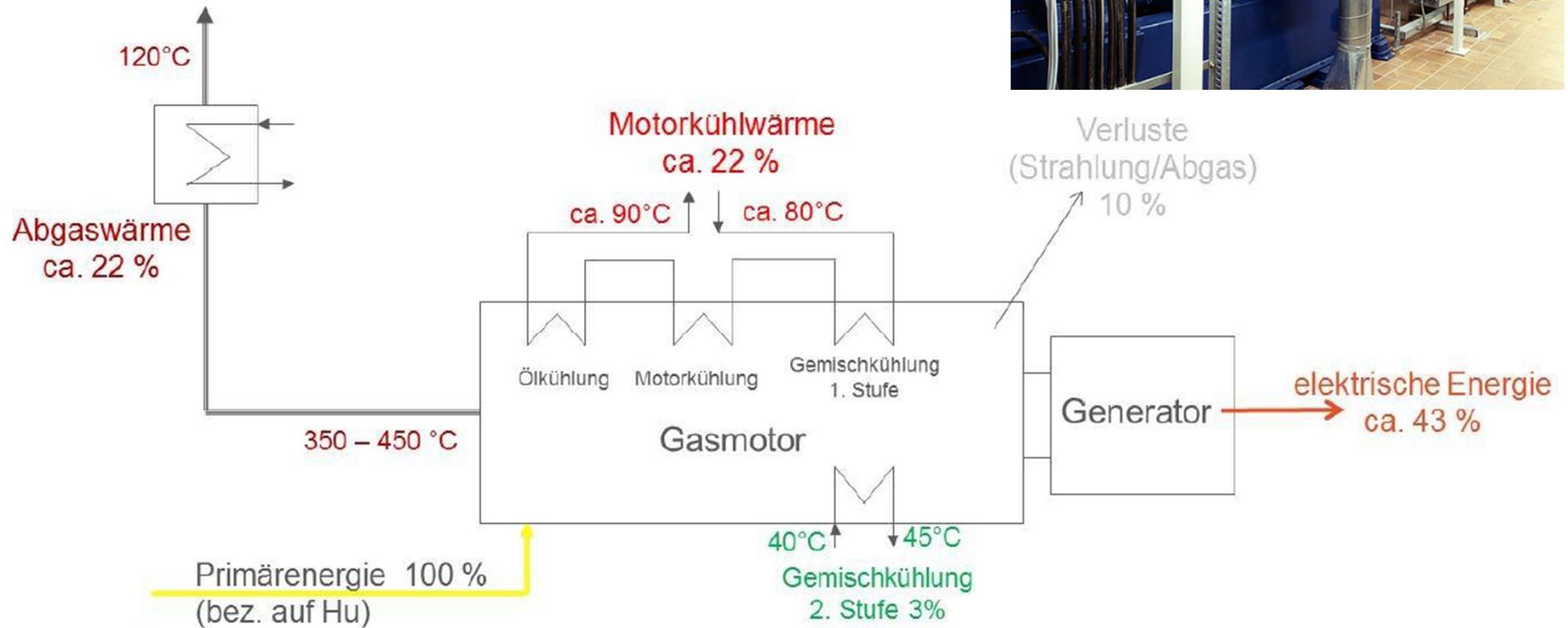
| | |
|---------------------------------|--------|
| Prozentuale Emissionseinsparung | 24,9 % |
|---------------------------------|--------|

Folie 9

Agenda

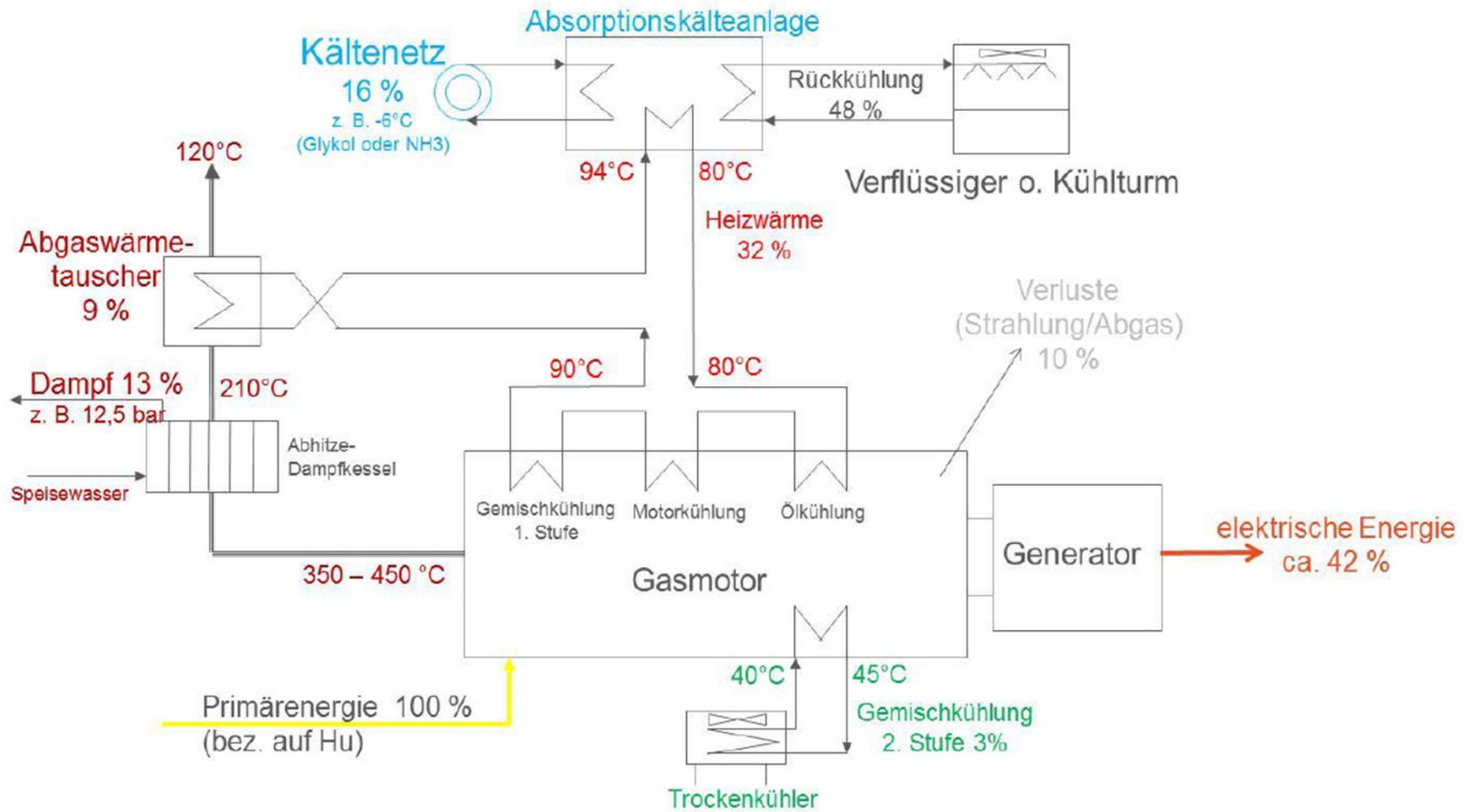
- Einführung
- **Technik der Industrie-KWK**
- Ist-Situation - KWKG
- Potenzial
- Hemmnisse / Studie
- Wirtschaftlichkeit
- Optionen
- Fazit

Motor-KWK-Anlage



Quelle: AGO Energie + Anlagen Kulmbach

Motor-KWK-Anlage mit Dampf- und Kälteerzeugung



Quelle: AGO Energie + Anlagen Kulmbach

Folie 12

BHKW-Kenndaten 2014/2015

Module, Anbieter, Kosten



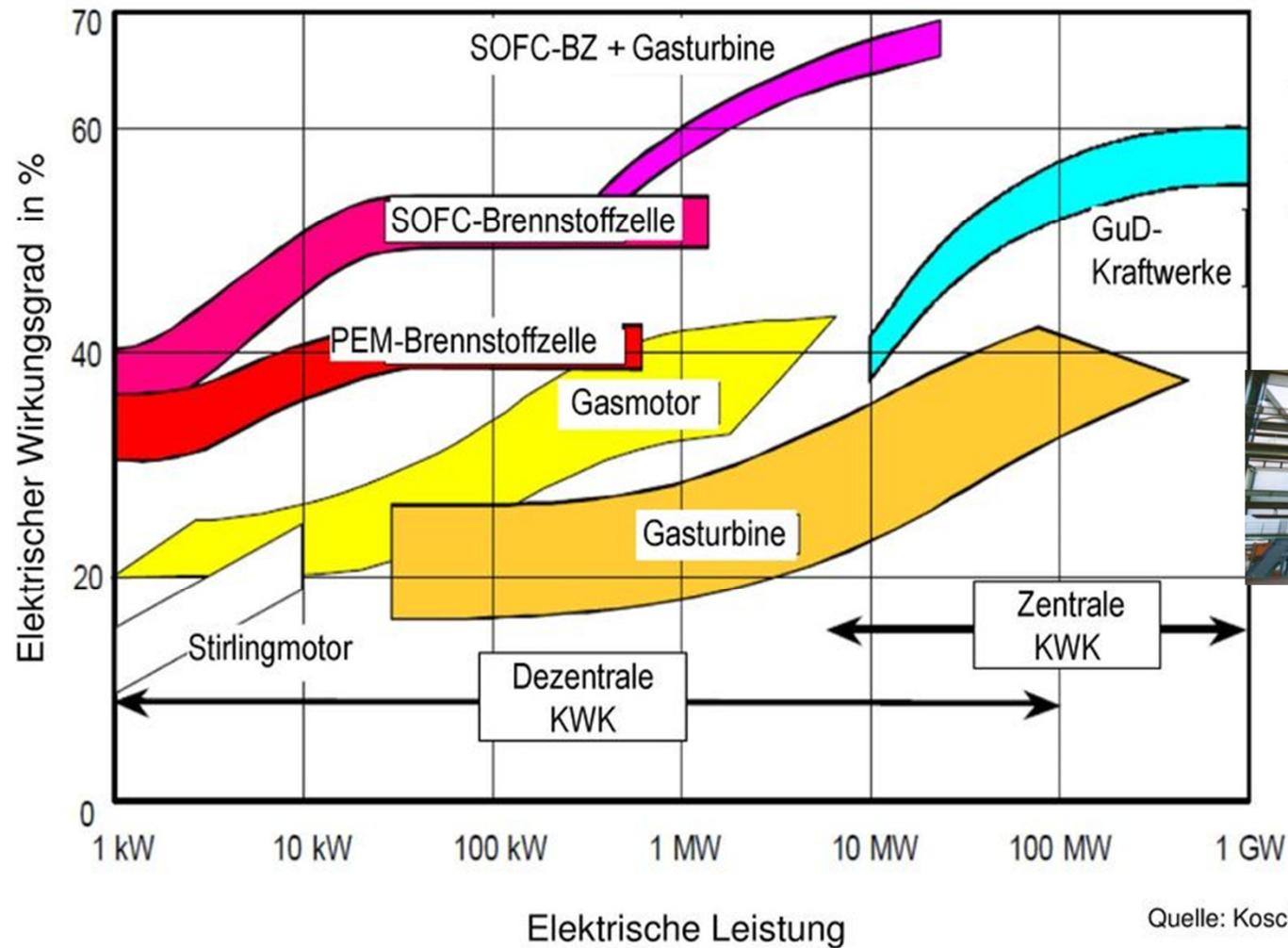
Gasturbinen-Kenndaten und -Referenzen

LESEPROBE



Folie 13

KWK-Technologien - Leistung, Wirkungsgrad



Elektrischer Wirkungsgrad steigt mit zunehmender Geräteleistung



Quelle: Koschowitz / e.on Ruhrgas

Folie 14

Betriebsweisen KWK-Anlagen (BHKW)

- keine Definition -

1. wärmegeführt

KWK-Anlage läuft bei vorhandener Wärmelast, Pufferspeicher dient i.W. der Laufzeitoptimierung, kein Notkühler vorhanden.

2. stromgeführt

Notstromaggr; Maximierung der Stromproduktion (EEG-Anlagen);
Erzeugung für ein Strombeschaffungsportfolio (Entnahme-Kond.),
Überschusswärme wird über Kühler abgegeben.

3. stromorientiert

- Erste Steuerungsgröße bleibt der Wärmebedarf,
- größerer, therm. Speicher erlaubt Trennung der Produkte Strom und Wärme
- Kein Wärmeabgabe über Notkühler!

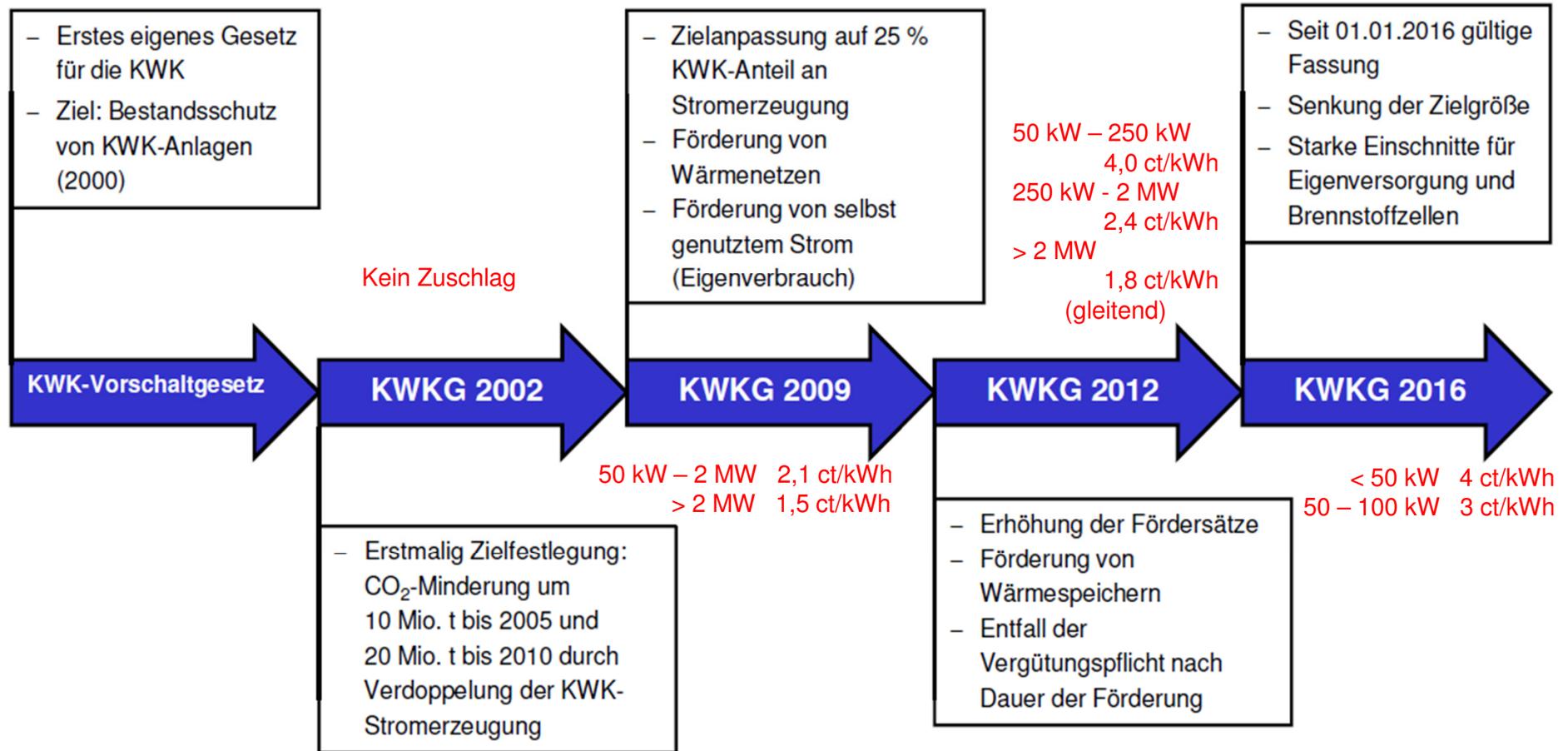
eigenstromoptimiert (Betrieb möglichst bei hoher Stromlast des Objekts)

strommarktorientiert (Stromeinspeisung bei höheren EEX-Preisen)

Agenda

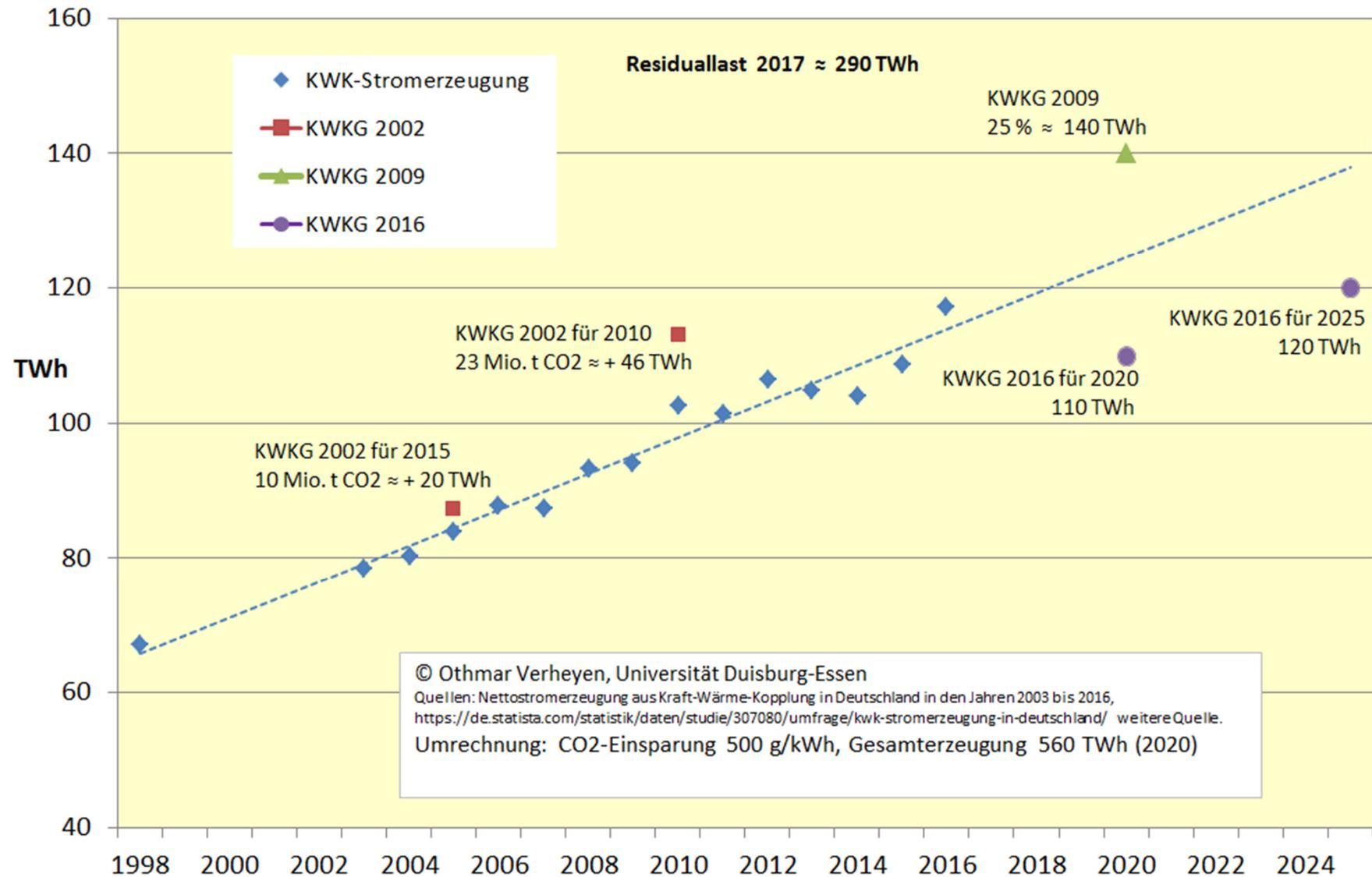
- Einführung
- Technik der Industrie-KWK
- **Ist-Situation - KWKG**
- Potenzial
- Hemmnisse / Studie
- Wirtschaftlichkeit
- Optionen
- Fazit

Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG)



Zuschlag für KWK-Strom, der nicht in ein Netz der allgemeinen Versorgung eingespeist wird

KWK-Stromerzeugung und Ausbauziele nach KWKG 2002, 2009 und 2016



Zuschlagszahlungen nach KWKG 2016 (§ 7)

| Zahlungen für die jeweiligen Leistungsanteile | <50 kW _{el} | 51 – 100 kW _{el} | 101 – 250 kW _{el} | 251 – 2.000 kW _{el} | >2.000 kW _{el} |
|---|--|---------------------------|----------------------------|---|-------------------------|
| Netzeinspeisung (§7 I+II) | 8 ct/kWh | 6 ct/kWh | 5 ct/kWh | 4,4 ct/kWh | 3,1 ct/kWh |
| Bonuszahlung, bei Verdrängung einer Kohleanlage: +0,6 ct/kWh | | | | | |
| Nicht-Netzeinspeisung (Eigenverbrauch o.ä.) (§7 III 1) | 4 ct/kWh | 3 ct/kWh | – | – | – |
| Einspeisung in Kundenanlagen o. ä. (Contracting) (§7 III 2)* | 4 ct/kWh | 3 ct/kWh | 2 ct/kWh | 1,5 ct/kWh | 1 ct/kWh |
| Eigenverbrauch in stromkostenintensiven Unternehmen (§7 III 3) | 5,41 ct/kWh | 4 ct/kWh | 4 ct/kWh | 2,4 ct/kWh | 1,8 ct/kWh |
| Eigenverbrauch in Unternehmen einer Branche nach Anlage 4 EEG (§7 IV) | Wird noch mittels Verordnung festgelegt | | | | |
| Anlagen im Emissionshandel (§7 V) | Bonuszahlung: +0,3 ct/kWh | | | | |
| Anlagen <2 kW _{el} (§9) | Optional: Pauschalierte Vorabauszahlung der KWK-Zuschläge für 60.000 Vollbenutzungsstunden zu 4 ct/kWh | | | | |
| Bestandsanlagen >2 MW _{el} (§13) | Voraussetzung: Allgemeine Versorgung, hocheffizient, gasförmige Brennstoffe, nicht durch KWKG oder EEG gefördert | | Zuschlag: 1,5 ct/kWh | Dauer: 16.000 Vollbenutzungsstunden – verringert sich jährlich um 4.000 Stunden | |
| Beachtung der Börsenstrompreise (§7 VIII) | Keine Zuschlagszahlungen in Stunden mit negativen Börsenstrompreisen! | | | | |

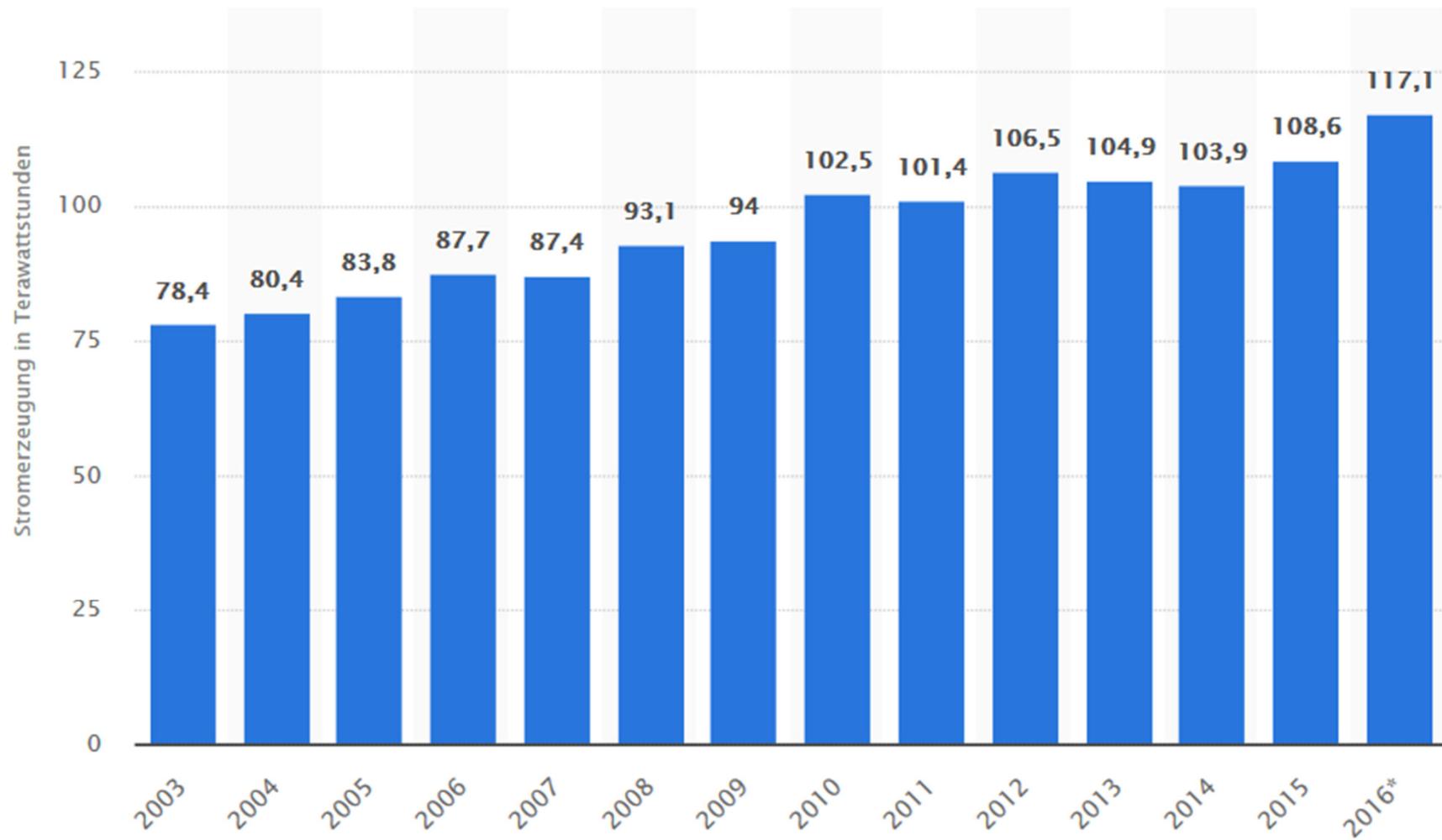
*Wenn die volle EEG-Umlage gezahlt wird

Quelle: ASUE, KWKG 2016 in Zahlen

Durchschnittlicher, mengengewichteter Zuschlagswert der 1. Ausschreibung (1 – 50 MW, 2017) beträgt **4,05 ct/kWh**

Folie 19

KWK-Nettostromerzeugung 2003 - 2016



KWK-Nettostromerzeugung 2005 - 2013

| | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Nettostromerzeugung | 582 | 597 | 599 | 599 | 558 | 591 | 574 | 591 | 595 |
| KWK-Nettostromerzeugung | 82,4 | 86,9 | 86,5 | 89,2 | 89,2 | 97,0 | 94,1 | 95,1 | 96,4 |
| Allgemeine Versorgung | 51,5 | 54,0 | 51,9 | 53,8 | 50,5 | 53,3 | 50,9 | 51,1 | 49,7 |
| Steinkohlen | 13,7 | 12,4 | 11,1 | 11,2 | 11,6 | 13,3 | 12,1 | 12,8 | 13,7 |
| Braunkohlen | 3,8 | 3,7 | 3,7 | 3,8 | 3,7 | 4,2 | 4 | 4,2 | 4,5 |
| Mineralöl | 0,7 | 0,3 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,1 |
| Gas | 31,4 | 35,1 | 34,1 | 35,3 | 31,2 | 31,5 | 30 | 28,9 | 25,8 |
| Erneuerbare | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,3 | 1,5 | 1,7 | 2,2 |
| Sonstige | 1,6 | 2,1 | 2,3 | 2,5 | 2,6 | 2,8 | 2,9 | 3,3 | 3,4 |
| Industrielle KWK-Erzeugung | 25,6 | 25,8 | 25,8 | 25,7 | 26,6 | 29,8 | 28,4 | 28,3 | 29,7 |
| KWK-Anlagen unter 1 MWel | 2,1 | 2,2 | 2,4 | 2,7 | 2,9 | 3,3 | 3,8 | 4,5 | 4,9 |
| Biogene KWK* | 3,2 | 4,9 | 6,4 | 7,0 | 9,2 | 10,6 | 10,9 | 11,2 | 12,0 |
| Anteil KWK in % (bezogen auf die Nettoerzeugung) | 14,2% | 14,5% | 14,4% | 14,9% | 16,0% | 16,4% | 16,4% | 16,1% | 16,2% |
| *Biogene Anlagen, die nicht in der Statistik der Allgemeinen Versorgung oder Industrie enthalten sind | | | | | | | | | |

Quelle: Stabu 2014, Monatsberichte E-Versorgung 2014, Öko-Institut 2014

aus: Prognos-Studie, 01. Oktober 2014,
Tab. 47, S. 159

Anteil Industrie KWK 31,1 % (2005), 30,8 % (2013)

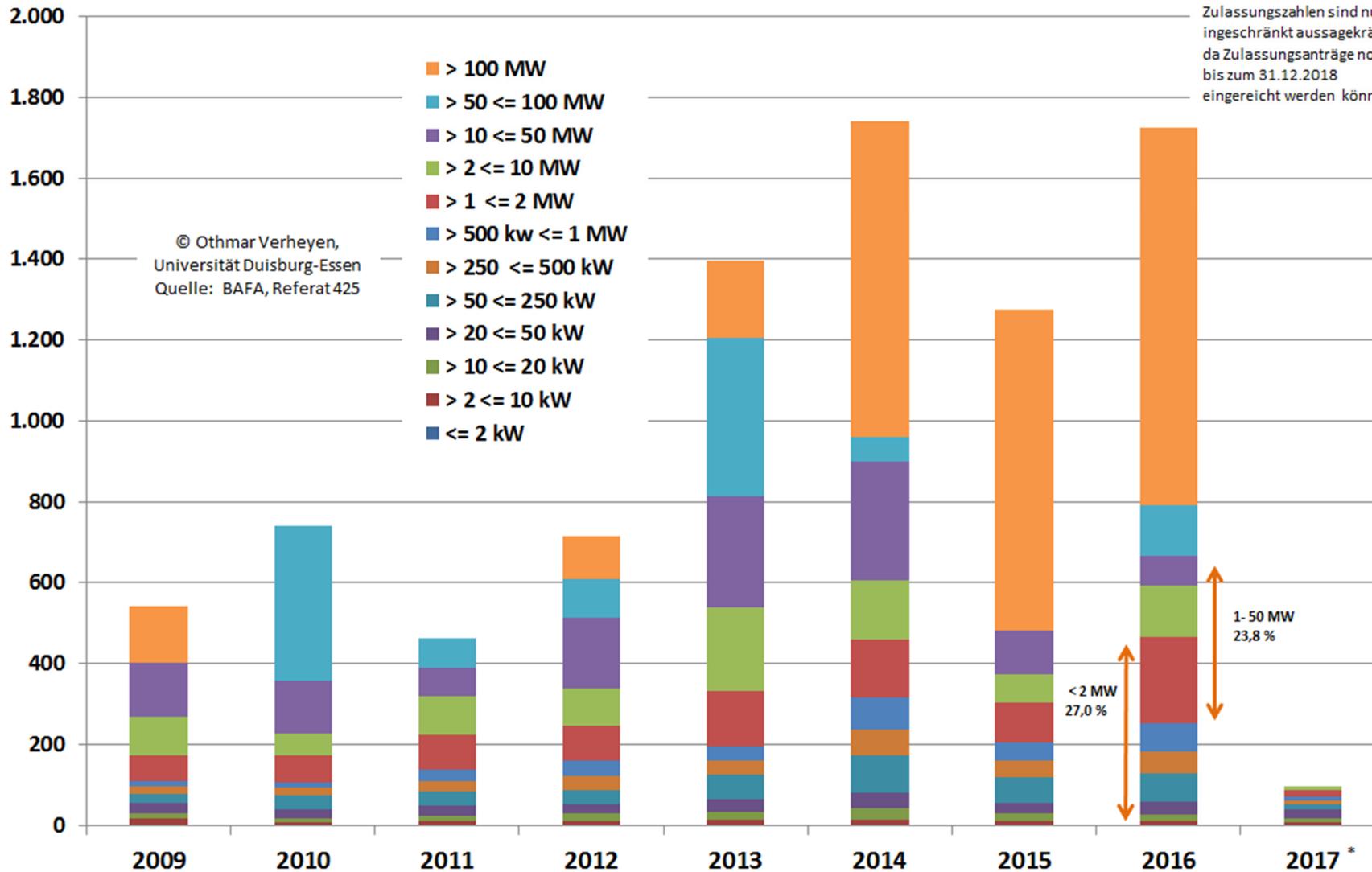
Folie 21

Entwicklung des KWK-Ausbaus in Deutschland (MW pro Jahr)

MW

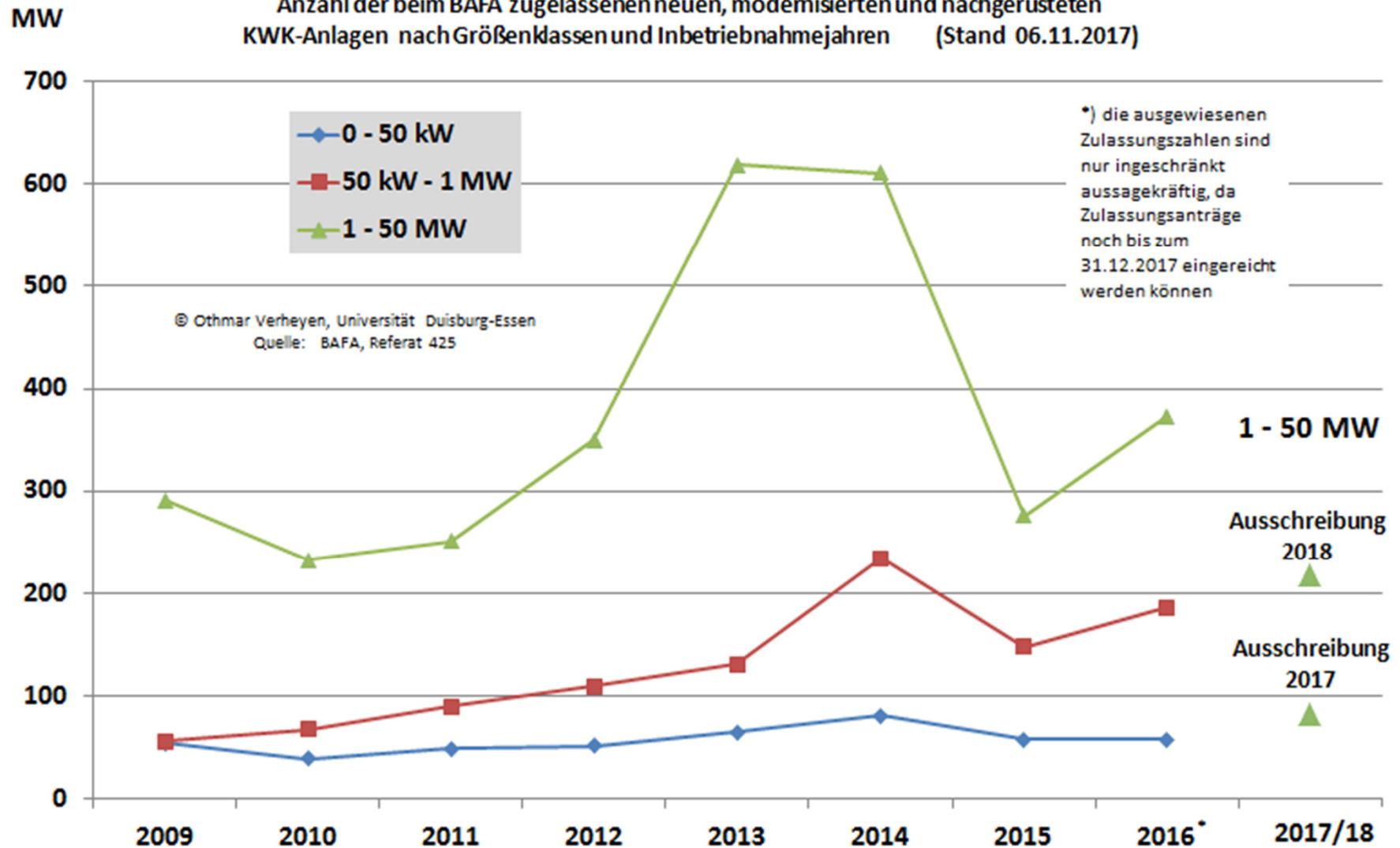
Anzahl der beim BAFA zugelassenen neuen, modernisierten und nachgerüsteten KWK-Anlagen nach Größenklassen und Inbetriebnahmejahren (Stand 26.02.2018)

*) die ausgewiesenen Zulassungszahlen sind nur eingeschränkt aussagekräftig da Zulassungsanträge noch bis zum 31.12.2018 eingereicht werden können



Entwicklung des KWK-Ausbaus in Deutschland (MW pro Jahr)

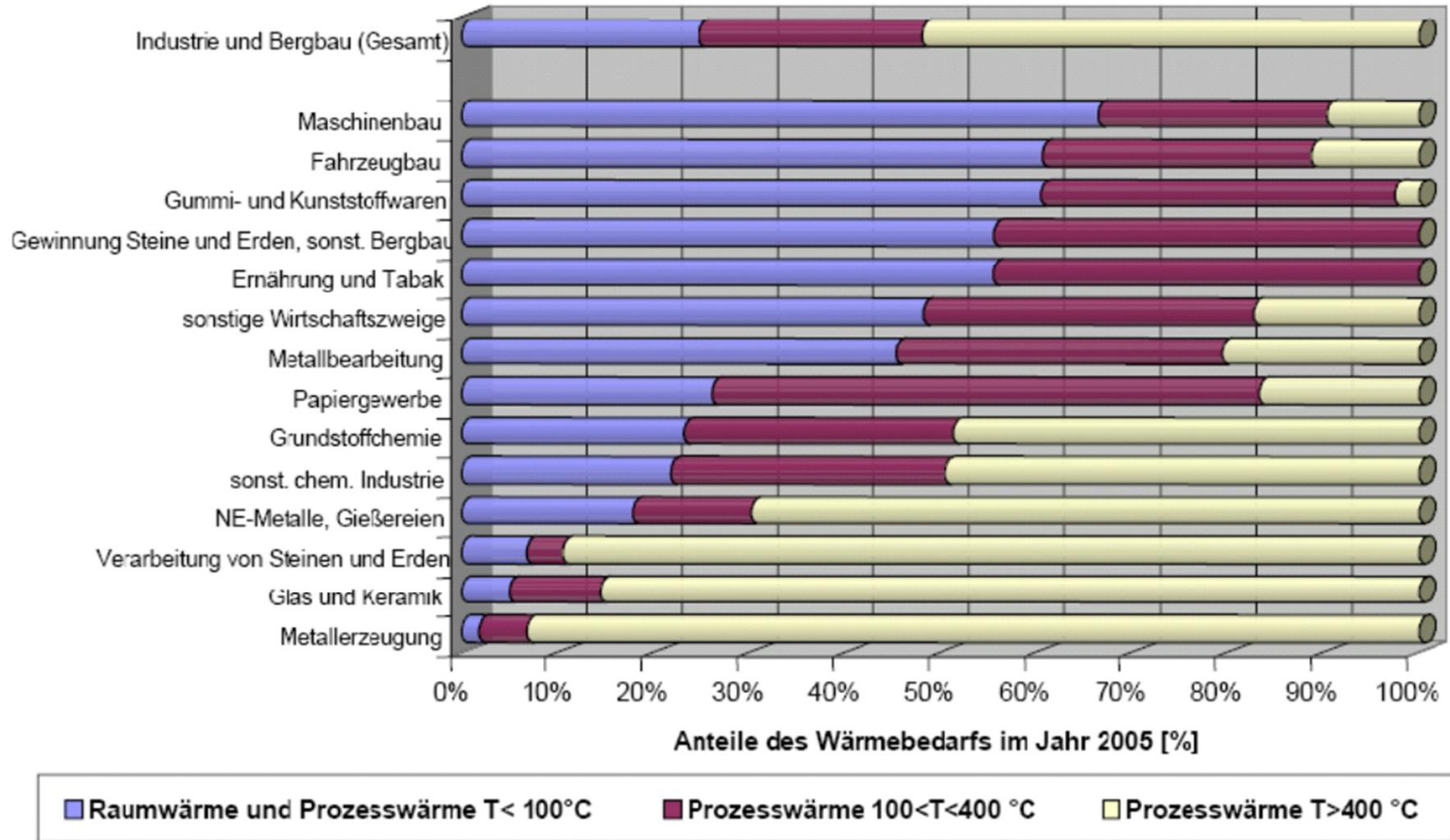
Anzahl der beim BAFA zugelassenen neuen, modernisierten und nachgerüsteten KWK-Anlagen nach Größenklassen und Inbetriebnahmejahren (Stand 06.11.2017)



Agenda

- Einführung
- Technik der Industrie-KWK
- Ist-Situation - KWKG
- **Potenzial**
- Hemmnisse / Studie
- Wirtschaftlichkeit
- Optionen
- Fazit

Wärmebedarf in der Industrie und KWK-Potenzial



Quelle: FhG-ISI, 1999.

Potenziale der Wärme- und Stromerzeugung mittels KWK-Anlagen

| Industriesektoren | | KWK-Erzeugungspotenziale in GWh/a | | | | | Jährliche Wachstumsraten | |
|-------------------|---|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|-------------|
| | | 2012 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | 2012 - 2030 | 2012 - 2050 |
| Wärme | Industriesektoren mit stagnierender KWK-Erzeugung ¹⁾ | 51.738 | 57.200 | 57.600 | 56.100 | 53.000 | 0,6% | 0,1% |
| | Industriesektoren mit ansteigender KWK-Erzeugung ²⁾ | 17.452 | 25.200 | 30.330 | 35.040 | 38.050 | 3,1% | 2,1% |
| | Industrie insgesamt ³⁾ | 69.190 | 82.400 | 87.930 | 91.140 | 91.050 | 1,3% | 0,7% |
| | Nicht ausgewiesene Differenz zu Statistiken ⁴⁾ | 14.935 | 16.614 | 18.980 | 19.673 | 19.653 | | |
| | Gesamtpotenzial Industrie ⁵⁾ | 84.125 | 99.014 | 106.910 | 110.813 | 110.703 | | |
| Strom | Industriesektoren mit stagnierender KWK-Erzeugung ¹⁾ | 19.690 | 23.450 | 23.830 | 22.730 | 20.520 | 1,1% | 0,1% |
| | Industriesektoren mit ansteigender KWK-Erzeugung ²⁾ | 5.158 | 10.550 | 14.100 | 17.450 | 19.470 | 5,7% | 3,6% |
| | Industrie insgesamt ³⁾ | 24.848 | 34.000 | 37.930 | 40.180 | 39.990 | 2,4% | 1,3% |
| | Nicht ausgewiesene Differenz zu Statistiken ⁴⁾ | 3.432 | 4.142 | 5.239 | 5.550 | 5.523 | | |
| | Gesamtpotenzial Industrie ⁵⁾ | 28.280 | 38.142 | 43.169 | 45.730 | 45.513 | | |

1) Grundstoffchemie, Gewinnung von Steinen und Erden/sonstiger Bergbau und Papiergewerbe

2) Ernährung und Tabak, Fahrzeugbau, Glas und Keramik, Gummi- und Kunststoffwaren, Maschinenbau, Metallbearbeitung, Metallherzeugung, NE-Metalle und -gießereien, sonstige chemische Industrie, Sonstige Wirtschaftszweige sowie Verarbeitung von Steine und Erden

3) Summe der detailliert betrachteten Industriesektoren, ohne nicht ausgewiesene Differenz zu Statistiken

4) Differenz ergibt sich aufgrund von Geheimhaltungsfällen in den offiziellen Statistiken

5) Summe von Industrie gesamt und nicht ausgewiesener Differenz zu Statistiken

aus: Prognos-Studie, 01. Oktober 2014,
Tab. 38, S. 125, Basis-Szenario

Quelle: DESTATIS 2013 und 2014 a, b; VIK 2014, eigene Berechnungen IREES 2014

Folie 26

Potenziale der Wärme- und Stromerzeugung mittels KWK-Anlagen

| Industriesektoren | | KWK-Erzeugungspotenziale in GWh/a | | | | | Jährliche Wachstumsraten | |
|---|---|-----------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|-------------|
| | | 2012 | 2020 | 2030 | 2040 | 2050 | 2012 - 2030 | 2012 - 2050 |
| Wärme  | Industriesektoren mit stagnierender KWK-Erzeugung ¹⁾ | 51.738 | 57.200 | 57.600 | 56.100 | 53.000 | 0,6% | 0,1% |
| | Industriesektoren mit ansteigender KWK-Erzeugung ²⁾ | 17.452 | 25.200 | 30.330 | 35.040 | 38.050 | 3,1% | 2,1% |
| | Industrie insgesamt ³⁾ | 69.190 | 82.400 | 87.930 | 91.140 | 91.050 | 1,3% | 0,7% |
| | Nicht ausgewiesene Differenz zu Statistiken ⁴⁾ | 14.935 | 16.614 | 18.980 | 19.673 | 19.653 | | |
| | Gesamtpotenzial Industrie ⁵⁾ | 84.125 | 99.014 | 106.910 | 110.813 | 110.703 | | |
| Strom  | Industriesektoren mit stagnierender KWK-Erzeugung ¹⁾ | 19.690 | 23.450 | 23.830 | 22.730 | 20.520 | 1,1% | 0,1% |
| | Industriesektoren mit ansteigender KWK-Erzeugung ²⁾ | 5.158 | 10.550 | 14.100 | 17.450 | 19.470 | 5,7% | 3,6% |
| | Industrie insgesamt ³⁾ | 24.848 | 34.000 | 37.930 | 40.180 | 39.990 | 2,4% | 1,3% |
| | Nicht ausgewiesene Differenz zu Statistiken ⁴⁾ | 3.432 | 4.142 | 5.239 | 5.550 | 5.523 | | |
| | Gesamtpotenzial Industrie ⁵⁾ | 28.280 | 38.142 | 43.169 | 45.730 | 45.513 | | |

1) Grundstoffchemie, Gewinnung von Steinen und Erden/sonstiger Bergbau und Papiergewerbe

2) Ernährung und Tabak, Fahrzeugbau, Glas und Keramik, Gummi- und Kunststoffwaren, Maschinenbau, Metallbearbeitung, Metallherzeugung, NE-Metalle und -gießereien, sonstige chemische Industrie, Sonstige Wirtschaftszweige sowie Verarbeitung von Steine und Erden

3) Summe der detailliert betrachteten Industriesektoren, ohne nicht ausgewiesene Differenz zu Statistiken

4) Differenz ergibt sich aufgrund von Geheimhaltungsfällen in den offiziellen Statistiken

5) Summe von Industrie gesamt und nicht ausgewiesener Differenz zu Statistiken

 $\sigma =$

| | |
|------|------|
| 2012 | 2050 |
| 33,6 | 41,1 |

aus: Prognos-Studie, 01. Oktober 2014, Tab. 38, S. 125, Basis-Szenario

Quelle: DESTATIS 2013 und 2014 a, b; VIK 2014, eigene Berechnungen IREES 2014

Folie 27

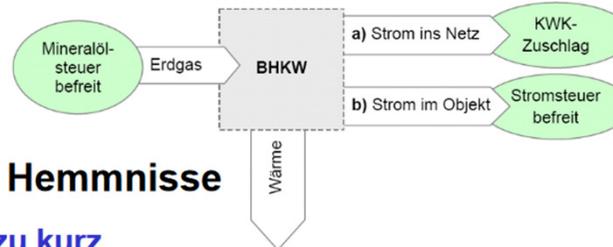
Agenda

- Einführung
- Technik der Industrie-KWK
- Ist-Situation - KWKG
- Potenzial
- **Hemmnisse / Studie**
- Wirtschaftlichkeit
- Optionen
- Fazit

Hemmnisse

Informations- und Motivationsmangel

- Fehlendes energietechnisches Wissen
- Keine Fachpersonal in den Unternehmen
- Kerngeschäft lässt keine Zeit



Wirtschaftliche/rechtliche Hemmnisse

- Abschreibungszeitraum zu kurz
- Preisentwicklung für Strom und Wärme unklar
- Gesetze und Richtlinien komplex
- Langes Genehmigungsverfahren

Schwache Motivation der potentiellen Betreiber

- KWK-Investition nicht betriebsnotwendig (Amortisation häufig zu lange)
- Fernwärme (Stadtwerke): hohe Investitionen (Anlaufverluste)
- Industrie/Gewerbe: Amortisationserwartung

Elektrizitätswirtschaftliche Konkurrenzsituation

- KWK-Strom mindert Absatz des vorgelagerten EVU
- Verhinderung durch Gestaltung der Konditionen für Zusatz-/Reservestrom, Durchleitung, Vergütung Überschussstrom

Projektrendite für Neubauprojekte Industrie-KWK-Anlagen (mit KWK-Zulage)

| Mit KWK-Zulage | BHKW 1 | BHKW 2 | BHKW 3 | BHKW 4 | BHKW 5 | DT 1 | GT 1 | BHKW 6 | GuD 1 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|------|-------|--------|-------|
| | | | | 500 kW | 2 MW | 5 MW | 10 MW | 10 MW | 20 MW |
| Einfamilienhaus | -27% | | | | | | | | |
| Zweifamilienhaus | -15% | -17% | | | | | | | |
| 12 Familienhaus | | -36% | | | | | | | |
| 60 Familienhaus | | -4% | | | | | | | |
| Dienstleistungen | | 4% | | | | | | | |
| Schule | | | -4% | | | | | | |
| Einzelhandel | | | 5% | | | | | | |
| Krankenhaus | | | 30% | | | | | | |
| Hotel | | | 30% | | | | | | |
| Maschinenbau | | | | 41% | | | | | |
| Automobilzulieferer | | | | 47% | 34% | | | | |
| Automobilwerk | | | | | 79% | 25% | 50% | 50% | 26% |
| Papier | | | | | | 0% | 15% | 14% | 6% |
| Chemie | | | | | | | | | 6% |

Rot: Negative Projektrendite

Blau hinterlegt: Wirtschaftlich, da Mindestprojektrendite des Verbrauchertyps erreicht wird

Quelle: Prognos 2014

aus: Prognos-Studie, 01. Oktober 2014, Tab. 59, S. 205

Folie 30

Agenda

- Einführung
- Technik der Industrie-KWK
- Ist-Situation - KWKG
- Potenzial
- Hemmnisse / Studie
- **Wirtschaftlichkeit**
- Optionen
- Fazit



olie 32



Lehrstuhl
Energietechnik

Othmar Verheyen
Industrie-KWK
Berlin, 05.06.2018

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

EEG-Umlage auf Eigenerzeugung

gültig ab 01.01.2018

(Letztverbraucher und Eigenversorger nach § 61 EEG, EEG 2017)

KWK-Strom-Belastung Eigenerzeugung (< 1 MW und > 10 MW):

2018 40 % 2,717 ct/kWh

Steigt auf 100 %, wenn

1. KWK-Anlage nicht hocheffizient und einen Monats- oder Jahresnutzungsgrad von mindestens 70 % erreicht, oder
2. der Eigenversorger seine Meldepflicht bis zum 31. Mai des Folgejahres nicht erfüllt hat.

Ausnahmen: Bestandsanlagen; Anl. bis 10 kW; 10 MWh

Belastung Eigenerzeugung (1 MW bis 10 MW):

bis 3500 Vh 40 % 2,717 ct/kWh

ab 7000 Vh 100 % 6,79 ct/kWh

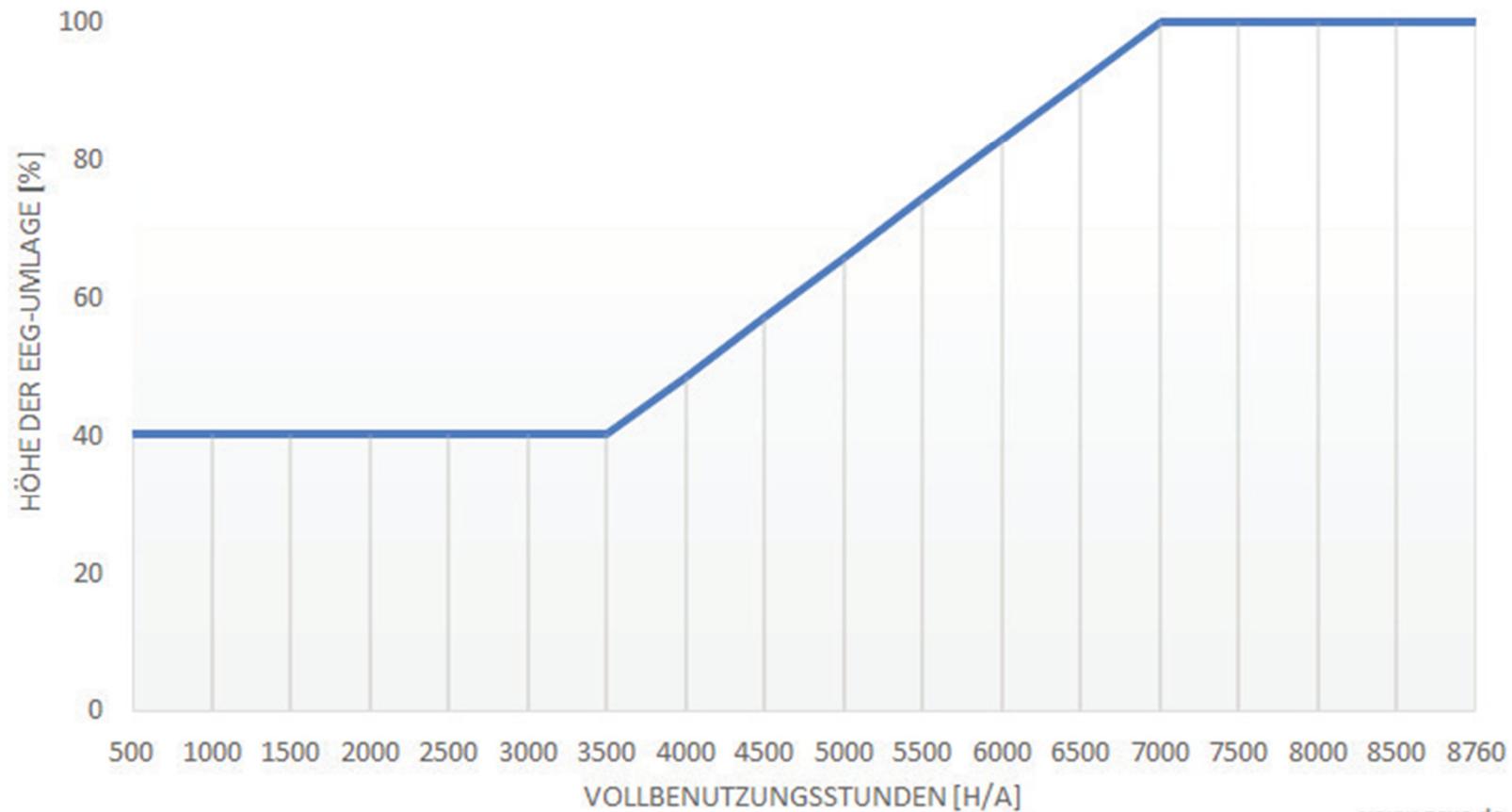
(siehe nächste Grafik)

| | |
|------|------|
| 2003 | 0,41 |
| 2004 | 0,54 |
| 2005 | 0,63 |
| 2006 | 0,78 |
| 2007 | 0,96 |
| 2008 | 1,15 |
| 2009 | 1,3 |
| 2010 | 2,15 |
| 2011 | 3,53 |
| 2012 | 3,59 |
| 2013 | 5,28 |
| 2014 | 6,24 |
| 2015 | 6,17 |
| 2016 | 6,35 |
| 2017 | 6,88 |
| 2018 | 6,79 |

Folie 33



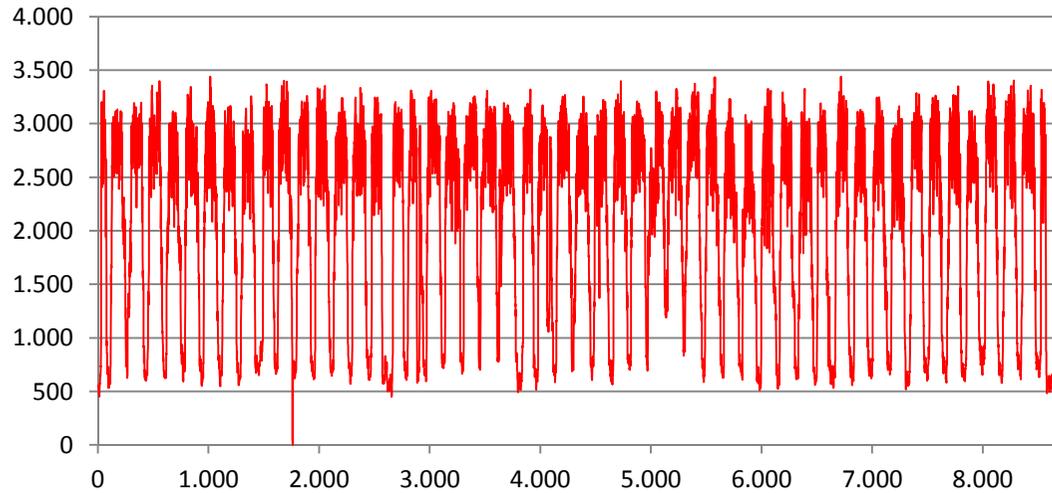
EEG-Umlagebelastung auf Eigenstrom aus KWK-Anlagen zwischen 1 und 10 MW_{eI} ab dem 1.1.2018



www.asue.de

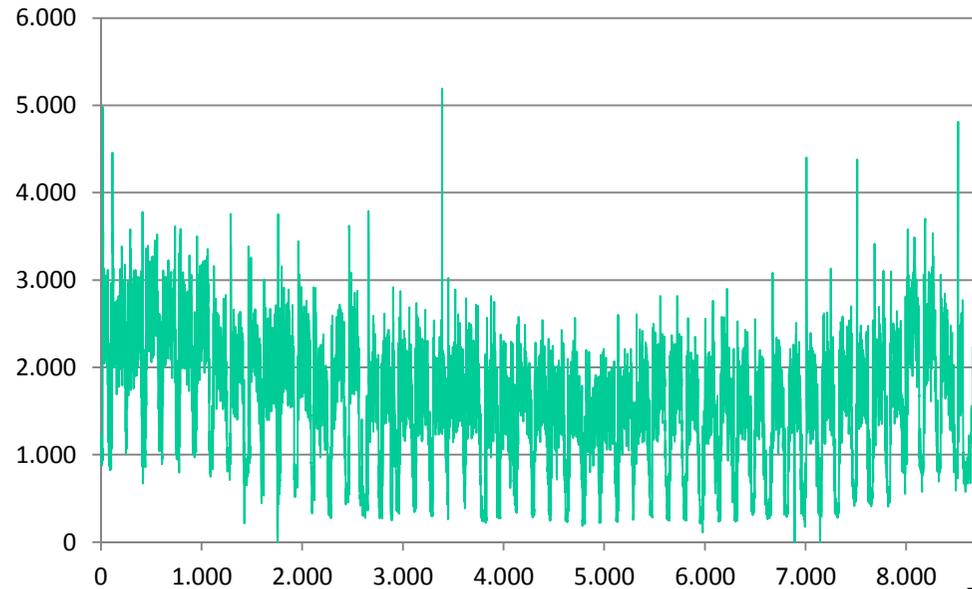
Beispiel aus der Getränkeindustrie

Strom



Strombedarf 18,4 MWh/a
Wärmebedarf 14,2 MWh/a

Wärme



| | |
|--------------|---------------|
| gr. BHKW | 4300 kW el. |
| kl. BHKW | 1200 kW el. |
| Eigennutzung | |
| gr. BHKW | 9,2 MWh/a |
| kl. BHKW | 14,2 MWh/a |
| EEG-Umlage | 40 % 100 % |
| gr. BHKW | 356 T€ 889 T€ |
| kl. BHKW | 251 T€ 627 T€ |

Folie 35

„Milchjungen“-Rechnung

Energiekostenanteil Energie (in NRW)

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Maschinenbau | 1,0 % |
| Metallerzeugnisse | 4,5 % |
| Chemie | 3,6 % |
| Glas, Keramik, Steine, Erden | 5,2 % |
| Papier | 4,7 % |
| Verarbeitendes Gewerbe (Deutschland) | 2,8 % |

Umsatzbeispiel

Umsatz 5,56 Mio. €

Energiekosten (3,6 %) 200.000 €

Energiekosteneinsparung z.B. 10 %

Quelle: Stat. Landesamt NRW 2001

| Bei einer Umsatzrendite von | und einer Energiekosteneinsparung von | müsste der Umsatz steigen um | Umsatzsteigerung um |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---------------------|
| 2 % | 20.000 € | 1 Mio. € | 18 % |
| 4 % | 20.000 € | 0,5 Mio. € | 9 % |

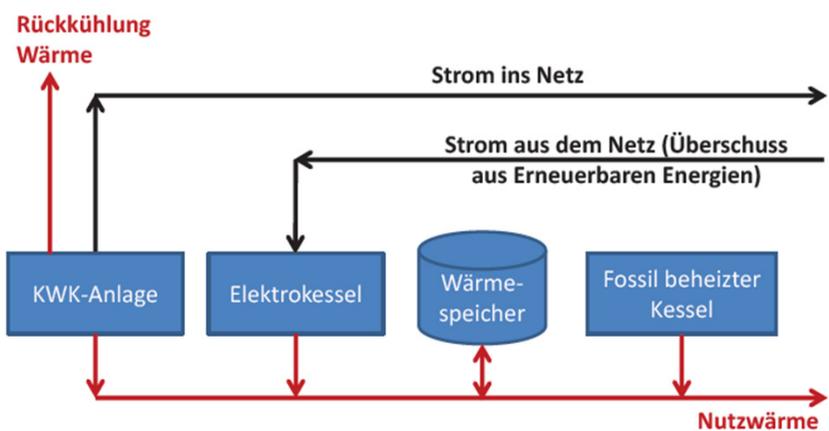
Agenda

- Einführung
- Technik der Industrie-KWK
- Ist-Situation - KWKG
- Potenzial
- Hemmnisse / Studie
- Wirtschaftlichkeit
- **Optionen**
- Fazit

| | Geschätztes Potenzial ¹⁾ | Dauer | Schnelligkeit in % / min. | Bemerkungen |
|--|-------------------------------------|-------|---------------------------|-------------|
|--|-------------------------------------|-------|---------------------------|-------------|

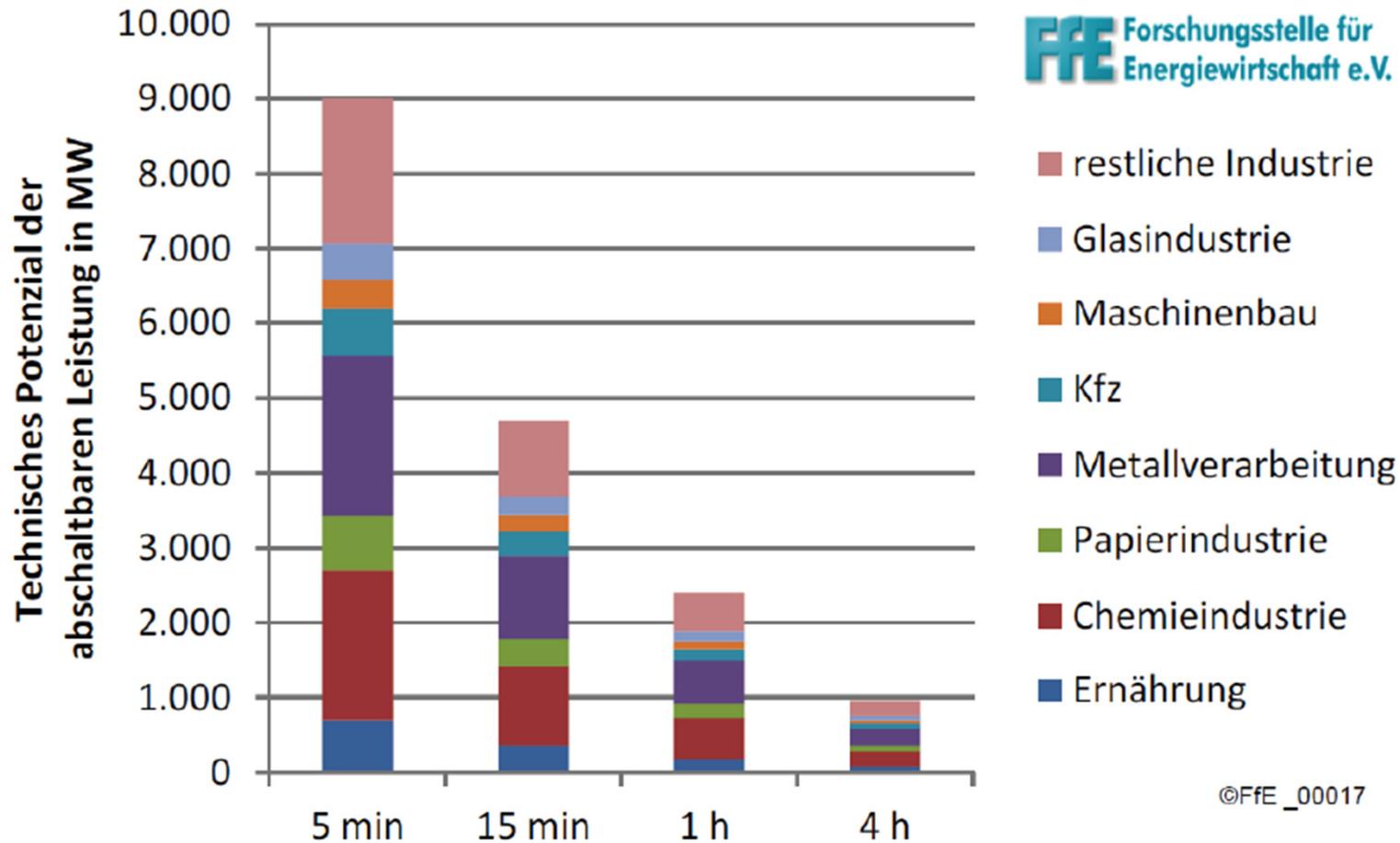
Kraftwerke und KWK

| | | | | |
|---------------------------------|--|------------------|---------|--|
| Stromgeführter Einsatz KWK | max. +/- 25 GW bis 2020 | 4 bis 12 Stunden | 5-20% | auf Basis 20%-Ziel der Bundesregierung; davon ca. +9/-4,5 GW bereits flexibel eingesetzt |
| Nutzung bestehender Kraftwerke | heute ca. 80 GW | unbegrenzt | 1-2% | Leistung abnehmend gemäß „Sterbelinie“ |
| Retrofit bestehender Kraftwerke | ca. +3 GW Delta zw. Pmin und Pmax bis 2020 | unbegrenzt | 4-8% | Entscheidung für Retrofit nur wenn wirtschaftlich |
| Neubau flexibler Kraftwerke | unbegrenzt | unbegrenzt | 4-10% | abh. von Technik, Gasturbinen auch schneller |
| Nutzung Netzersatzanlagen | geschätzt 5-8 GW bis 2020 | einige Stunden | 20-100% | nur positive Leistung |



Der Wärmespeicher im KWK-System ist ein funktioneller Stromspeicher

Abschaltbare Lasten in der Industrie



Quelle: von Roon, S., Gobmaier, T.: Demand Response in der Industrie – Status und Potenziale in Deutschland, 2010

Agenda

- Einführung
- Technik der Industrie-KWK
- Ist-Situation - KWKG
- Potenzial
- Hemmnisse / Studie
- Wirtschaftlichkeit
- Optionen
- **Fazit**

→ Was wird aus der industriellen KWK?

- aktuell werden in der Industrie 29 TWh KWK-Strom erzeugt
- dafür ist eine KWK-Erzeugungskapazität von 9,5 GW inst.
- nach VIK-Angaben werden \emptyset 3200 Vh erreicht
- Hauptprodukt: 85,5 TWh Wärme → $\sigma = 0,34$

→ Verdopplung der Stromkennzahl: + 30 TWh (+ 5,5 %)

**KWK ist für Energiewende auch im
industriellen Wärmemarkt wichtig**

Fazit: Zukunft der KWK

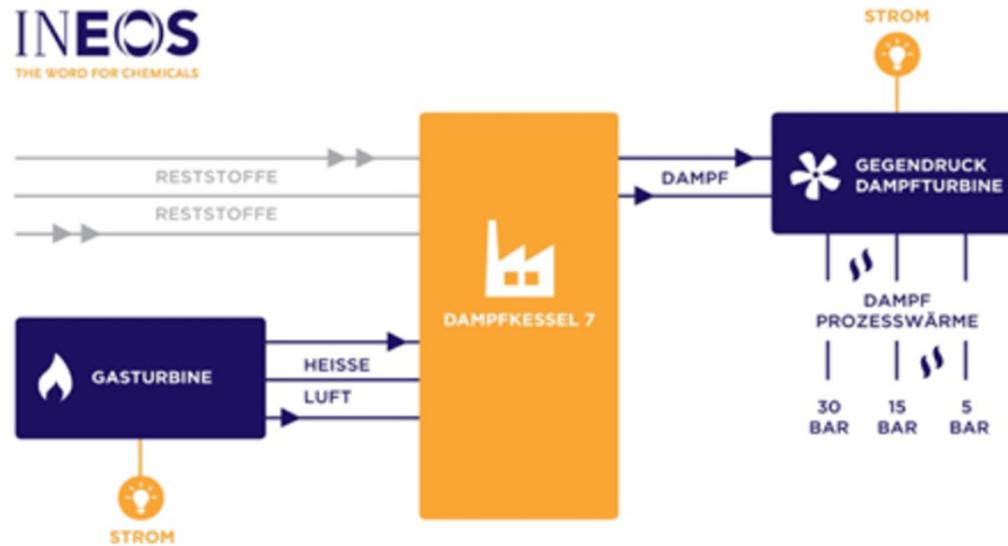
- KWK-Anlagen in der allgem. Versorgung sind unter Druck (Börsenpreis).
 - KWK-Anlagen in der Objektversorgung sind mit Eigenstromnutzung wirtschaftlich. Zunehmend interessant: Mieterstrommodelle, Lieferung an Letztverbraucher in Kundenanlage und Drittvermarktung (Dienstleister).
 - EEG-Umlage auf Eigenerzeugung (aktuell 100 %) verschlechtern die Wirtschaftlichkeit von KWK-Projekten.
 - *Netzdienlicher und/oder strommarktorientierter Betrieb wird für Anlagen außerhalb der allgem. Versorgung z. Zt. nicht finanziell angereizt (z. B. flexible Tarife).*
 - *50 TWh der KWK-Stromerzeugung in der allg. Versorgung und ein großer Anteil der 30 TWh der Industrie sowie 12 TWh biogene KWK sind größtenteils schon in der Direktvermarktung bzw. werden strommarktorientiert erzeugt.*
- **Zuverlässige** Rahmenbedingungen sind wichtig !!!
- Transaktionsleistungen bei der Umsetzung von KWK vielfach zu hoch.

Schnell wirkendes, hohes CO₂-Minderungspotenzial!

Bereitstellung der Residuallast zu 100 % in hocheffizienter KWK!

Folie 42

INEOS-GuD-Anlage



Die Produktionsanlagen des Petrochemieunternehmens benötigen eine zuverlässige Versorgung mit Dampf und Strom. Um die eigene Energieversorgung noch flexibler und effizienter zu machen, investiert das Unternehmen in den Bau einer hocheffizienten Gas- und Dampfanlage. Der Strom der Gas- und Dampfanlage spart verglichen mit dem durchschnittlichen Strommix in Deutschland aus Kohle, Erdgas, Kernenergie und erneuerbaren Energien bis zu 400.000 Tonnen CO₂.




16. Duisburger KWK-Symposium



**Kraft-Wärme-Kopplung,
eine wichtige Säule
im Klimaschutz**

**Donnerstag,
21. Juni 2018**

*Vorabendtreff
Mittwoch, 20. Juni 2018*



Offen im Denken



Strom trifft Wärme

Folie 43

Vielen Dank!



Informationen beim KWK-Verband:

www.bkww.de

Und unter:

www.uni-due.de/kwk



verheyen@uni-due.de

Folie 44