

Sektorenkopplung Strom, Wärme und Kälte

5. Dialogplattform Power-to-Heat



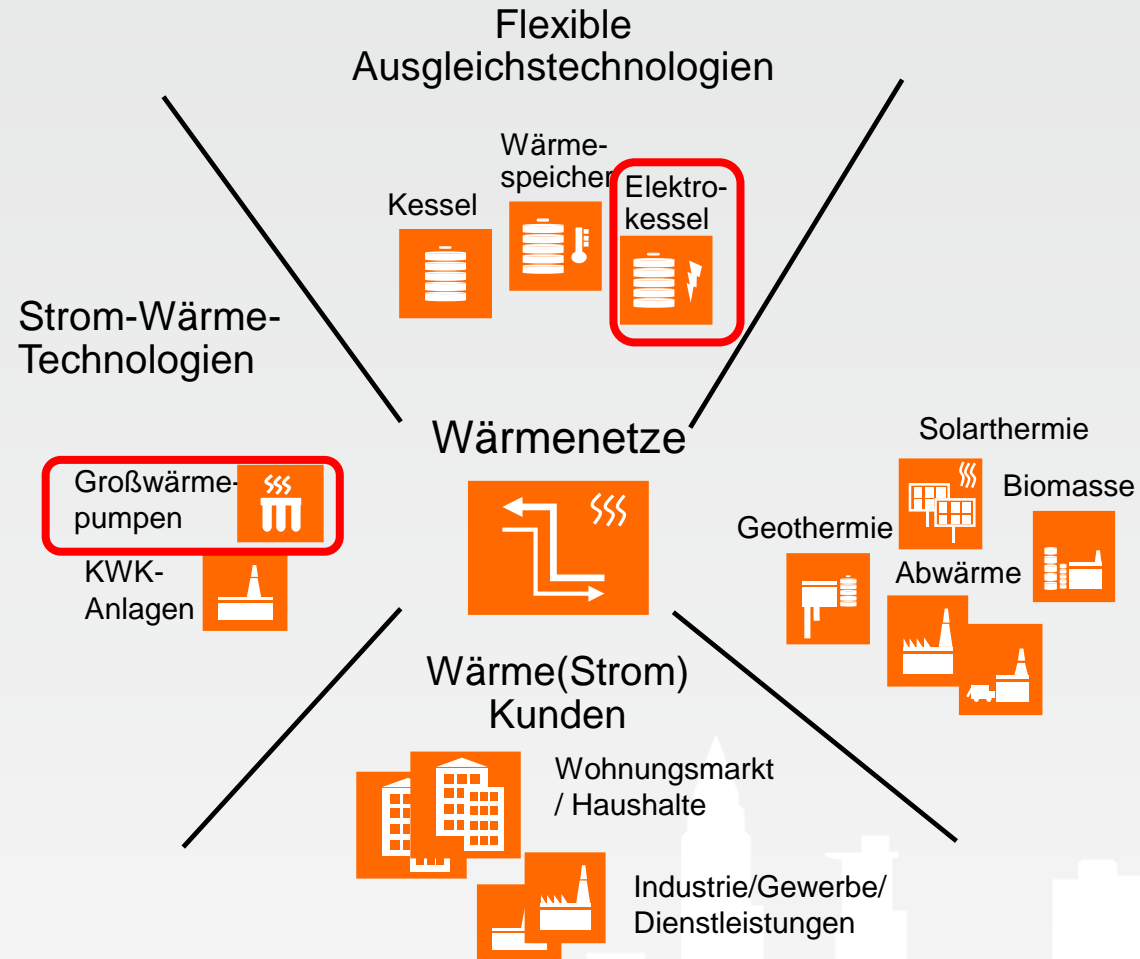
12. + 13. September 2019, Berlin



PtH in der Fernwärme (HT/NT-Netze)

Dr.-Ing. Jens Kühne, AGFW e.V.

Strom-Wärme-System: KWK/Fernwärme



Vorteile

- (Hoch-)Effizienz und CO₂-Reduktion
- Sektorenkopplung (PtH, PtG)
- Versorgungssicherheit Strom- und Wärmemarkt
- Langfristige Technologie- und Brennstoffflexibilität
- Hohe Zukunftsfähigkeit für Städte und Ballungsräume

Fernwärmeerzeugung im Jahr 2015

- Gesamterzeugung von 128 TWh Wärme
 - 31 % aus Stein- und Braunkohle
 - 43 % Erdgas
 - 17 % Biomasse
 - 5 % Müll
 - 2 % Abwärme
 - 2 % Solarthermie
- Das bedeutet
 - Anteil erneuerbarer Energien rd. 21,5 %
 - Anteil CO₂-freier Erzeugung (Müll, Abwärme) rd. 4,5 %
 - Anteil fossiler Erzeugung 74 %

Fernwärmeerzeugung im Jahr 2030

- Gesamterzeugung rd. 160 TWh Wärme (+ 25 %)
 - 10 % Stein- und Braunkohle (- 21 %)
 - 47 % Erdgas (+ 5 %)
 - 11 % Biomasse (-6 %)
 - 3 % Müll (- 2 %)
 - 6 % Abwärme (+ 4 %)
 - 5 % Solarthermie (+ 3 %)
 - **15 % P2H/Wärmepumpe (Umweltwärme) (+15 %)**
 - 3 % Geothermie (+ 3 %)
- Das bedeutet
 - Anteil erneuerbarer Energien rd. 35 %
 - Anteil CO₂-freier Erzeugung (Müll, Abwärme) rd. 7,5 %
 - Anteil fossiler Erzeugung 57,5 %

STRUKTUR DER FERNWÄRMEERZEUGUNG VERÄNDERT SICH DEUTLICH

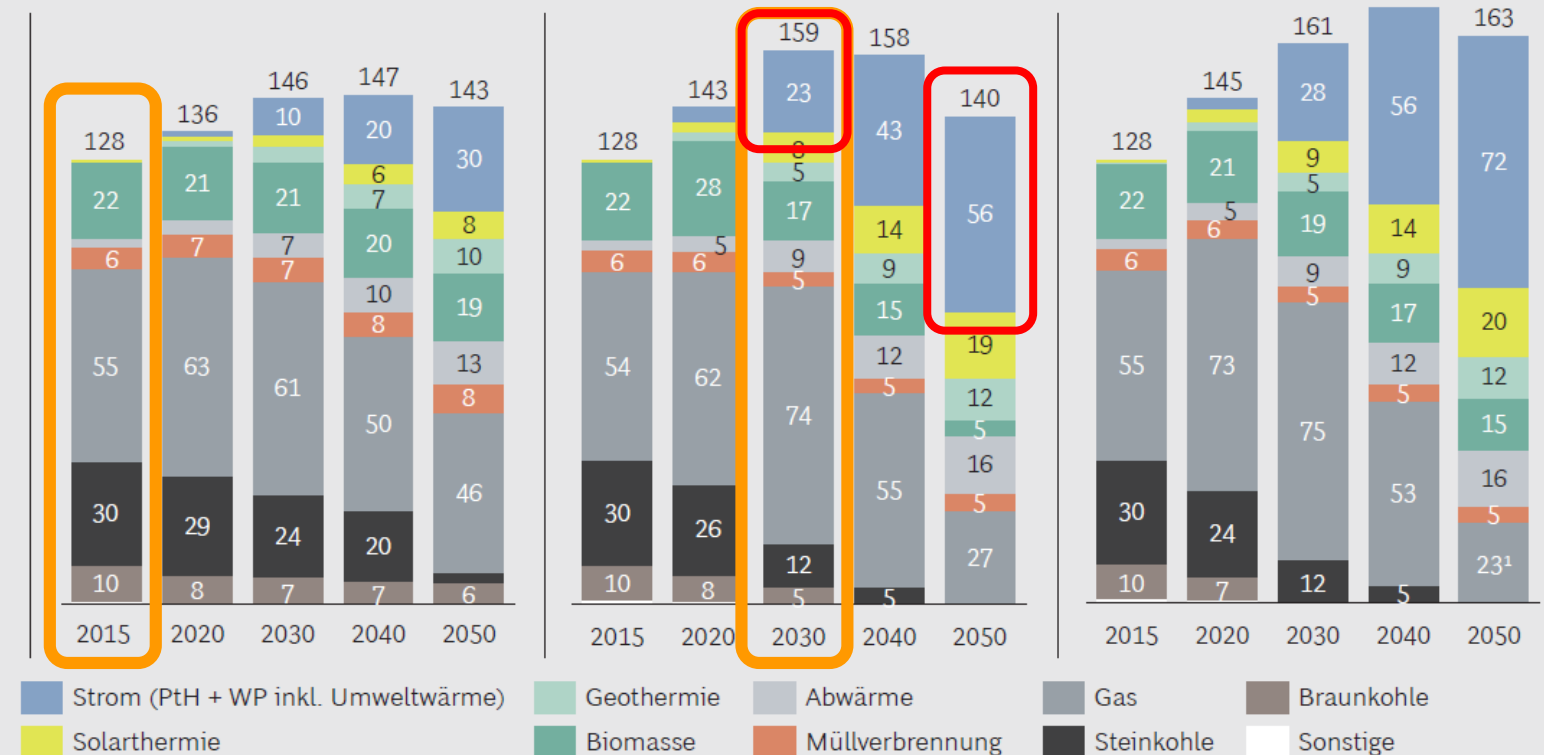
ABBILDUNG 63 | Fernwärmeerzeugung nach Energieträgern (inklusive Absatz Industriesektor)

(TWh)

Referenz

80 %-Pfad

95 %-Pfad



¹Zu 100 % aus PtG

Anmerkung: PtG = Power to Gas, PtH = Power-to-Heat, WP = Wärmepumpen

Quelle: Prognos; BCG

Quelle: Klimapfade für Deutschland, BCG und prognos i. A. v. BDI, 2018

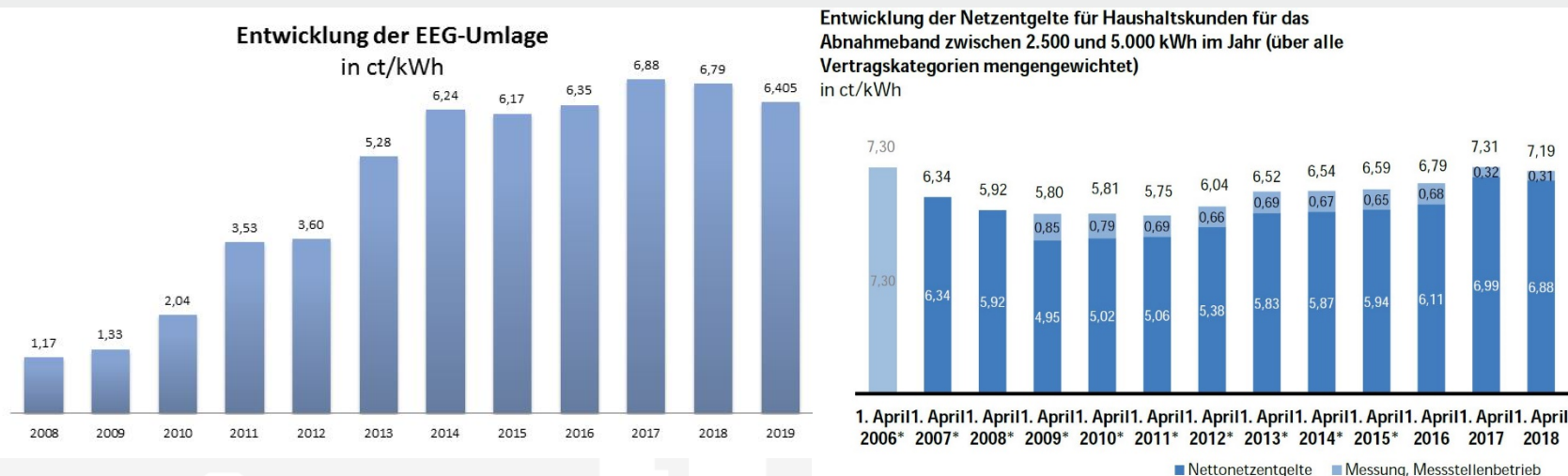
» Herausforderungen

- Strompreisbestandteile sind zu hoch für Sektorkopplungszwecke
 - Keine Anreizwirkung durch niedrige Börsenstrompreise
 - Keine Regelungen für „Überschussstrom“
 - Keine Regelungen für Sektorkopplung
 - EEG-Umlage verhindert Integration Erneuerbarer Energien in Fernwärmesysteme

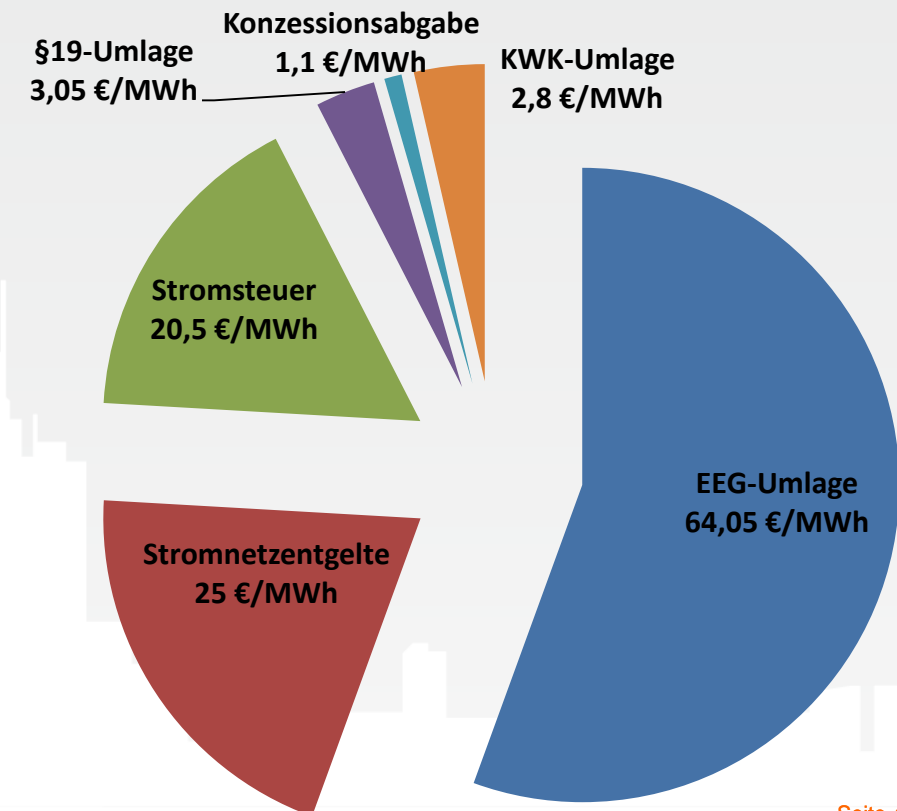
» Keine Reform der Umlagen/Steuern auf Strom zu erwarten

- Kontinuierlicher Versuch der Absenkung (EEG-Umlage, Netzentgelte)
- Keine Wirtschaftlichkeit der Sektorkopplung darstellbar

Preisbestandteil	Höhe 2019 [€/MWh _{el}]
EEG Umlage	64,05
KWK-Umlage	2,8
Stromsteuer	20,5
Netznutzungsentgelte	25 (unterschiedlich)
§ 19 Umlage	3,05
Konzessionsabgabe	1,1
SUMME	116,5

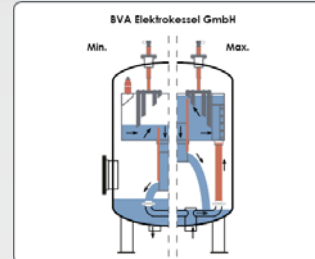


* Die Preise beruhen auf dem Abnahmefall von 3.500 kWh pro Jahr.



» **P2H-Technologie ist die Sektorkopplungstechnologie in der Fernwärme**

Widerstandserhitzer	Elektrodenkessel	Elektr. Großwärmepumpen
50 kW bis ca. 15 MW	ab ca. 10 MW	> 250 kWth



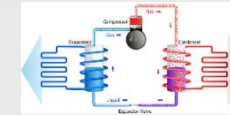
Quelle: BVA Elektrodenkessel GmbH



Quelle: Parat

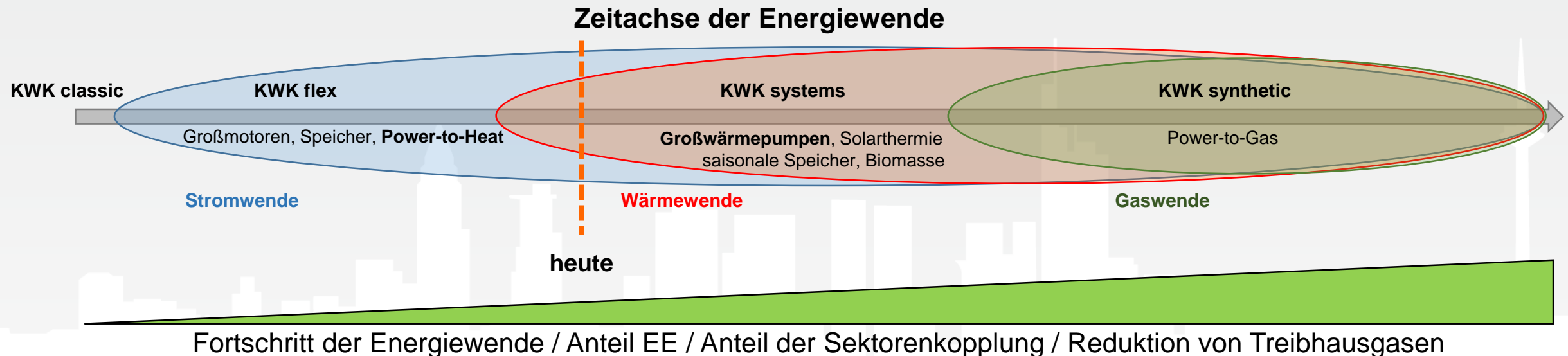


Quelle: Friotherm

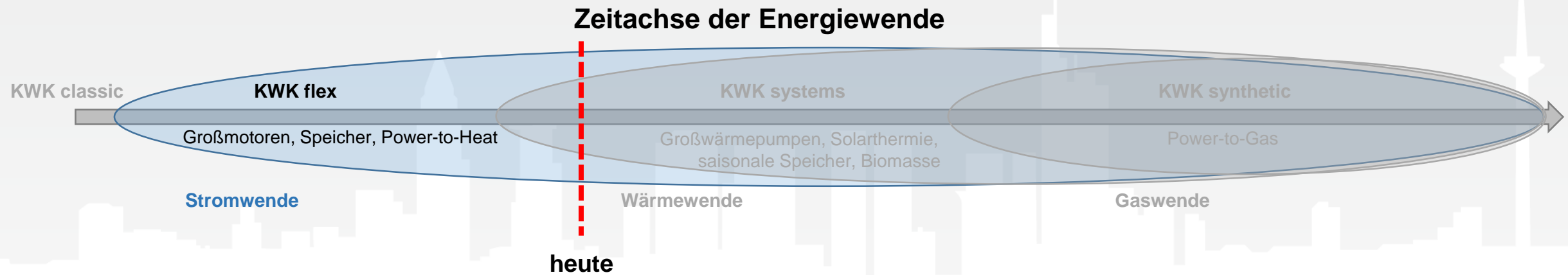


» **Die P2H-Technologien in der Fernwärme ergeben derzeit nur Sinn im Zusammenhang mit Kraft-Wärme-Kopplung**

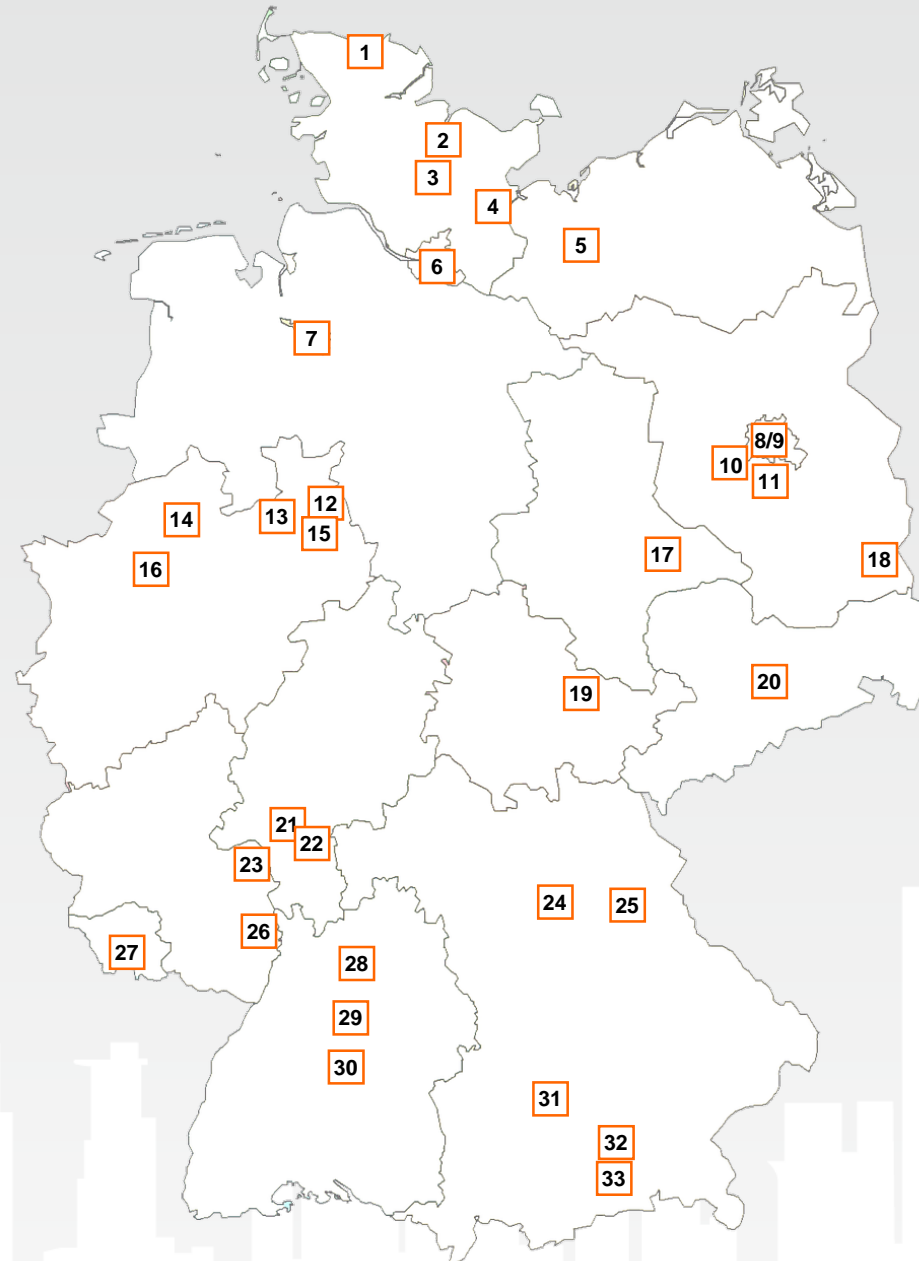
- Direkte P2H-Technologie zur Flexibilisierung der KWK und Aufnahme von grünem Überschussstrom
- Große Wärmepumpen als System mit KWK-Anlage, um EE- und Abwärmeanteile zu erhöhen



» KWK FLEX



Power-to-Heat-Anlagen in Deutschland



Schleswig-Holstein

- 1 30 MW**
Stadtwerke Flensburg
IBN 2012
- 2 30 MW**
Stadtwerke Kiel
IBN 2015
- 3 20 MW**
Stadtwerke Neumünster
IBN 2016
- 4 4,5 MW**
Stadtwerke Lübeck
IBN 2016

Nordrhein-Westfalen

- 12 5 MW**
Stadtwerke Lemgo
IBN 2012
- 13 20 MW**
Stadtwerke Bielefeld
IBN 2016
- 14 22 MW**
Stadtwerke Münster
IBN 2016
- 15 5 MW**
Stadtwerke Detmold
IBN 2015
- 16 60 MW**
Uniper, Herne
IBN 2014

Hessen

- 21 8 MW**
Mainova, Frankfurt a. M.
IBN 2015
- 22 10 MW**
Energieversorgung Offenbach
IBN 2014

Rheinland-Pfalz

- 23 5 MW**
Heizkraftwerke Mainz-Wiesbaden
IBN 2013
- 26 10 MW**
Techn. Werke Ludwigshafen
IBN 2015

Saarland

- 27 10 MW**
VVS Saarbrücken
IBN 2012

Bremen

- 15 MW 7**
swb, Bremen
IBN 2019

Mecklenburg-Vorpommern

- 15 MW 5**
Stadtwerke Schwerin
IBN 2013

Hamburg

- 45 MW 6**
Vattenfall Hamburg
IBN 2018

Berlin

- 6 MW 8**
BTB Berlin
IBN 2015
- 10 MW 9**
FWW Neukölln, Berlin
IBN 2015

Brandenburg

- 20 MW 10**
Energie und Wasser Potsdam
IBN 2015
- 15 MW**
ENRO Ludwigsfelde
IBN 2014
- 0,55 MW 18**
Stadtwerke Forst
IBN 2014

Sachsen-Anhalt

- 5 MW 17**
Kraftwerk Dessau
IBN 2015

Sachsen

- 40 MW 19**
Drewag, Dresden
IBN 2019

Thüringen

- 4 MW 20**
Stadtwerke Jena
IBN 2016

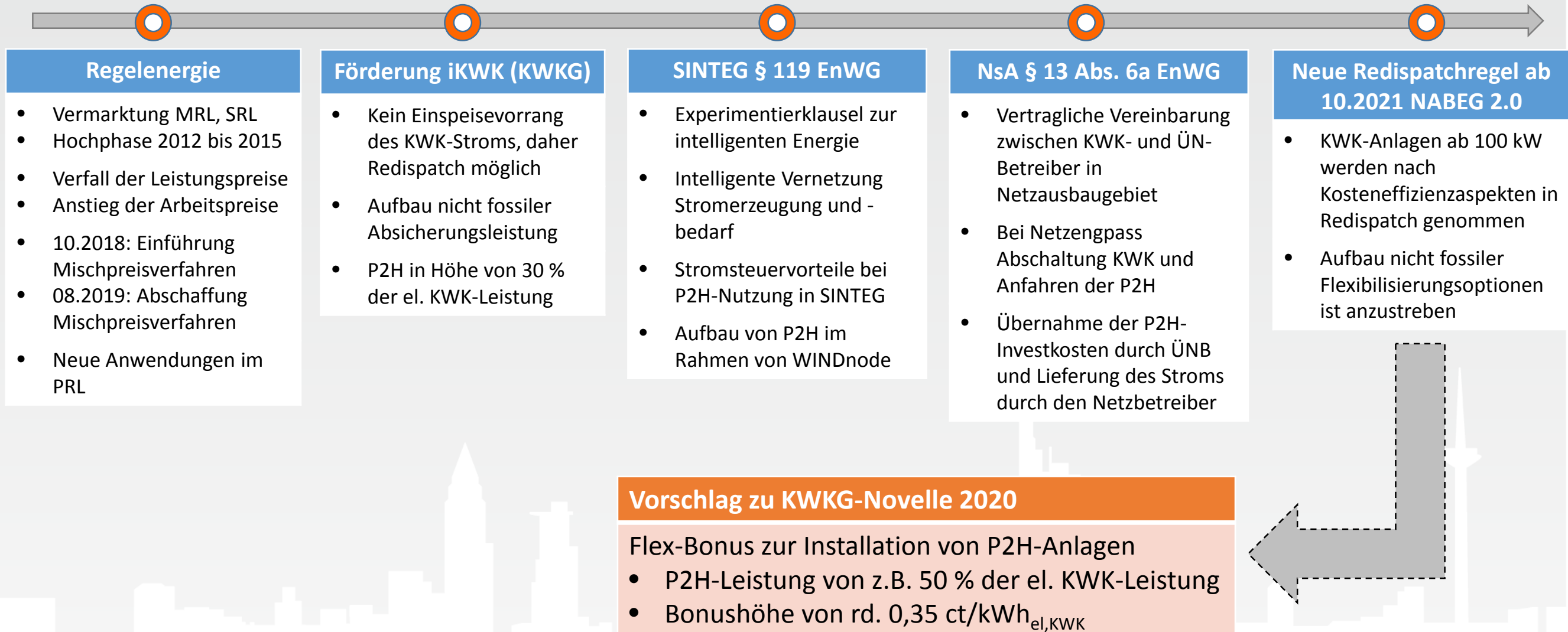
Bayern

- 50 MW 24**
N-ERGIE, Nürnberg
IBN 2015
- 1,5 MW 25**
Stadtwerke Amberg
IBN 2015/2016
- 10 MW 31**
Stadtwerke Augsburg
IBN 2015
- 10 MW 32**
Stadtwerke München
IBN 2013
- 6,4 MW 33**
Bioenergie Taufkirchen
IBN 2016

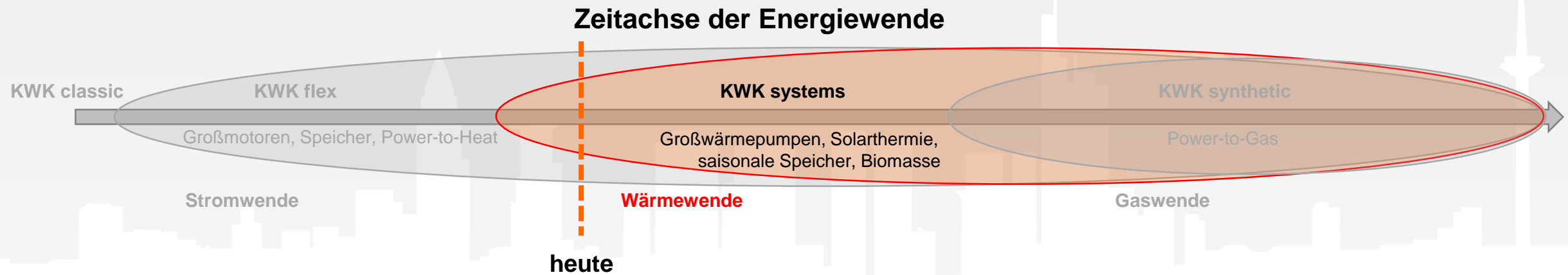
Baden-Württemberg

- 60 MW 28**
EnBW, Heilbronn
- 100 MW 29**
EnBW, Stuttgart
- 5 MW 30**
Stadtwerke Tübingen
IBN 2013

Σ 658 MW

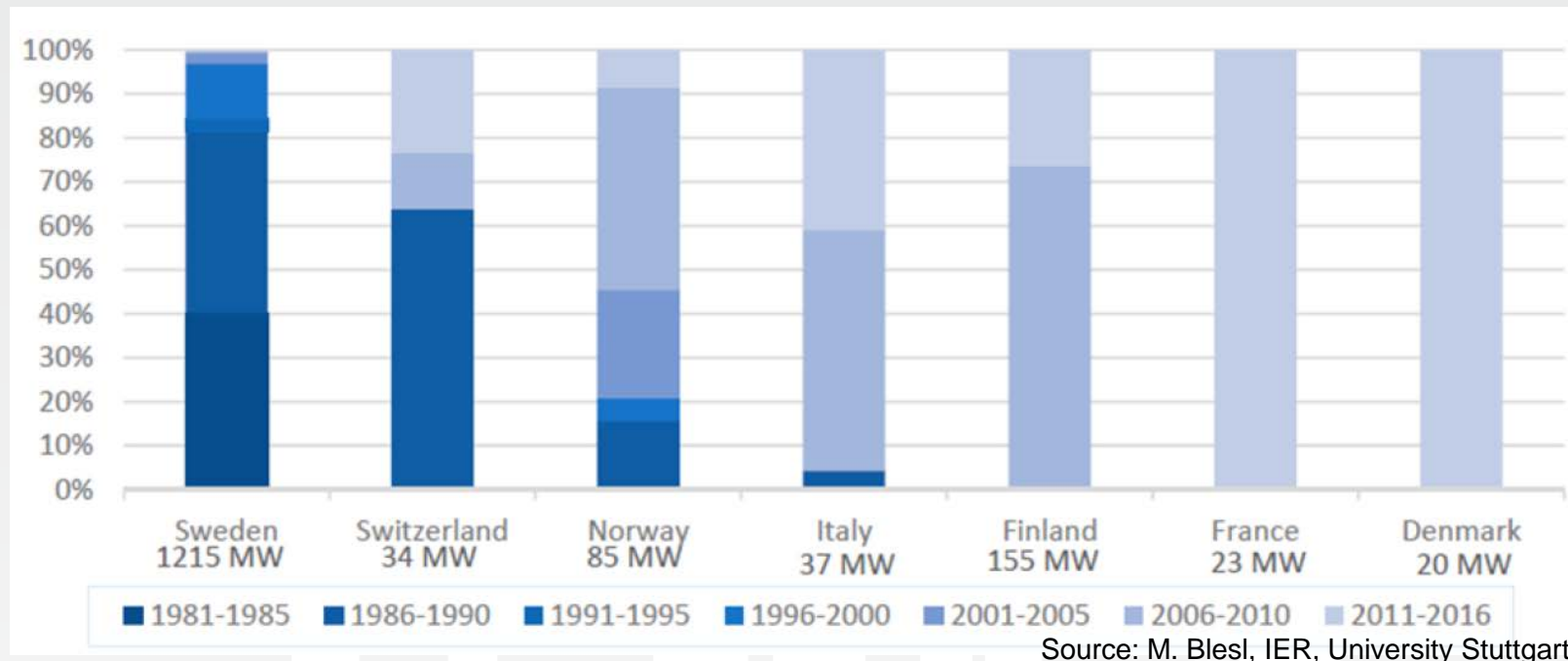


» KWK SYSTEMS



- » **Große Wärmepumpen sind technologisch keine Herausforderung**
 - Technologie ist ausgereift und ist im europäischen Ausland, insb. Skandinavien weit verbreitet
 - Erste Projekte in Deutschland werden aufgebaut, meist mit optimalen Rahmenbedingungen und Förderungen

- » **Rahmenbedingungen zum Betrieb der Anlagen sind denkbar schlecht**
 - Investitionskosten sind überschaubar, jedoch Betriebskosten sind aufgrund hoher Strompreisbestandteile nicht tragbar

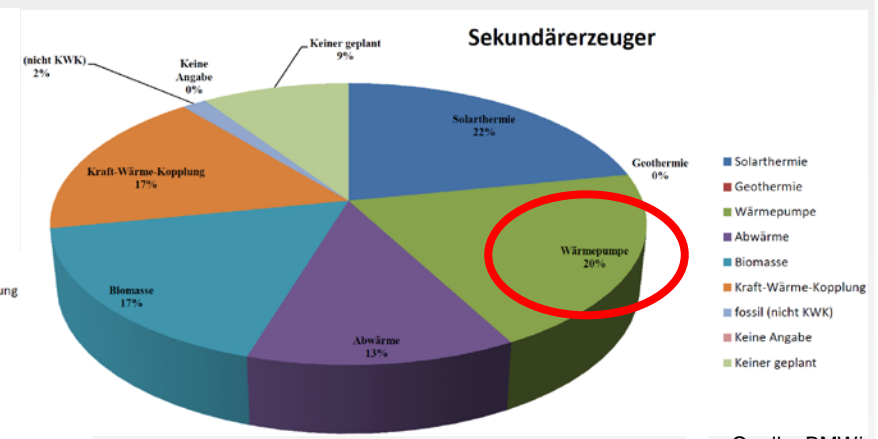
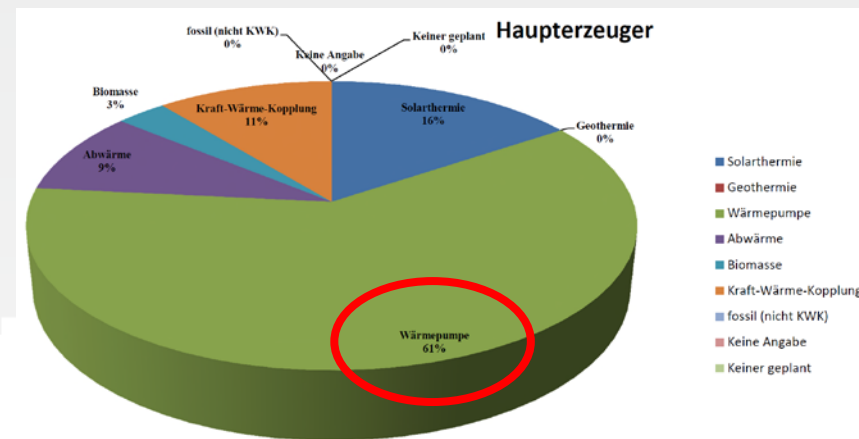
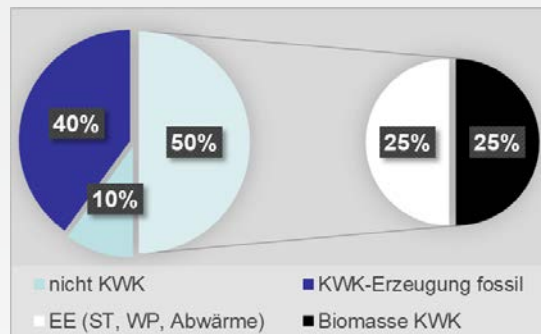
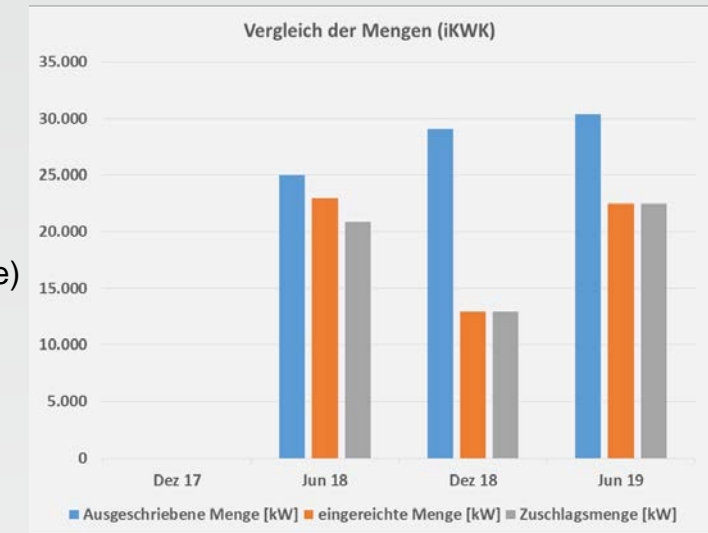


» iKWK

- KWK-Anlage bis 10 MW_{el} in Verbindung mit P2H und Wärmepumpe oder Solarthermie
 - Drei Ausschreibungsrunden seit Juni 2018
 - Grundsätzlich interessantes Förderkonzept mit attraktiven Förderhöhen
 - Ausschreibungsrunden unterzeichnet durch zu hohe technische Anforderungen an Wärmepumpen (keine Abwärme)
 - Bezuschlagte Konzepte in Planung und Bau (keine klare Übersicht der Erzeugungstechnologien)

» Wärmenetzsysteme 4.0

- BMWi-Förderprogramm für Machbarkeitsstudien und Investivvorhaben
 - 78 Anträge für Machbarkeitsstudien
 - 4 Anträge für Investivvorhaben
 - Übersicht der Erzeugertechnologien der Anträge
 - Wärmepumpen
 - Solarthermie
 - KWK

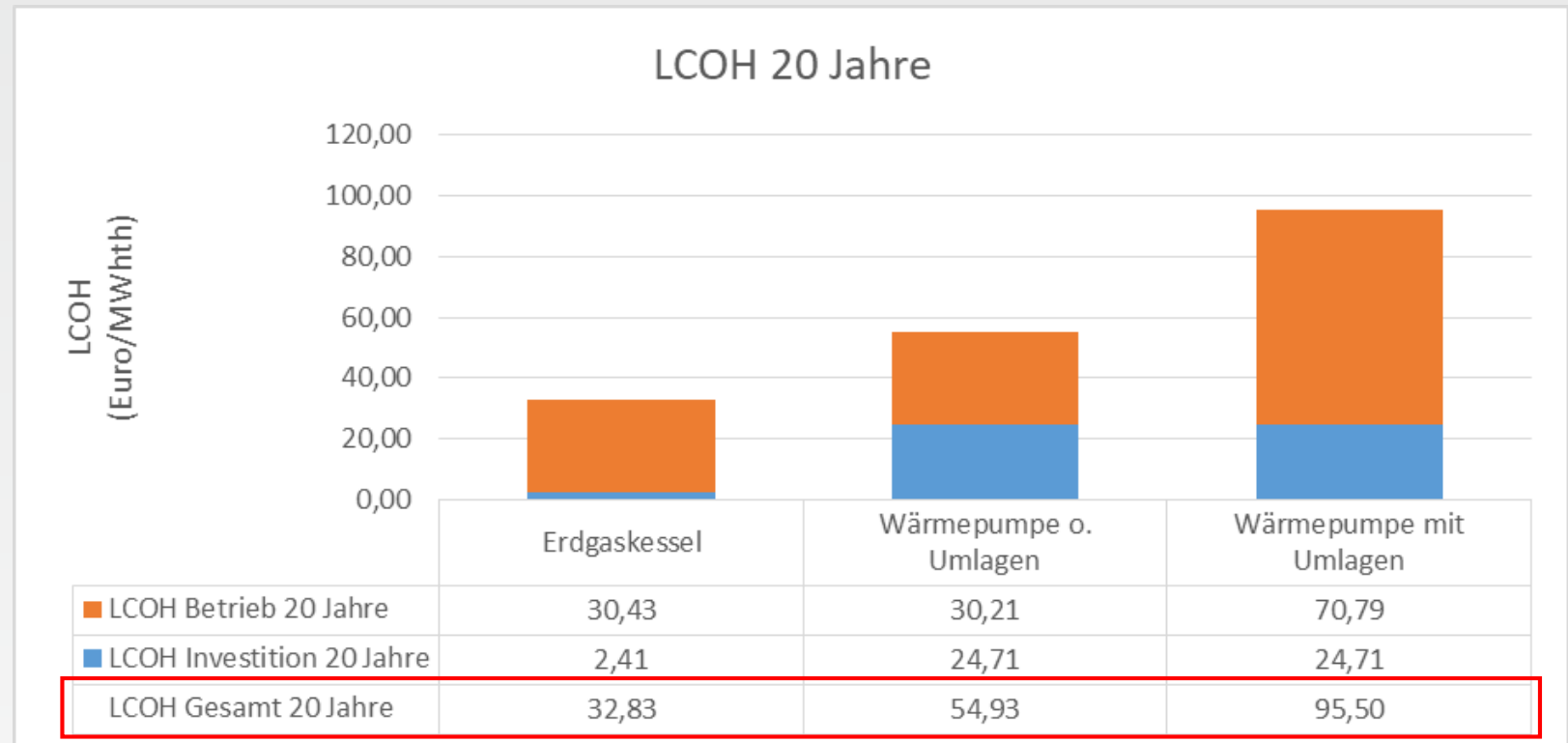


Quelle: BMWi

» Vergleich der Wärmegestehungskosten mit Erdgaskessel über 20 Jahre

- Annahmen sind
 - Gleiche thermische Leistung (10 MW)
 - Gleiche Wärmemenge (25.000 MWh)
 - Entspricht 2.500 VBh/a
 - **Stromnetzbezug o. bzw. mit Strompreisbestandteilen**
 - EEG-Umlage (64,05 Euro/MWh)
 - Stromsteuer (20,5 Euro/MWh)
 - Netzentgelte (25 Euro/MWh)
 - Börsenstrompreis (40 Euro/MWh)
 - Erdgaspreis frei Kraftwerk (20 Euro/MWh)
 - **Investkosten**
 - Erdgaskessel 75 Euro/kW
 - GWP 770 Euro/kW
 - **Jährliche Betriebskosten**
 - Erdgaskessel 3 % des Invests
 - GWP 5 % des Invests

$$LCOH = \frac{I + \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(i+1)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{M_t}{(i+1)^t}}$$



» **Wärmepumpen-Bonus im KWKG verankern**

- Ermöglicht Aufbau von KWK systems mit EE-/Abwärmeanteilen
- Volkswirtschaftlich günstiges Instrument zur Erhöhung des EE-/Abwärmeanteils in der Fernwärme

» **Ansatz ähnlich zu innovativen KWK Systemen**

- Innovative KWK light mit niedrigeren Anteilen an EE-/Abwärmeanteilen
- Zulassung von Abwärmequellen

» **Möglicher Ausgestaltungsansatz**

- Festlegung einer thermischen Leistung der Wärmepumpe in Relation zur elektrischen Leistung der KWK-Anlage, z. B. 30 %
- Jährliche Förderdauer der Wärmepumpe festlegen, z. B. 2.500 Vollbenutzungsstunden
- Umrechnung der Kosten auf 30.000 VbH Gesamtförderdauer

» **Förderhöhe zu EE-/Abwärmeanteil an Wärme sehr günstig**

- In Abhängigkeit der KWK-Anlage ergeben sich für 2,5 ct/kWh_{el} EE-/Abwärmeanteile von 10 – 30 %

		BHKW 4	BHKW 5	BHKW 5 Darf	DT 1	GT 1	BHKW 6	BHKW 6 Darf	GuD 1	GuD 2	GuD 3	GuD 4
el. Leistung	kWel	500	1999	1999	5000	10000	10000	10000	20000	100000	200000	450000
Netzebene		MS	MS	MS	MS	MS	MS	MS	HS	HS	HS	HS
Investition inkl. Planung	Euro(2017)/kWel	1550	985	1075	1500	850	850	880	1200	1200	1100	1000
Wirkungsgrad el.		39%	42%	42%	25%	30%	46%	46%	35%	45%	50%	55%
Wirkungsgrad th.		51%	48%	42%	60%	55%	42%	35%	53%	43%	38%	33%
Wirkungsgrad gesamt		90%	90%	84%	85%	85%	88%	81%	88%	88%	88%	88%
Kalkulationsdauer	a	15	15	15	15	15	20	15	20	20	20	20
Fixe Betriebskosten	Euro(2017)/(kWel a)	35,00	14,00	18,00	12,00	17,00	9,00	11,00	20,00	17,00	17,00	17,00
Variable Betriebskosten	Euro(2017)/(MWh _{el})	17,50	12,50	13,00	9,00	9,00	10,00	10,50	4,00	2,00	1,70	1,70
Fördersumme Wärmepumpe	ct/kWh _{el_KWK}	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54	2,54
WP-Anteil an Referenzwärme		16.05%	17.95%	20.00%	9.43%	12.00%	21.50%	24.73%	14.17%	20.74%	24.75%	29.41%

» Ausblick

» **Die KWK wird auch zukünftig ihren Beitrag leisten (müssen)**

- Zunehmend flexibel, im Einklang mit Erneuerbaren, grüner mit synthetischem Brennstoff
- KWK schafft Versorgungssicherheit im Strom- und Wärmesektor

➔ **Wärmewende mit KWK denken**

» **Power-to-Heat-Anlagen sind Systemdienstleister für Stromnetz**

- Lieferant von Regelernergie zur Integration erneuerbarer Energien
- Flexibilisierung von KWK-Anlagen (z. B. für Redispatcheinsatz)
- Bisherige Fördermöglichkeiten sind nicht ausreichend

➔ **Flex-Bonus im KWKG: zum Aufbau weiterer Flex-Kapazitäten**

» **Die Fernwärme muss und wird erneuerbarer**

- Alle erneuerbaren und CO₂-freien Technologien müssen ihren Beitrag leisten
- Sektorenkopplungstechnologien wie Wärmepumpen sind vielversprechend und in Europa weitverbreitet

➔ **Wärmepumpen-Bonus im KWKG: Zur Erhöhung der EE-/Abwärmeanteile in der Fernwärme**

» **Neue Fernwärme-Wege müssen beschritten werden**

- Wärmequellen und Freiflächen für Solarthermie sind ggf. nur in Randgebieten von Städten zu finden
- Lange Verbindungsleitungen von Wärmequellen und Speicher an das Wärmenetz
- Niedrigere Netztemperaturen zur Erhöhung der Effizienz (von Netz und Erzeugern)

➔ **Die Fernwärme wird sich ändern und ist ein wichtiges Instrument der Wärmewende**

darum fernwärme ...

denn sie ist stubenrein und hilft,
CO₂ zu vermeiden.

fernwärme 
rein ins haus.



Noch Fragen?

www.fernwaerme-info.eu

Dr.-Ing. Jens Kühne
Tel: 069 6304 280
Mail: j.kuehne@agfw.de