

 20. November 2023

KWK: Dezentrales Rückgrat im Zusammenspiel mit der Wärmepumpe



#TeamErneuerbare

Stefan Liesner



- Leitung Marketing & Politik bei der 2G Energy AG
- Seit 2008 bei 2G in verschiedenen Positionen (Entwicklung, Marketing, internationaler Vertrieb)
- Vizepräsident Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung
- Mitglied im Vorstand Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE)
- Mitglied im Vorstand des Landesverband Erneuerbare Energien NRW (LEE NRW)
- Mitglied im Executive Committee bei COGEN Europe

2G Energy auf einen Blick



- Gründung 1995 - Hauptsitz in Heek / Münsterland
- Einer der größten Hersteller von BHKW weltweit (Wasserstoff, Biogas, Klärgas, Deponiegas, Erdgas)
- Weltweiter Technologieführer für H2 BHKW
- Leistungsspektrum: 20 bis 4.500 kW elektrische Leistung
- 14 Tochtergesellschaften im In- und Ausland
- ca. 920 Mitarbeiter weltweit
- Über 8.500 Anlagen in mehr als 60 Ländern installiert
- **Meilenstein August 2023:
Aufnahme von Großwärmepumpen
(100 kW – 2.000 kW thermisch) ins Produktportfolio**



Der B.KWK auf einen Blick



Der B.KWK ist eine branchenübergreifende Initiative von Herstellern, Betreibern und Planern von KWK-Anlagen aller Größen und beliebigen Brennstoffen, ferner von Stadtwerken, Energieversorgern, wissenschaftlichen Instituten und verschiedensten Unternehmen und Einzelpersonen.

Aktuell zählt der B.KWK 392 Mitglieder und ist Fördermitglied im BEE



Vor welchen Herausforderungen stehen wir in der Energiepolitik?



#WocheDerWärme

#TeamErneuerbare

Der Pfad zu 100% erneuerbar



Es braucht die passenden Rahmenbedingungen!

Gesellschaftlicher Konsens:

- Steigender Energiebedarf
- Wind und Sonne statt Kohle und Atom
- Elektrifizieren, wo möglich (Wärme / Mobilität)

Herausforderungen:

- Ausbau der Erneuerbaren stockt in Teilen
- Netzausbau stockt in Teilen
- Volatilität von Wind und Sonne
- Langzeitspeicher / H2 noch nicht ausreichend verfügbar
- Steigende Energiekosten
- Durchsetzung der Wärmewende im Bestand
- Finanzierung der energetischen Maßnahmen

Energie: Metaperspektive vs. Individualperspektive



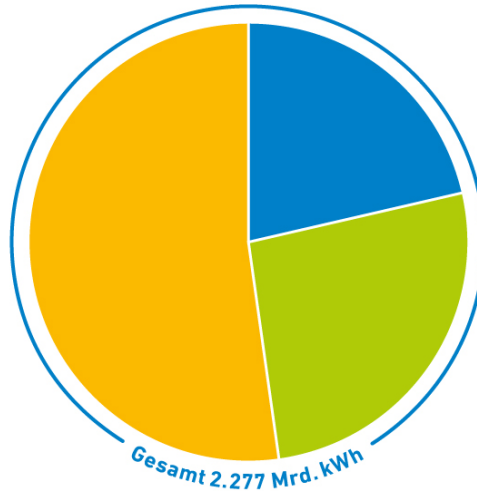
Primäre, politische / Humanitäre Interessen	Primäre, individuelle Interessen von Industrie und Bevölkerung
• Aufhalten des Klimawandels zur Sicherstellung der Lebensgrundlagen für zukünftige Generationen • Nationale Sicherstellung des sozialen Friedens durch Schaffung / Beibehaltung von Wohlstand • Sicherstellung des Friedens zwischen Ländern und Kontinenten in geopolitischen aufgeheizten Zeiten	• Industrie: Sicherstellung der Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Kontext • Bevölkerung: bezahlbare Energiepreise – besonders im Hinblick auf inflationäre Entwicklungen • Grundsätzliche Zukunftsängste im Hinblick auf geopolitische Entwicklungen

Diskussion ums GEG, Industriestrompreise etc. reflektieren genau diese beiden Perspektiven!

Endenergieverbrauch in Deutschland



Wärme und Kälte
(ohne Strom):
1.185,9 Mrd. kWh
52,1 % ●



Nettostromverbrauch:
487,7 Mrd. kWh
21,4 % ●



Verkehr (ohne Strom
und int. Luftverkehr):
603,5 Mrd. kWh
26,5 % ●

**Elektrifizierung des Wärmesektors
und des Mobilitätssektors führen
zu drastischer Erhöhung des
Strombedarfs**

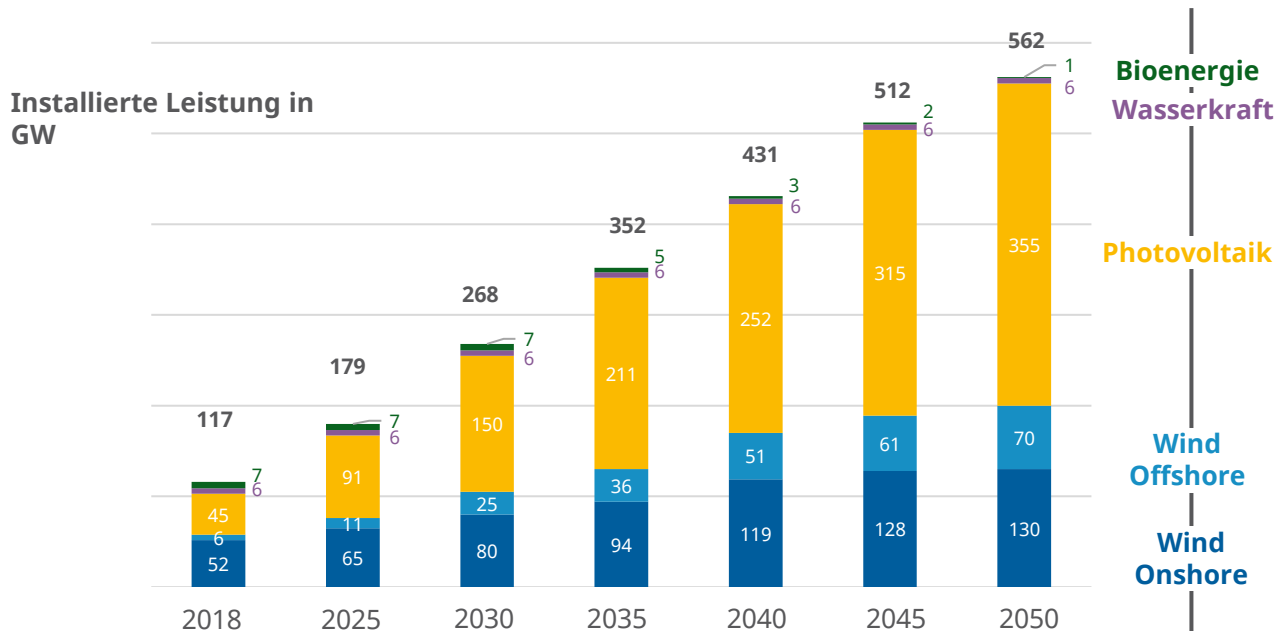
Quelle: eigene Darstellung auf Basis von AGEb, AGEE-Stat; Stand: 3/2021

© 2021 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.



AGENTUR FÜR
ERNEUERBARE
ENERGIEN

EE-Ausbau mit allen Mitteln vorantreiben

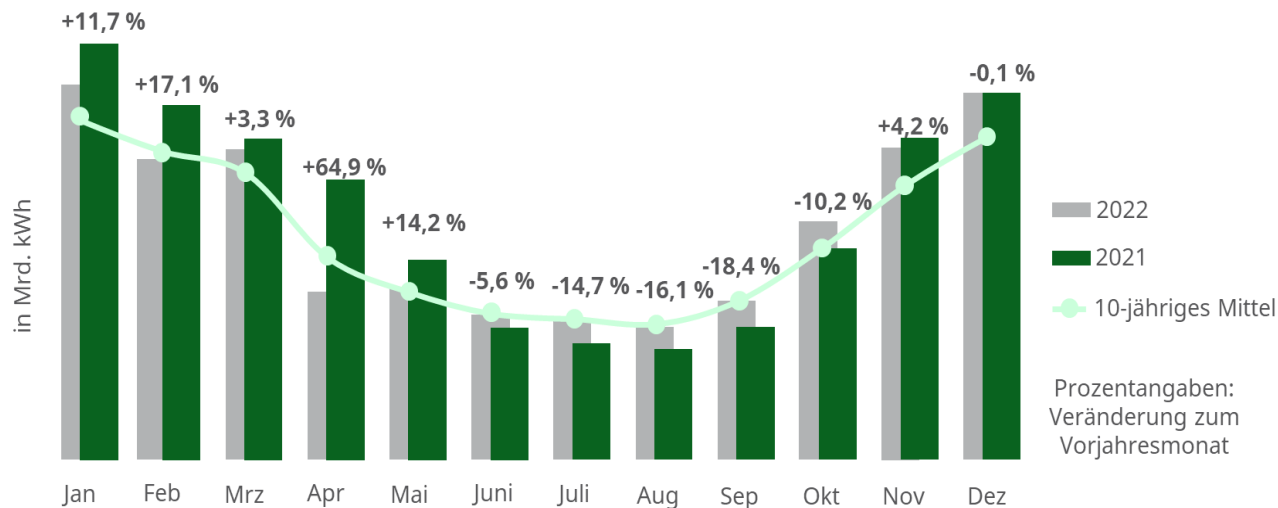


Quelle:
Agora Energiewende,
Klimaneutrales Deutschland, 04/2021

Monatlicher Gasverbrauch in Deutschland

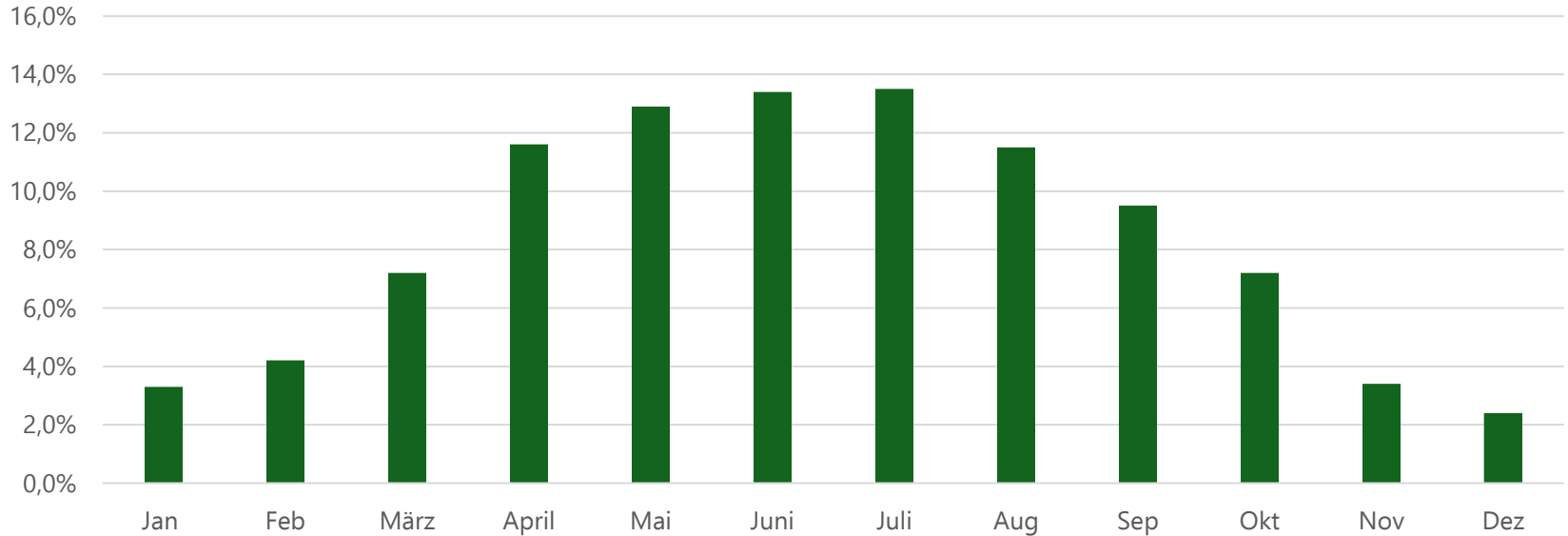


2021: 1.016 Mrd. kWh* (Veränderung zum Vorjahr: +5,3 %)



Quelle: BDEW

Prozentualer PV-Ertrag nach Monaten (Beispiel: Oberbayern)

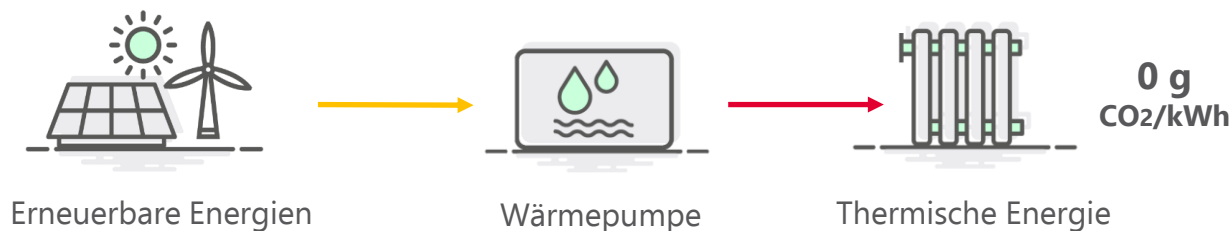


Quelle: PV zolarmagazin

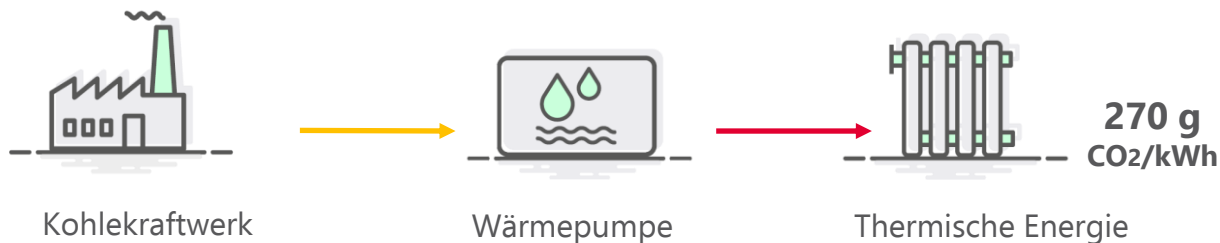
Trotz allem Ausbau bleiben Wind und Sonne volatil



Emissionen Wärmepumpenbetrieb: aktuelle Herausforderungen

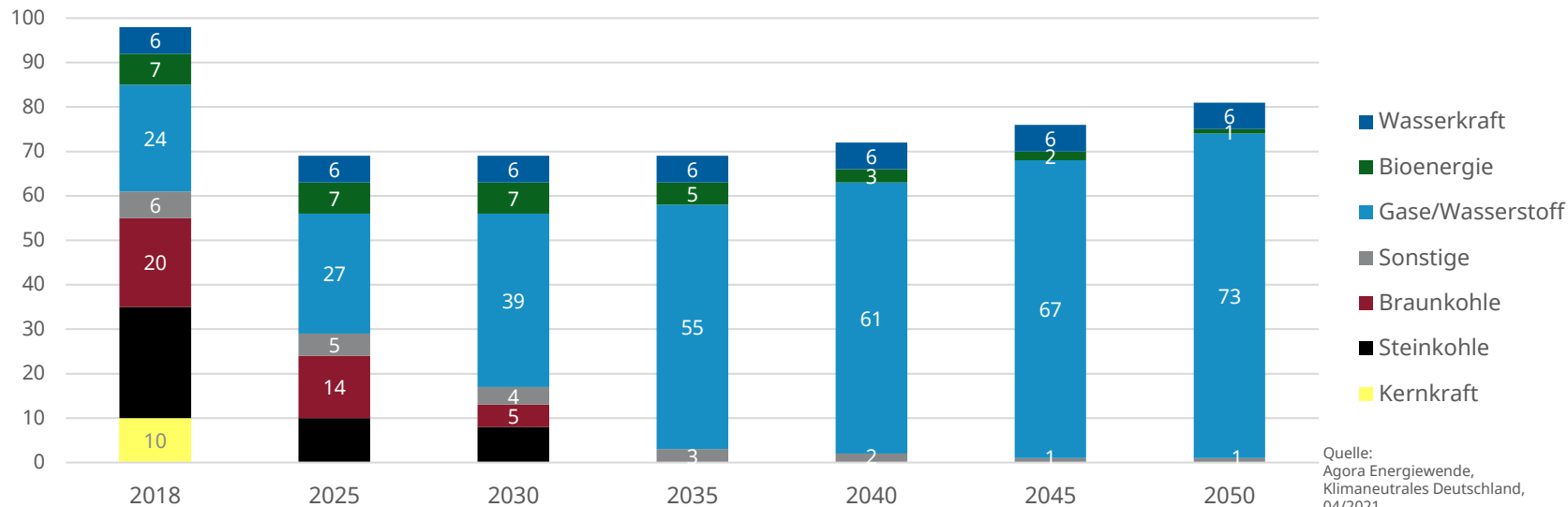


Wunsch



**(oftmals)
Wirklichkeit**

Es bedarf steuerbarer Kraftwerke für die Residuallast



Wie sieht die angekündigte Kraftwerksstrategie im Detail aus?

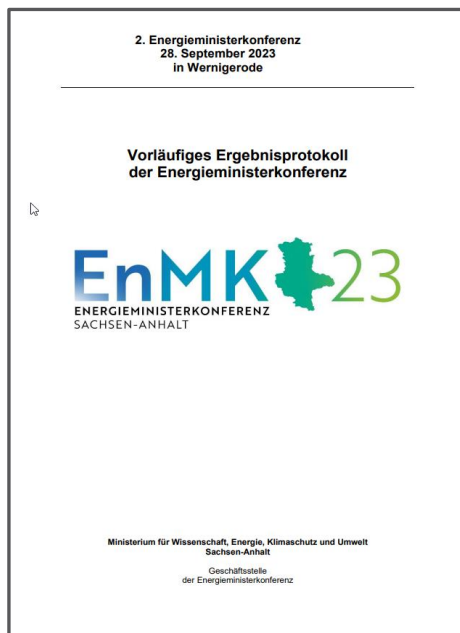
17 – 21 GW Zubau bis 2031

Dezentralität sollte Priorität genießen!



Höchste Effizienz, H2 Readiness & Umrüstbarkeit, 6 GW pro Jahr, reduzierter Netzausbau,
Versorgungssicherheit, Identifikation, sozialverträgliche Energiepreise,...

Energieministerkonferenz 28.09.23 – positives Signal



„Industrielle Gas-KWK-Anlagen tragen nicht nur zur Deckung der Energiebedarfe von Unternehmen oder Verbundstandorten bei, sondern leisten auch wichtige Beiträge zur Stromversorgungssicherheit und zunehmend zur Versorgung mit Abwärme, insbesondere auf der regionalen Ebene. Die Energieministerinnen, -minister, -senatorinnen und der -senator der Länder bitten das BMWK zu prüfen und zur Frühjahrs-EnMK zu berichten, welche Änderungen an den regulatorischen Rahmenbedingungen für industrielle KWK-Kraftwerke in einem grundlegend geänderten energiewirtschaftlichen Umfeld eines vollständig regenerativen Energieversorgungssystems und unter Berücksichtigung der Weiterentwicklung des Strommarktdesigns geplant sind.“

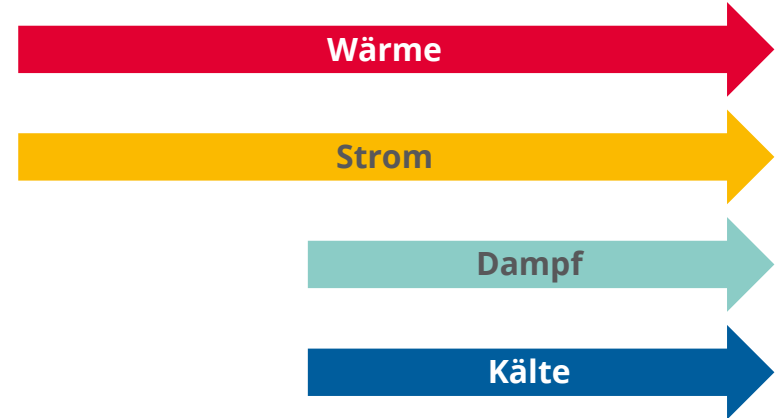


Status KWK



#TeamErneuerbare

Funktionsweise eines Blockheizkraftwerks (BHKW)



Unterschiede verschiedener dezentraler KWK-Anwendung



Objektversorgung (bis ca. 500 kW):

- Entlastung untere Netzebenen
- Energiewende im Bestand
- Ausbau Wärmepumpen / E-Mobilität
- H2 Prio: gering bis mittel



Industrie (bis ca. 5 MW):

- Temperaturanforderungen
- Stärkung Wirtschaftsstandort GER
- Net Zero Strategien in vielen Industrien
- H2 Prio: mittel



Leitungsgebunden (bis mehrere hundert MW):

- Dekarbonisierung Wärmenetze
- Einbindung Kommunen
- Großer politischer Hebel
- H2 Prio: mittel bis hoch

Anforderungen an KWK in der Zukunft



Heute
Biogas,
Biomethan,
H₂, Erdgas

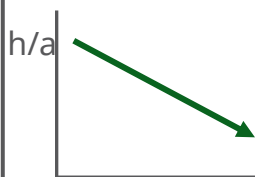
...morgen H₂,
Biogas,
Biomethan



**Betrieb mit Wasserstoff &
erneuerbaren Gasen**



Größere
BHKW...



... weniger
Betriebsstunden...



...große
Wärmespeicher

**Erhöhung der installierten KWK-
Kapazität pro Projekt**

- Sofortreaktion auf Marktsignale
- Vermeidung von Ausfallzeiten
- Intelligente Wartung
- Selbstlernende Maschinen



**Intelligente & digitale Integration
in den Energiemix**

Wasserstoff bei 2G: Strategischer Wachstumstreiber seit 2018



2018 - 2020	Deutschland:	BER Flughafen, Berlin – Demonstrationsanlage	7 Anlagen
	Deutschland:	Energieversorger, Bayern, Projekt Partner Siemens	
	Dubai:	Expo Weltausstellung, Mohammed bin Rashid Al Maktoum Solar Park, Projekt Partner Siemens	
	Deutschland:	Wasserstoff High Performance Centre in Rostock-Laage	
	Japan:	Industrie	
	Deutschland:	Quartiersversorgung in Esslingen	
	Vereinigtes Königreich:	Kirkwall Airport (KOI) Orkney Islands	

2021	Japan:	Energieversorger	7 Anlagen
	Deutschland:	Bundeswehr Universität München	
	Deutschland:	Industrie	
	Japan:	Toyota	
	Japan:	Industrie	
	Deutschland:	Industrie	
	Deutschland:	Industrie in Bremerhaven	

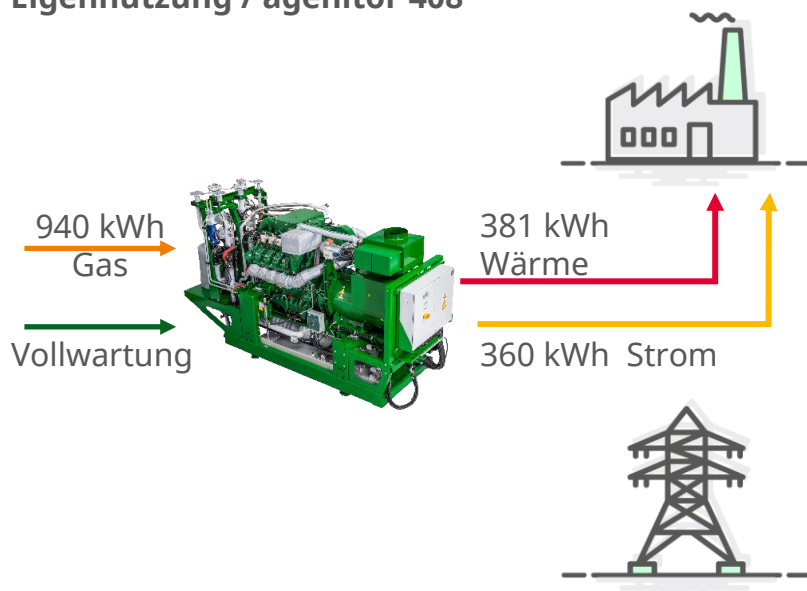
2022	Deutschland:	Quartiersversorgung in Leipzig	9 Anlagen
	Österreich:	Energieversorger	
	Kanada:	Enbridge, Calgary	
	Kanada:	Enbridge, Calgary	
	Deutschland:	Universität	
	China:	Mine Bergbau	
	Japan:	Industrie in Fukushima	

2023	Österreich:	Energiespeicher Unternehmen	6 Anlagen
	Taiwan	Industrie	
	Kanada:	Technologie Center	
	Japan:	Industrie, Präfektur Yamagata	
	Japan:	Industrie, Präfektur Yamagata	
	Japan:	Industrie, Präfektur Yamagata	

Wirtschaftlichkeit 360 kW BHKW



**Wirtschaftlichkeit pro Stunde bei 100 %
Eigennutzung / agenitor 408**



	Menge	Wert	€/Std.
Gaskosten	940 kWh	18 ct/kWh	- 169,20 €
Servicekosten	1 Std.	4,76 €/Std.	- 4,76 €
Kosten			- 173,96 €
Wert des Eigenstroms	360 kWh	35 ct/kWh	126,00 €
Wert der Wärme	381 kWh	24,67 ct/kWh	93,99 €
Erlöse			219,99 €
Überschuss pro Stunde			46,03 €
Überschuss pro Jahr	bei 3.500 Stunden		161.105 €
ROI pro Jahr	bei 462.000 € Invest		34,87 %

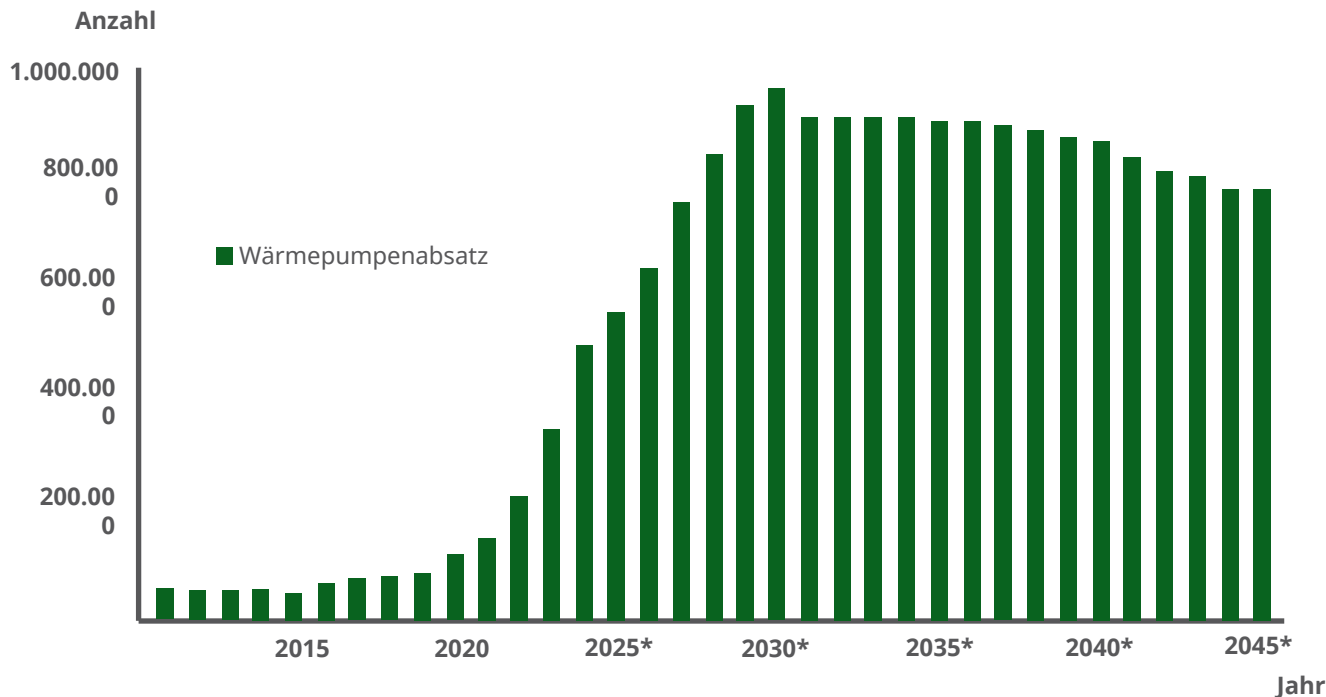


Status Groß-/ Industriewärmepumpen



#TeamErneuerbare

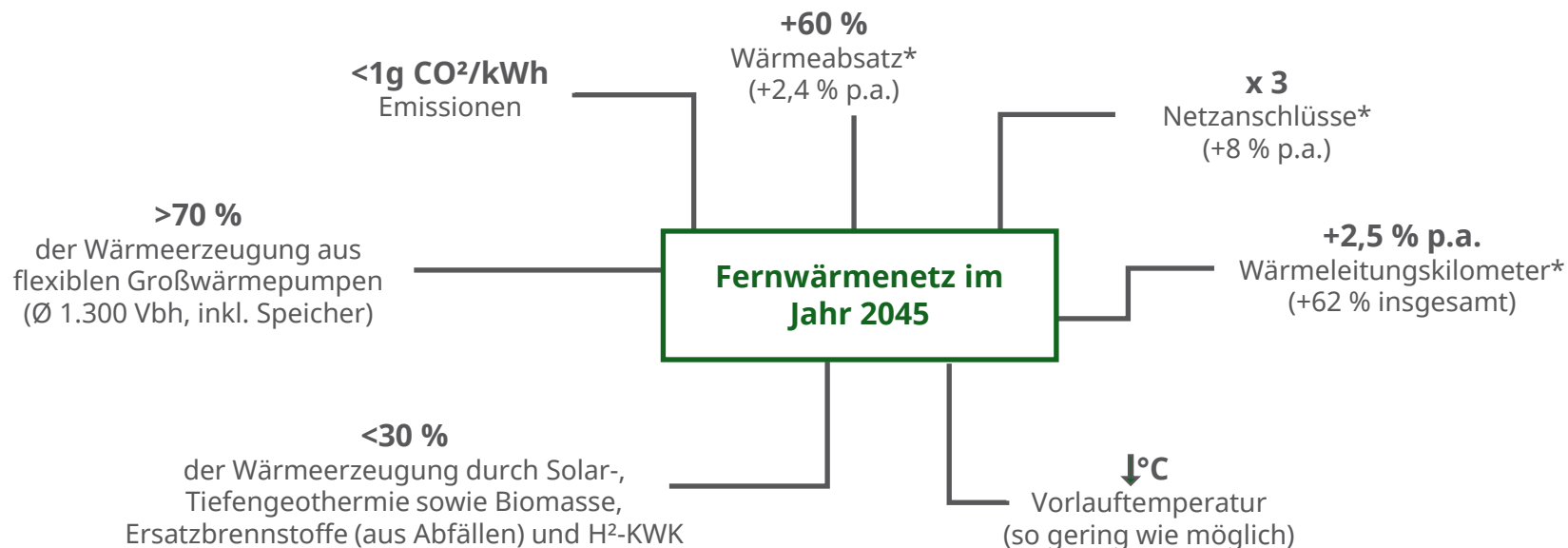
Die Perspektive der Wärmepumpe ist eindeutig...



Wärmepumpenabsatz in
Deutschland von 2011 bis 2045
*ab 2023 Prognose

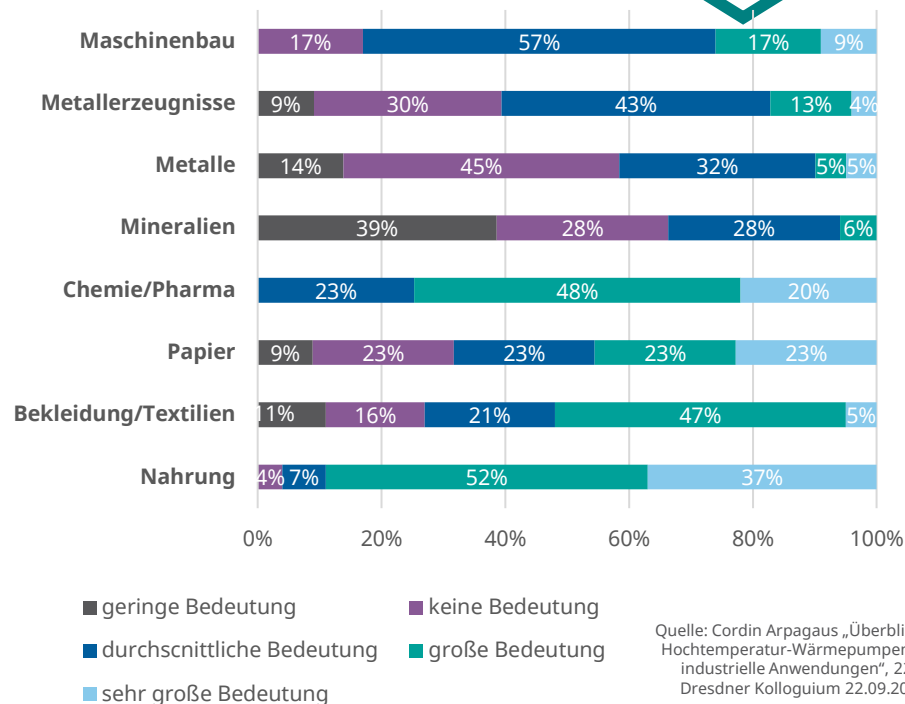
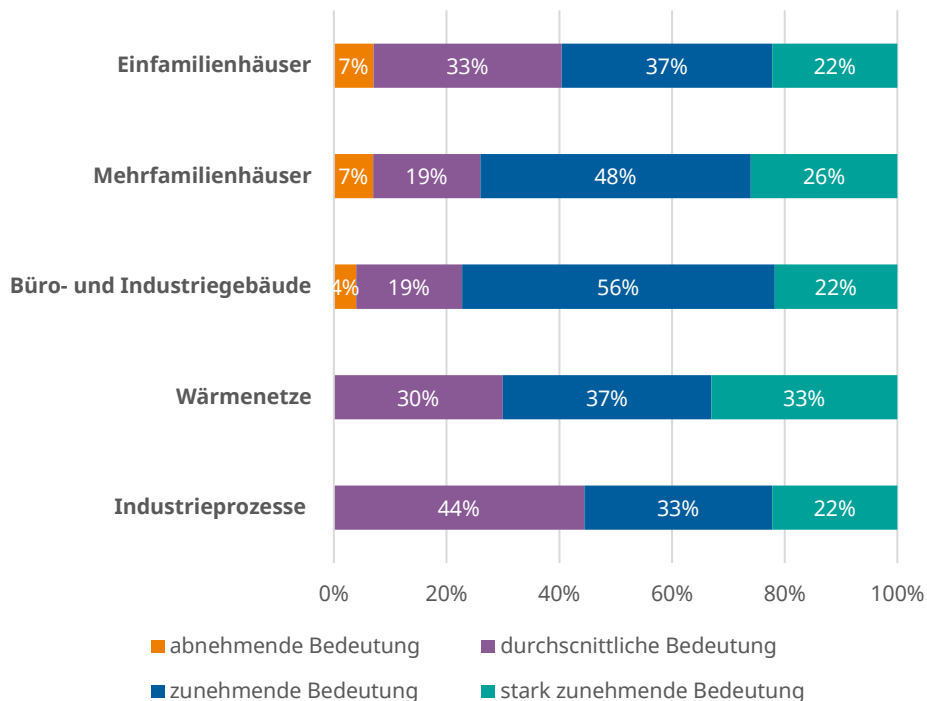
Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e.V.

Erwartete Entwicklung von Wärmepumpen in Wärmenetzen



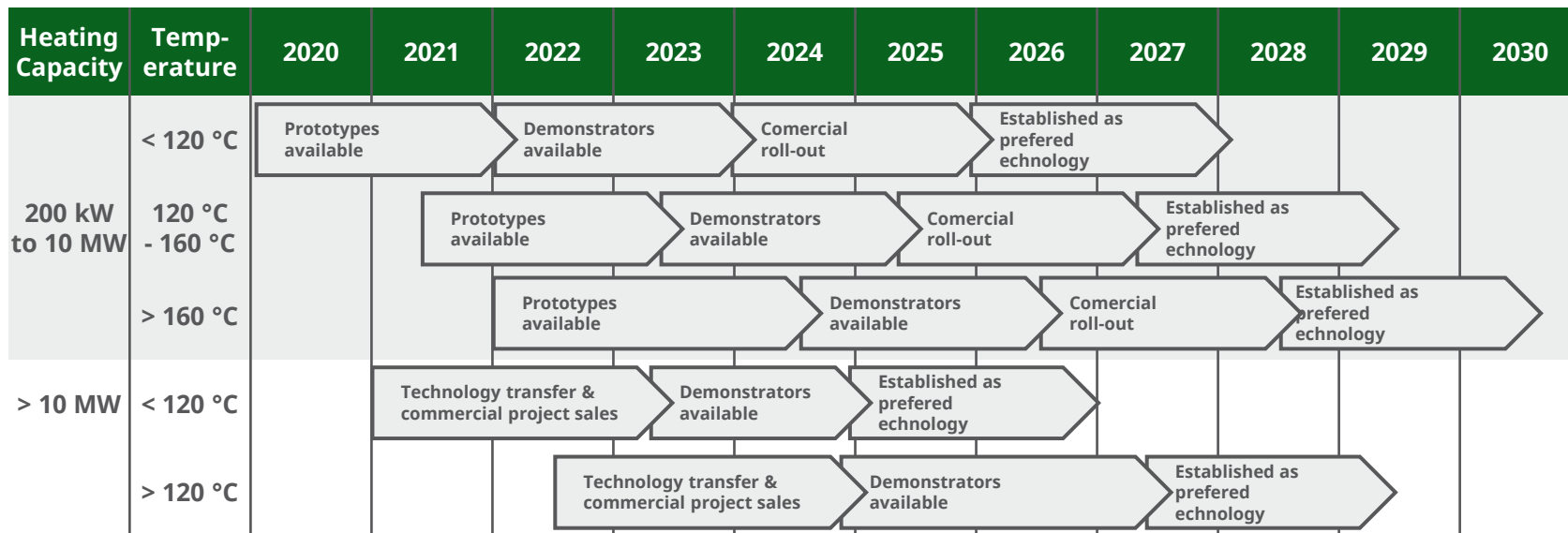
Quelle: Fraunhofer IEG basierend auf Fraunhofer ISI al. (2022). *ggü. dem Stand im Jahr 2020; Zahlen auf Basis von Langfristszenarien III (Fraunhofer ISI et al. 2022b)

Erwartete Entwicklung von Wärmepumpen nach Anwendung



Quelle: Cordin Arpagaus „Überblick zu Hochtemperatur-Wärmepumpen für industrielle Anwendungen“, 22. Dresdner Kolloquium 22.09.203

Mittelfr. Technologieentwicklung bei Großwärmepumpen



Quelle: Danish Technological Institute



Sektorenkopplung und integrierte Fahrweise



#TeamErneuerbare

Zielbild des Energiemarktes aus Verbrauchersicht / Strompreis



80% Wind / Sonne 20% regener. Speicher	• Direktverstromung überall wo es geht • Wärmepumpen • Energieeffizienz • Wandlung überschüssiger Wind- / Sonnenstrom in Wasserstoff statt Abriegelung • Geothermie	10 ct / kWh (Stromgestehung / Beispiel)	$0,8 \times 10 \text{ ct} = 8 \text{ ct}$	18 ct / kWh (Beispiel)
	• Biogas • Wasserkraft • Wasserstoff • Batteriespeicher • Effiziente Gasnutzung (KWK)	50 ct / kWh (Stromgestehung / Beispiel)	$0,2 \times 50 \text{ ct} = 10 \text{ ct}$	

Zentrale Frage: Wie muss ein funktionierendes Marktmodell dafür aussehen?

Technische Vorurteile gegenüber WP und KWK



Wärmepumpe

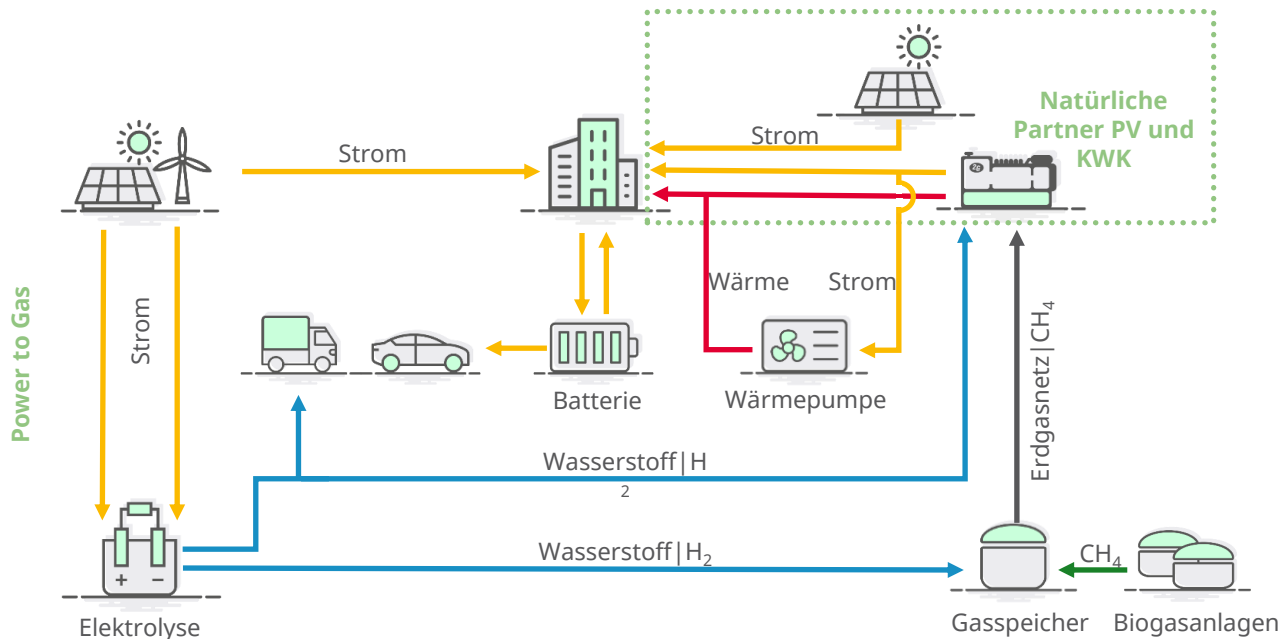
- Zu teuer in der Anschaffung
- Keine hohen Temperaturen möglich
- Nicht effizient in der Heizperiode
- Im Altbau nicht einsetzbar
- usw.

KWK

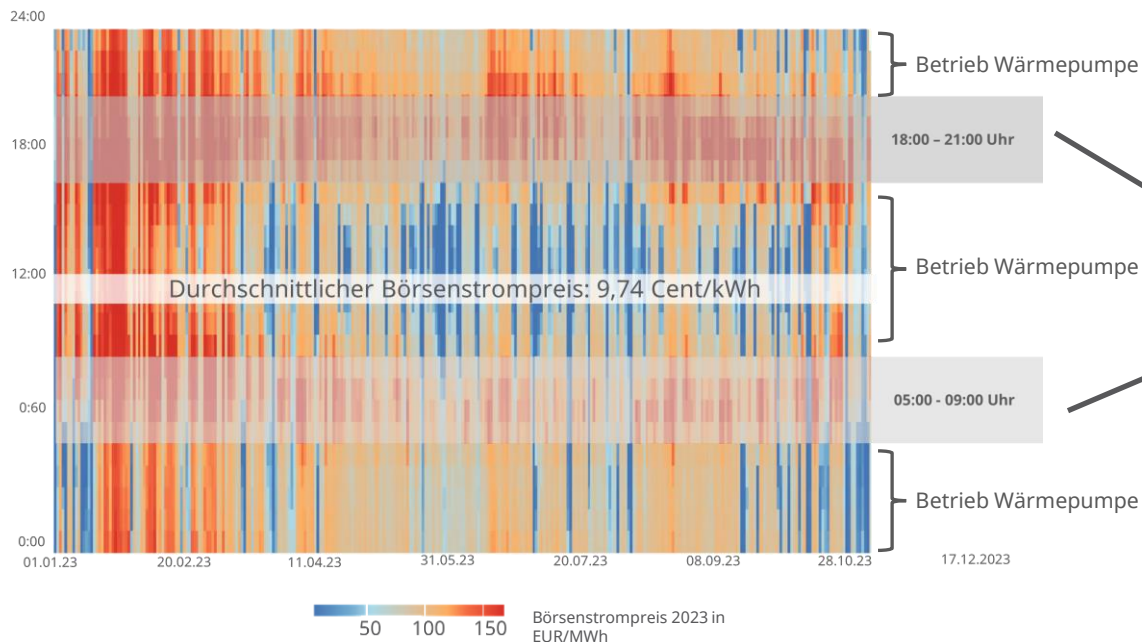
- Fossiler Dauerläufer
- Nicht flexibel
- Wärmegeführt
- Limitiert auf Erdgasbetrieb
- usw.

Synergien entkräften Vorurteile!

Sektorenkopplung in der Metaperspektive

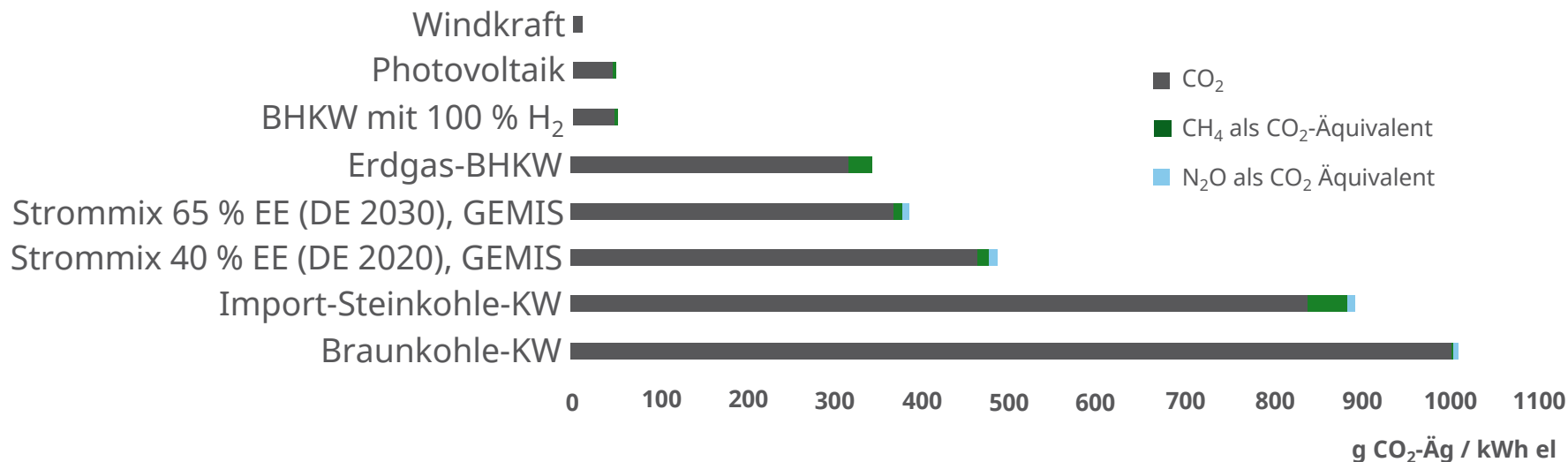


Was heißt das für die tägliche Betriebsweise?



Gleichzeitige Senkung
von CO2 Emissionen
und Energiekosten
durch den Betrieb von
KWK

Treibhausgasbilanz verschiedener Energiesysteme

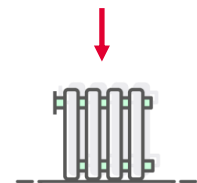


„Wenn schon notgedrungen Erdgas – dann zumindest hocheffizient“

Sektorenkopplung vor Ort

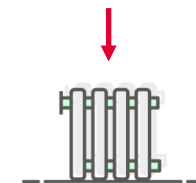
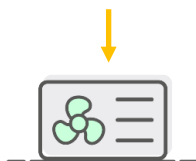


Zielbild:
100% EE Strom verfügbar



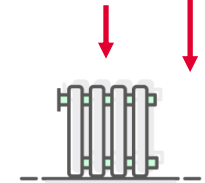
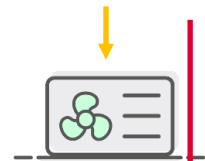
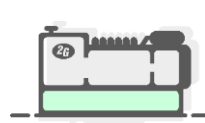
0 g
CO₂/kWh

Aktuell noch zu oft
Kohlestrom im System



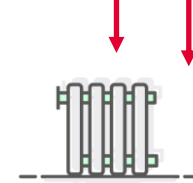
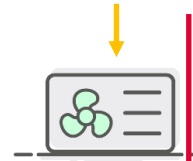
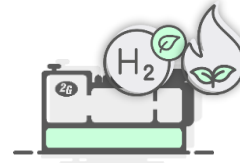
270 g
CO₂/kWh

Kombination WP /
BHKW / Erdgas



112 g
CO₂/kWh

Kombination WP /
BHKW / EE-Gas



0 g
CO₂/kWh

KWK & Wärmepumpen: Kombinationsmöglichkeiten



Kleinanlagen (Temperaturabhängig)

- KWK hilft bei zu niedriger Außentemperatur

Hochtemperatur / Industrielle Anforderungen

- Dampf aus KWK & Kombi mit WP für die Industrie

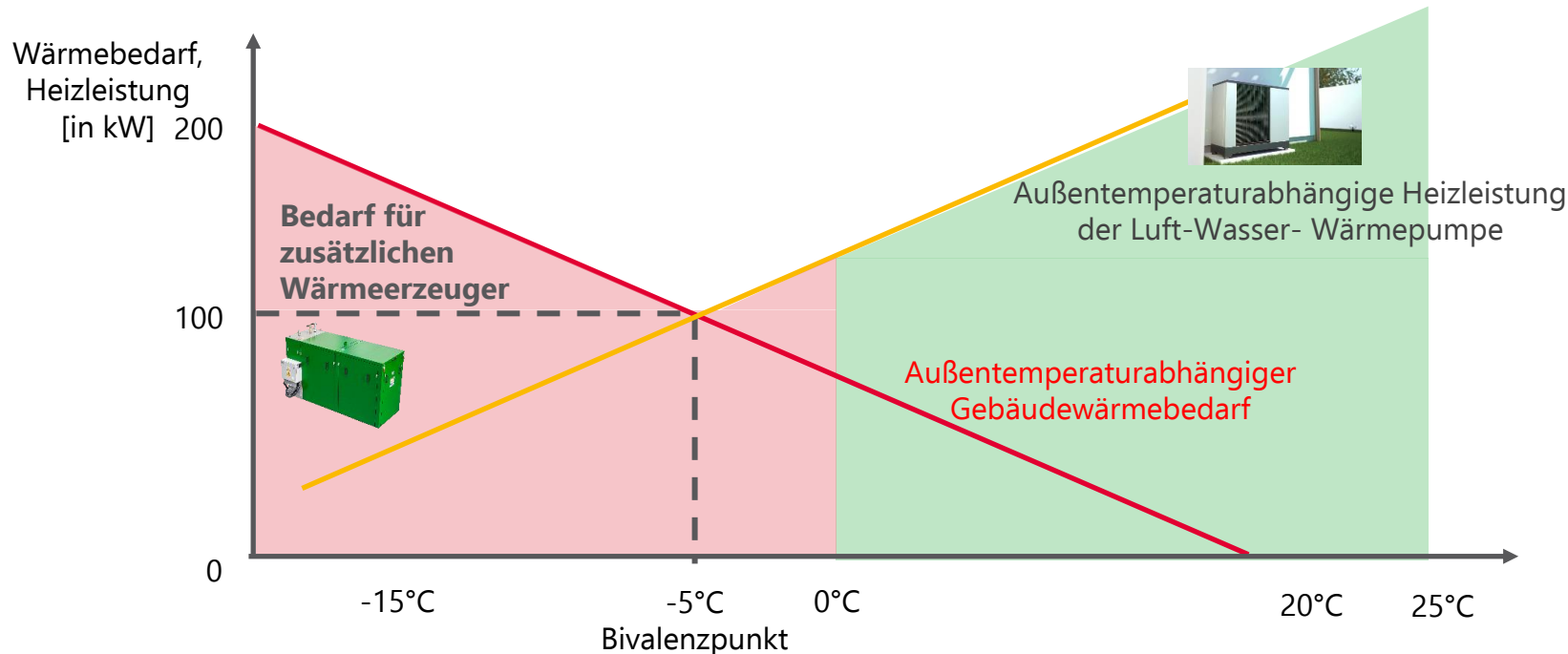
Innovative KWK-Anlagen (Strompreisabh.)

- Sektorenkopplungslösung für Industrie & Wärmenetze

Wirkungsgrad-Optimierung / Effizienzsteigerung

- Zusätzliche Nutzbarmachung von BHKW-Abwärme
 - Gemischkühlwärme
 - Raumwärme
 - Brennwert-AWT

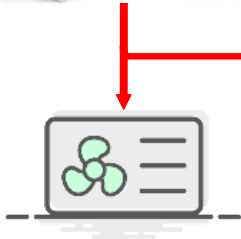
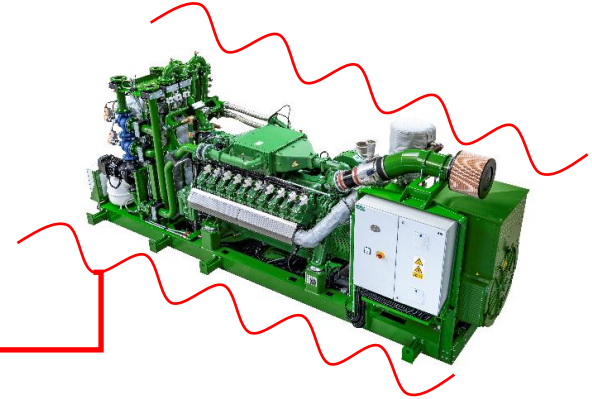
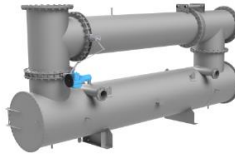
Bsp. Physikalisches Zusammenspiel (Objektversorgung mit 100 kWth BHKW)



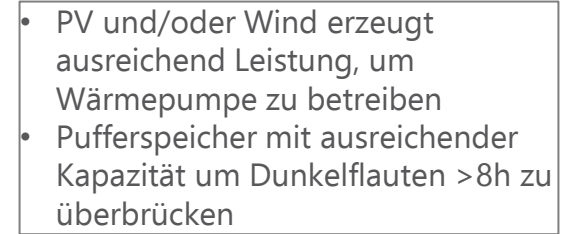
Wärmepumpe | BHKW-Kombination zur Effizienzsteigerung



- **Nutzung von BHKW-Abwärme**
 - Gemischkühlwärme
 - Wärme aus Brennwert-AWT
 - Strahlungswärme

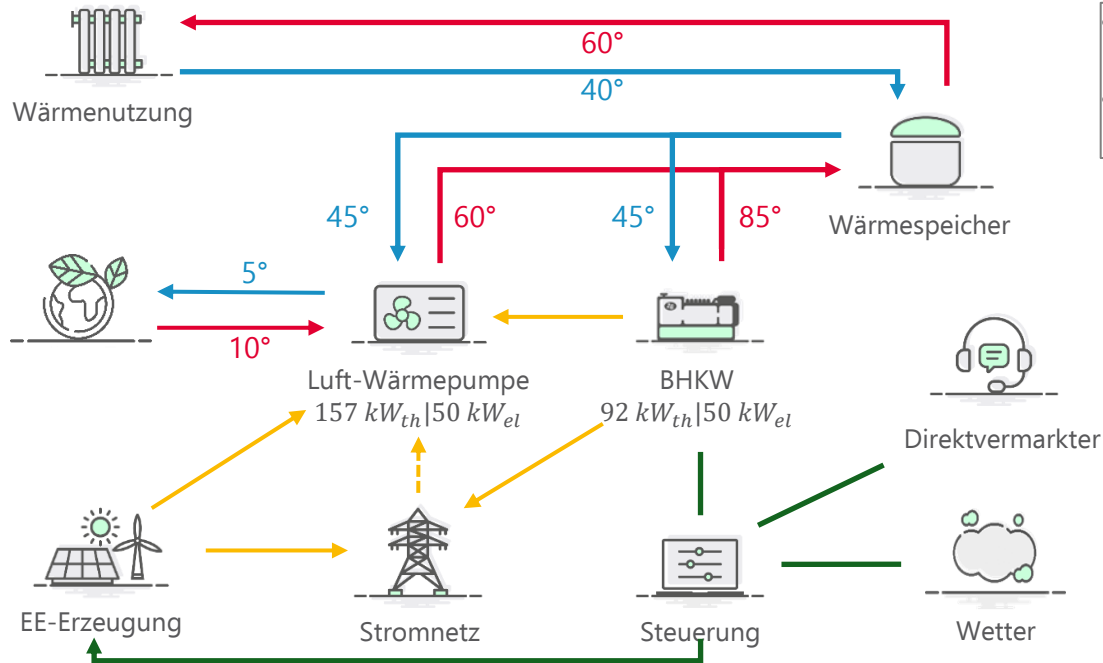


- **Effekt: Effizienzsteigerung der Gesamtsystems**



- Stromfluss
- HK-Rücklauf
- HK-Vorlauf
- Kommunikation

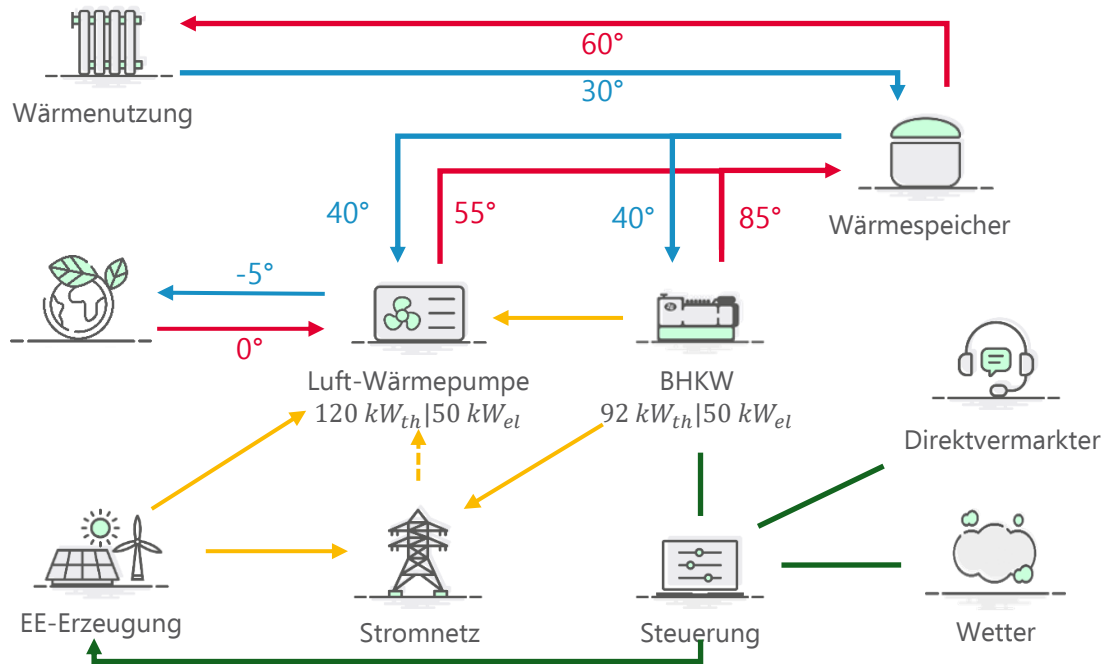
Kombibeispiel Frühling / Herbst



- Wärmepumpe wird größtenteils über PV und Wind betrieben
- BHKW läuft an Tagen mit Dunkelflaute oder als Booster

- Stromfluss
- HK-Rücklauf
- HK-Vorlauf
- Kommunikation

Kombibeispiel Winter



- Wärmepumpe wird größtenteils über PV und Wind betrieben
- BHKW läuft an Tagen mit Dunkelflaute oder als Booster

- Stromfluss
- HK-Rücklauf
- HK-Vorlauf
- Kommunikation



Lösungsanbieter 2G



#TeamErneuerbare

2G Anlagenportfolio KWK-Anlagen



Produktgruppe	Leistungsklasse	Gasart
g-box	20 bis 50 kW	Erdgas / Flüssiggas
aura	100 bis 420 kW	Erdgas / Wasserstoff
agenitor	80 bis 450 kW	Erdgas / Biogas / Wasserstoff
avus	400 bis 4.500 kW	Erdgas / Biogas / Wasserstoff



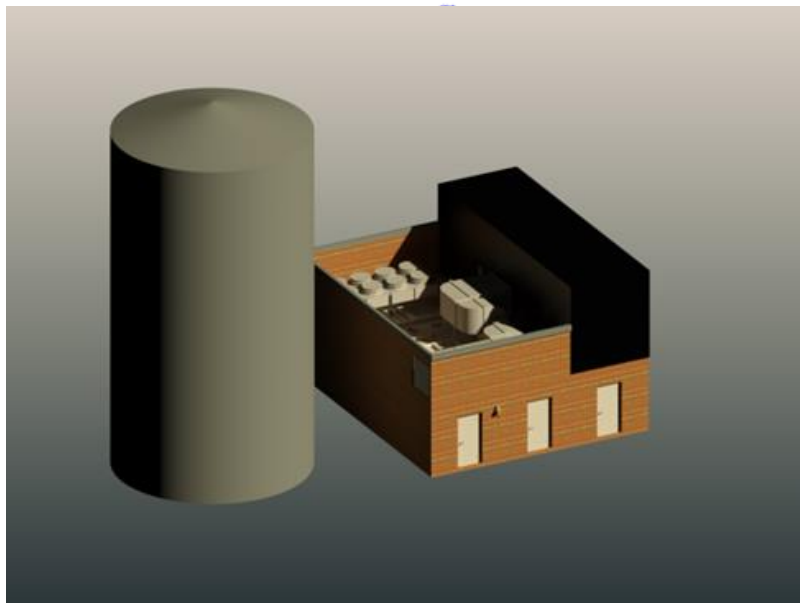
2G Anlagenportfolio Großwärmepumpen



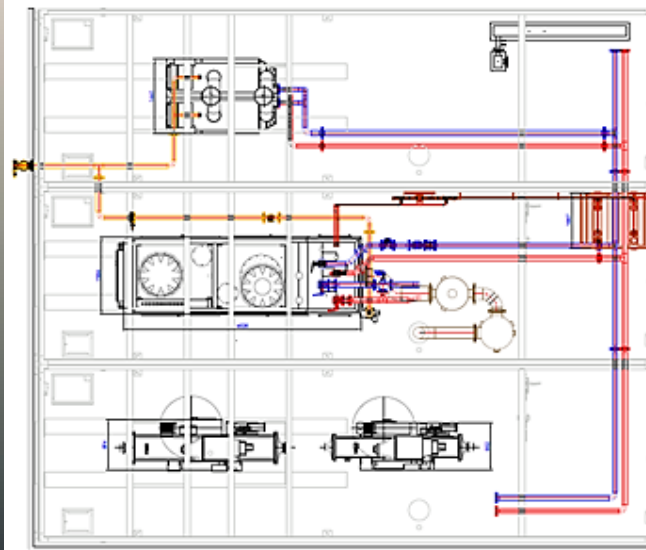
Typ	Temp.-Hub in °C	Leistungsbereich in kW (ca.)
Luft-Wasser	7 -> 45	150 - ca. 600
	10 -> 45	150 - ca. 250 (bis ca. 1 MW kaskadiert)
Wasser-Wasser	30 -> 80	150 - ca. 250 (bis ca. 1 MW kaskadiert)
	10 -> 80	150 - ca. 250 (bis ca. 1 MW kaskadiert)
	30 -> 90	150 - ca. 250 (bis ca. 1 MW kaskadiert)
Zweistufige Lösungen	(-5-10) -> 90	150 - ca. 2000
Hochtemperatur	xx -> 90 - x	projektspezifisch

Projektspezifisch auch Einzelanlagen bis 1 MW und größer verfügbar!

„2G Green Cube“ als schlüsselfertige Lösung KWK/WP



Top view with roof



Draufsicht ohne Dach
Top view without roof

Einfache „schlüsselfertige“ Lösung im Hinblick auf die kommunale Wärmeplanung

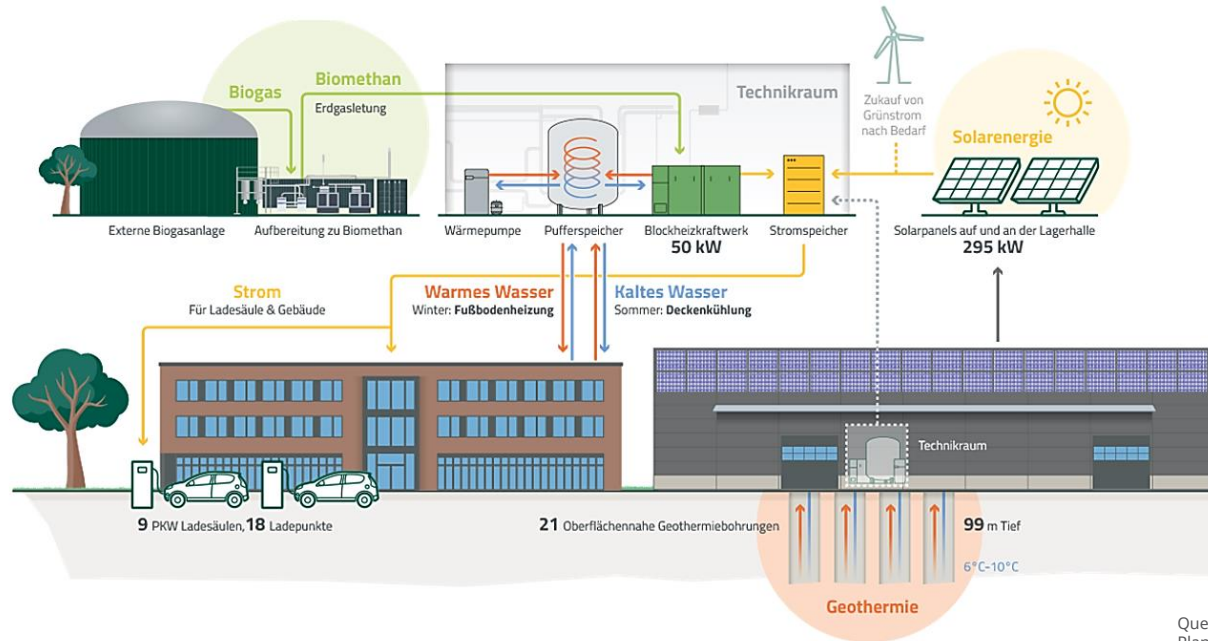


Beispiel kombinierter Systeme



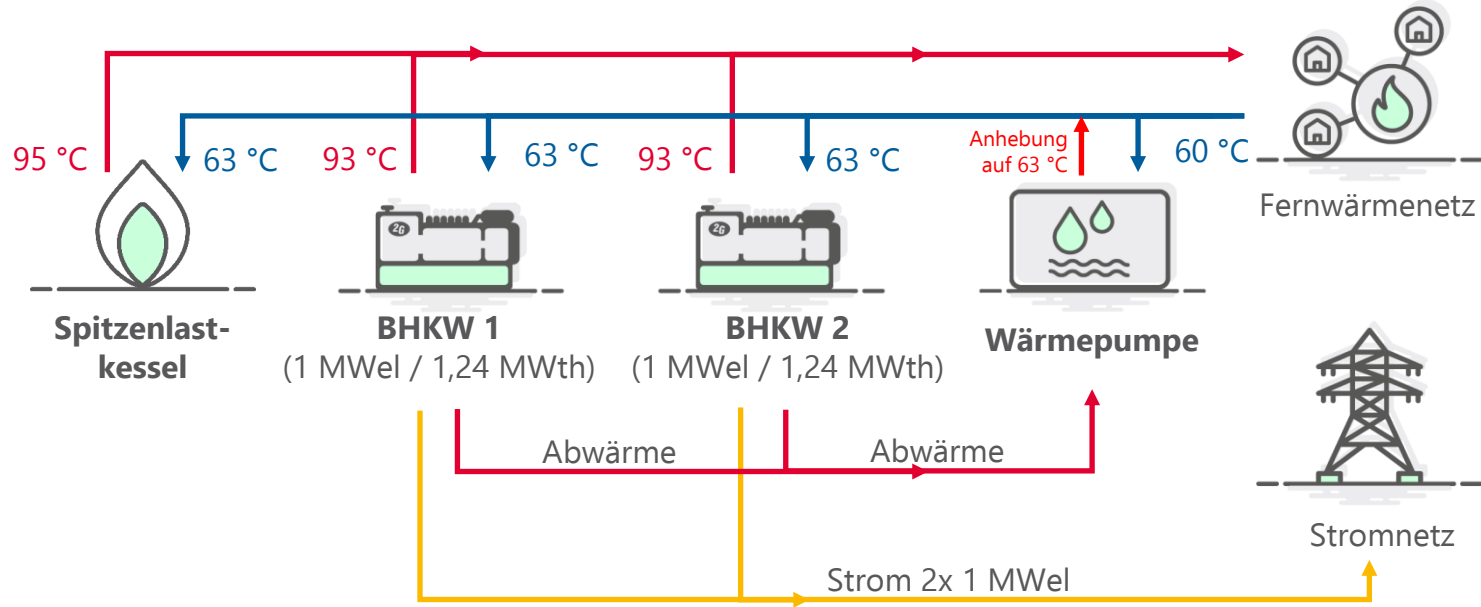
#TeamErneuerbare

Industrie / Gewerbe: PlanET Gescher

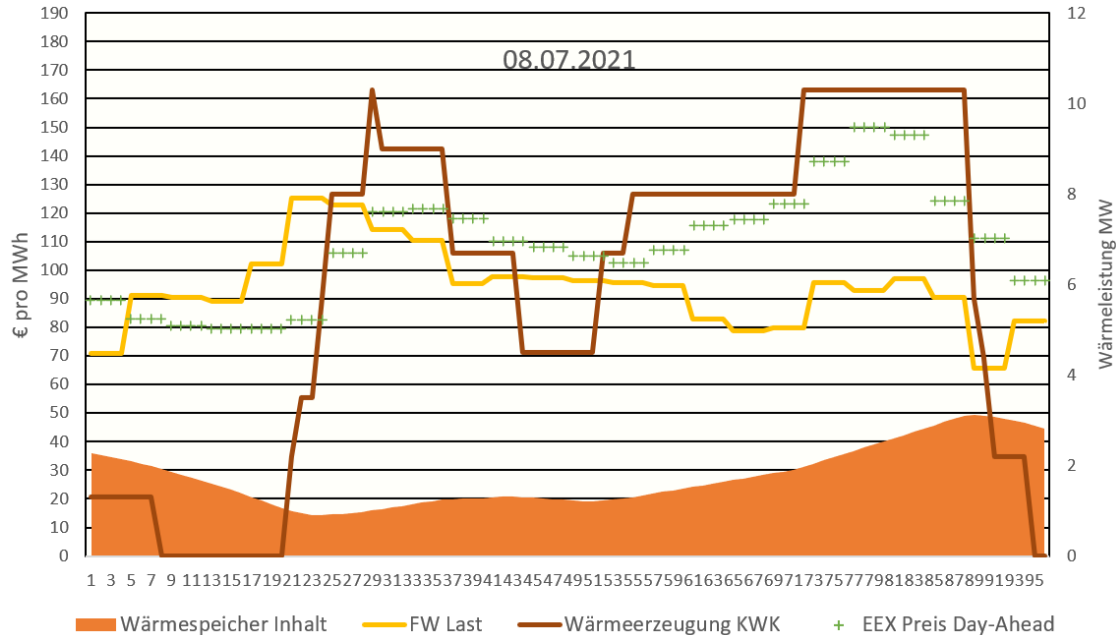


Quelle:
PlanET Biogas Group

Stadtwerke Bad Lauterberg: Rücklauftemperaturenanhebung



Beispiel: Stadtwerke Lemgo



- 33 Mwel KWK Leistung
→ überwiegend 2 MW Anlagen
- 16 GWh/a Fernwärmeabsatz
- Technologiemix aus KWK, PtH, Groß-Wärmepumpe, iKWK
- Einsatz der KWK-Anlagen kostenoptimiert / strommarktdienlich
- Aktuelle Überlegungen zur Einbeziehung von Wasserstoff in den Energiemix



Fazit



#WocheDerWärme

#TeamErneuerbare

Key Take-Aways



- Wind und Sonne mit aller Macht weiter ausbauen!
- Bei ausreichender Menge Erneuerbare Energie im System müssen Wärmepumpen grundsätzlich Vorrang genießen bei der Wärmeversorgung – egal ob in Wärmenetzen oder bei der Objektversorgung
- Das Backupsystem in Form von Molekülen gilt es möglichst effizient auszugestalten. Es gibt dazu keine effizientere Möglichkeit als die dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung
- Schon heute sind KWK-Anlagen uneingeschränkt H2 proven / Umrüstung bestehender Erdgasanlagen problemlos möglich
- 6 GW flexible Kraftwerkskapazität könnte die deutsche KWK-Branche jährlich installieren (Bsp. NRW: Kohleausstieg NRW erfordert schnelle Alternativen bis 2030)
- Reduzierung der Kosten des Netzausbaus in den unteren Netzebenen bei effizienter Kombination von Wärmepumpe und KWK
- Bei passenden ausgestaltetem Energiemarktdesign können Stadtwerke und Industriebetriebe durch den marktwirtschaftlichen Einsatz von KWK-Anlagen in Kombination mit Wärmepumpen einen volkswirtschaftlichen Nutzen erbringen -> weniger Bedarf an neu zu errichtenden, subventionierten Kraftwerken

Hohe Wirkung im Duo!



Die Wärmepumpe fährt voran

Die KWK hilft über den Berg



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Stefan Liesner

2G Energy AG

Benzstraße 3

48619 Heek

Mail: s.liesner@2-g.de

Tel.: 015254618521



#WocheDerWärme

#TeamErneuerbare