

Umgebungsluft als Wärmequelle für Fernwärme

Erfahrungen aus dem Planungsprozess einer iKWK-Anlage

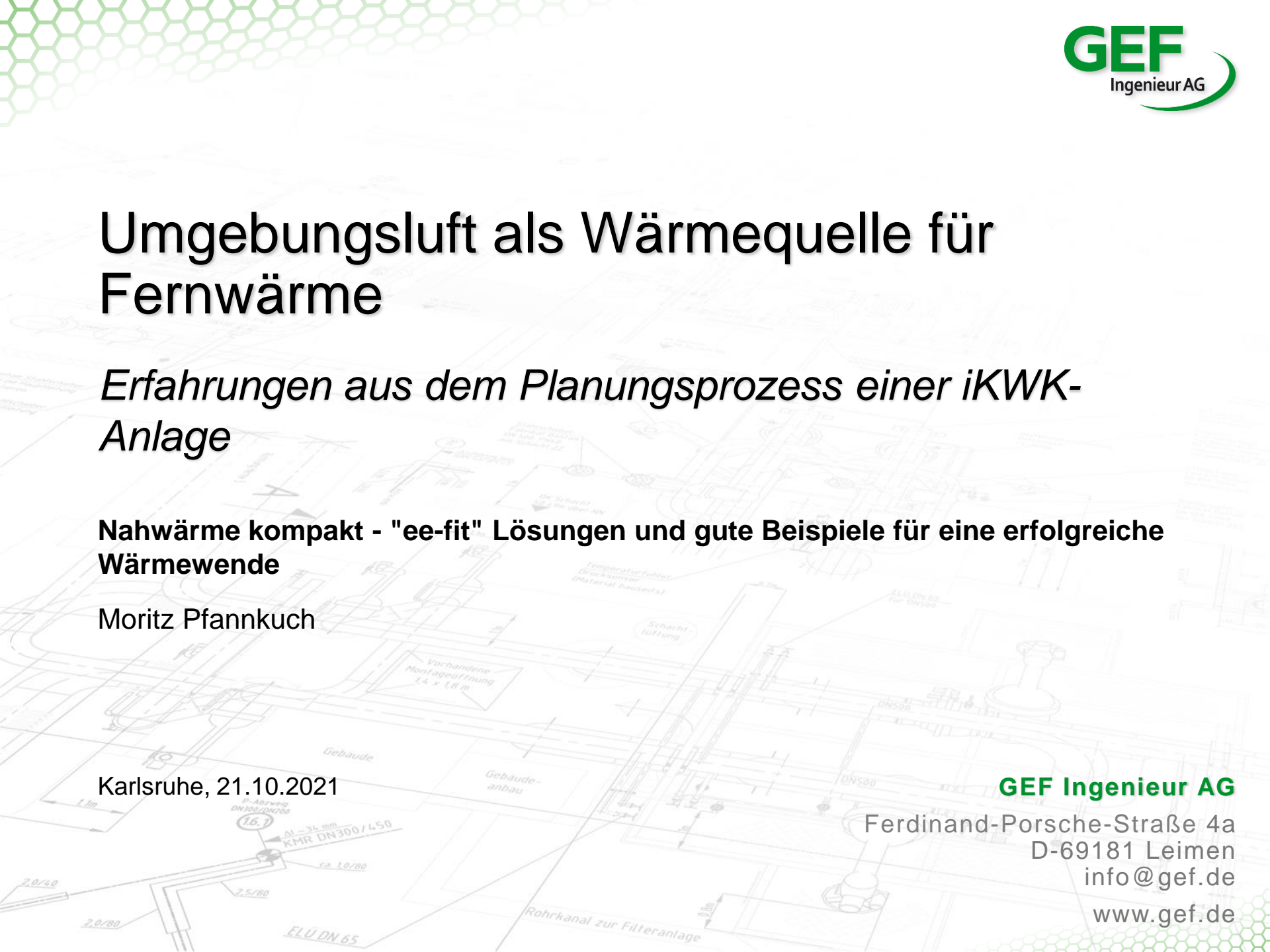
Nahwärme kompakt - "ee-fit" Lösungen und gute Beispiele für eine erfolgreiche Wärmewende

Moritz Pfannkuch

Karlsruhe, 21.10.2021

GEF Ingenieur AG

Ferdinand-Porsche-Straße 4a
D-69181 Leimen
info@gef.de
www.gef.de

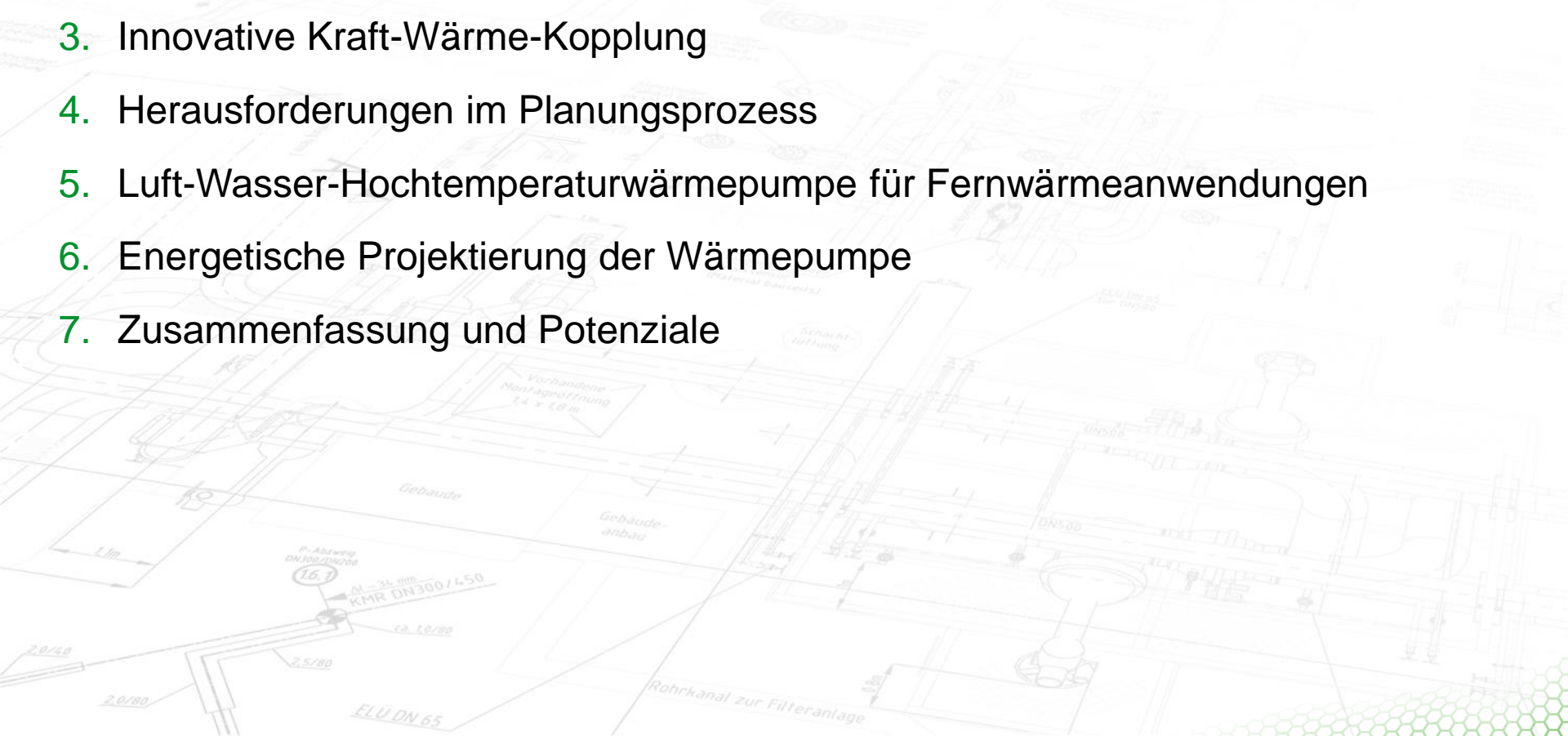


Umgebungsluft als Wärmequelle für Fernwärme

Erfahrungen aus dem Planungsprozess einer iKWK-Anlage

Agenda

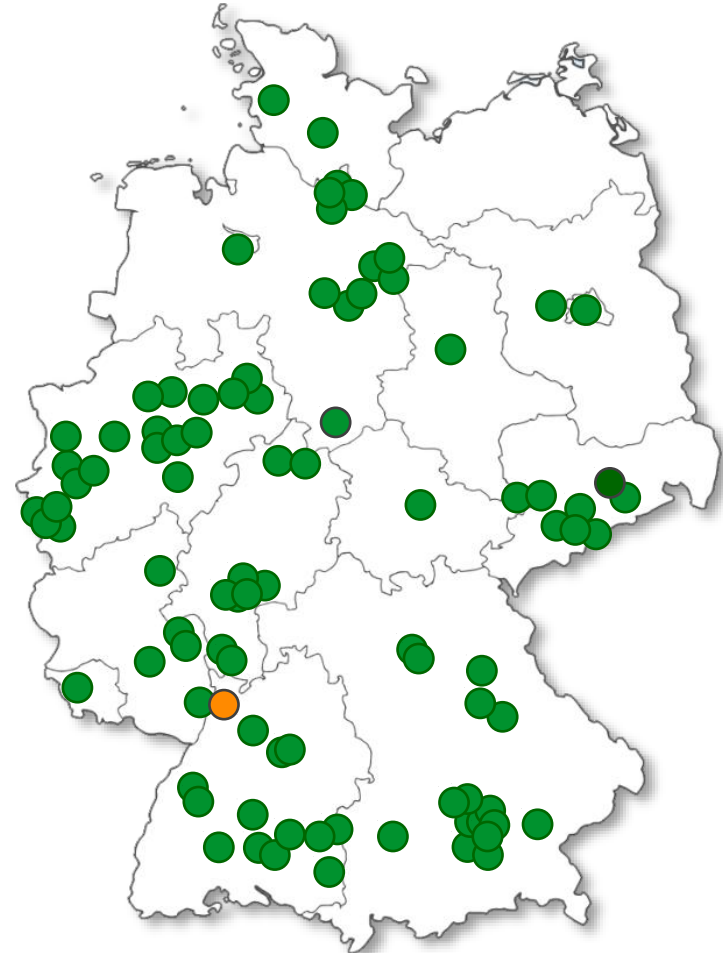
1. Vorstellung GEF Ingenieur AG
2. Vom ehemaligen Kohleheizwerk zur iKWK Anlage
3. Innovative Kraft-Wärme-Kopplung
4. Herausforderungen im Planungsprozess
5. Luft-Wasser-Hochtemperaturwärmepumpe für Fernwärmeanwendungen
6. Energetische Projektierung der Wärmepumpe
7. Zusammenfassung und Potenziale



- gegründet 1984
- Hauptsitz in Leimen bei Heidelberg
- Standort Chemnitz seit 1990
- Umwandlung zur AG im Jahr 2000
- 55 Mitarbeiter/innen
- Prämiertes Qualitätsmanagement in 2019 nach dem Qualitätsstandard *Planer am Bau*

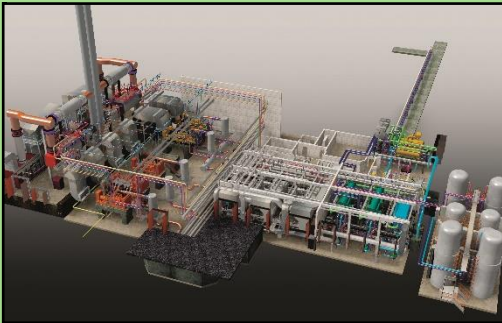


Projektstandorte



Leistungsspektrum

Erzeugungsanlagen



Planung und Bauüberwachung

- Erzeugungsanlagen für Strom, Wärme und Kälte
- Umwandlungs- und Übergabestationen
- Druckerhöhung, Anlagentechnik, EMSR-Technik

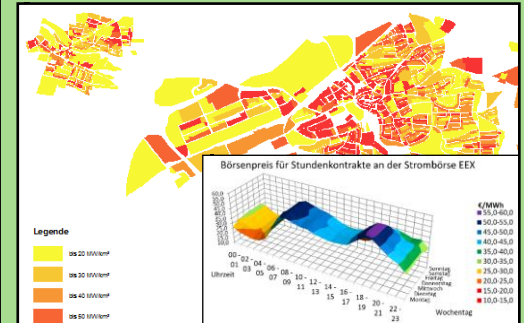
Trassenplanung



Planung und Bauüberwachung

- erd- und freiverlegte Fernwärmetrassen
 - Vortriebe
 - Hausübergabestationen
- Rohrstatik, Software sisKMR

Studien und Forschung



Bedarfs- und Potenzialanalysen

- Machbarkeitsstudien
- Hydraulische Netzberechnung
- Gutachten
- Strategieberatung

Vom ehemaligen Kohleheizwerk zur iKWK Anlage

- denkmalgeschütztes Kraftwerksgebäude, 100 Jahre alt
- langjährige Transformationsgeschichte der Erzeugungstechnik
- 3 Teilnetze mit insgesamt 16 MW Netzlast Fernwärme
- Vorlauf-Temperaturen: 105°C konstantes Netz Industrie, 80°C bis 100°C Wohngebietsnetze
- **Ziel: „Fit für die Energiewende machen“**

Planungsumfang GEF

Neukonzeption der
Netzhydraulik am
Kraftwerksstandort

Umbau für Betrieb einer
multivalenten
Erzeugungstechnik

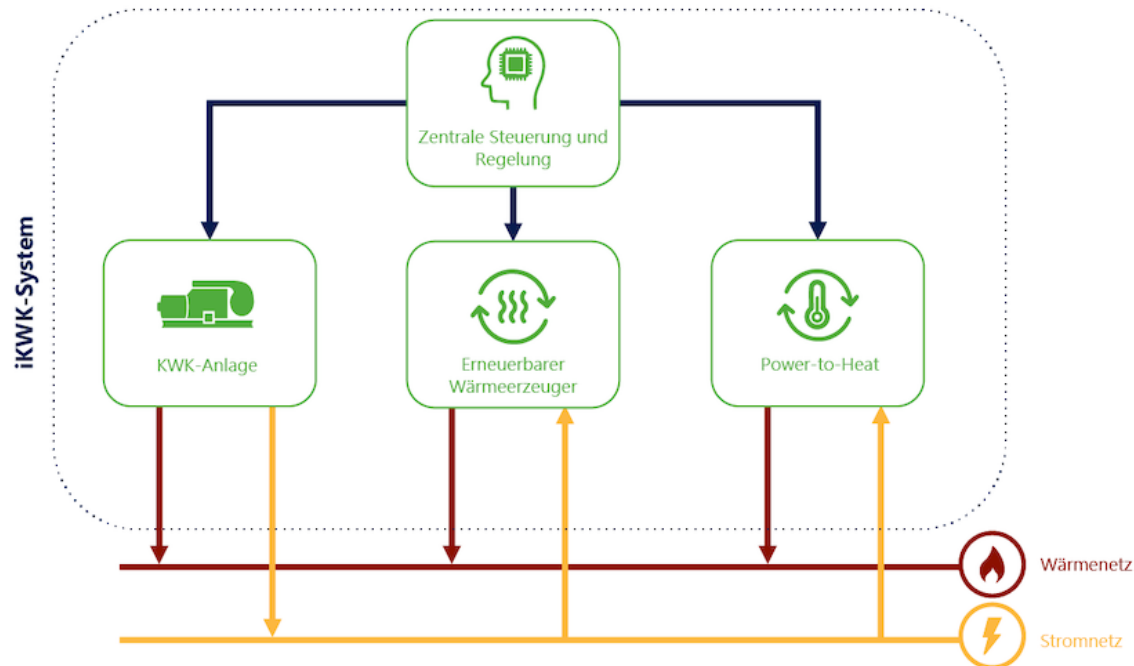
Planung der
Wärmepumpeneinbindung

Elektrotechnik und zentrale
Steuerungstechnik iKWK



- **Definition laut Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)**

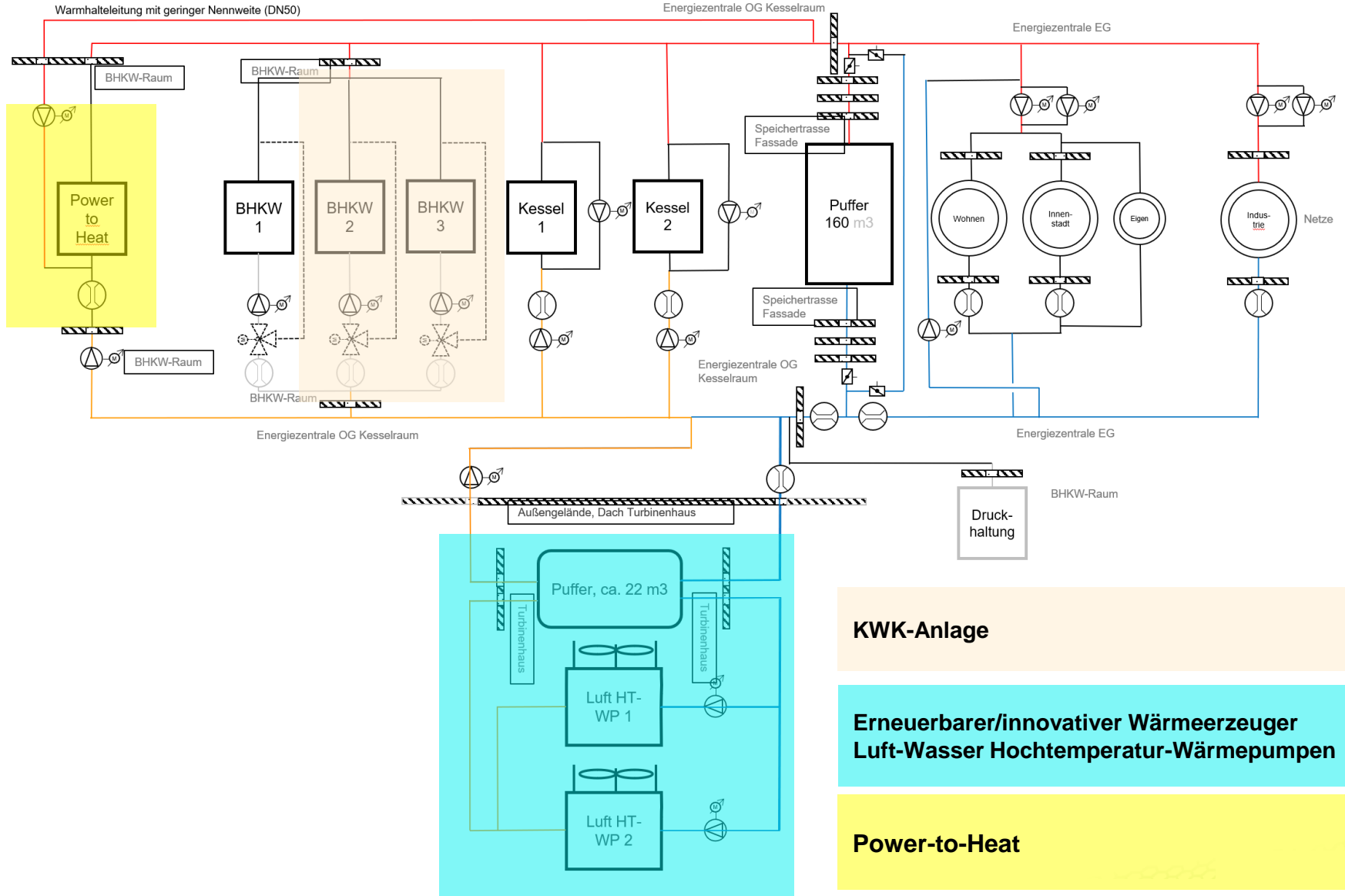
„Innovative KWK-Systeme sind besonders energieeffiziente und treibhausarme Systeme, in denen KWK-Anlagen in Verbindung mit hohen Anteilen von Wärme aus erneuerbaren Energien KWK-Strom und Wärme bedarfsgerecht erzeugen oder umwandeln, vgl. § 2 Nr. 9a KWKG.“



Quelle: vk-energy.de/iKWK

- **Erhöhung der Netzstabilität, Beitrag zur Sektorenkopplung**
- **Höhere Vergütung für die Stromeinspeisung**

Innovative Kraft-Wärme-Kopplung Entwicklung der Ziel-Hydraulik



KWK-Anlage

**Erneuerbarer/innovativer Wärmeerzeuger
Luft-Wasser Hochtemperatur-Wärmepumpen**

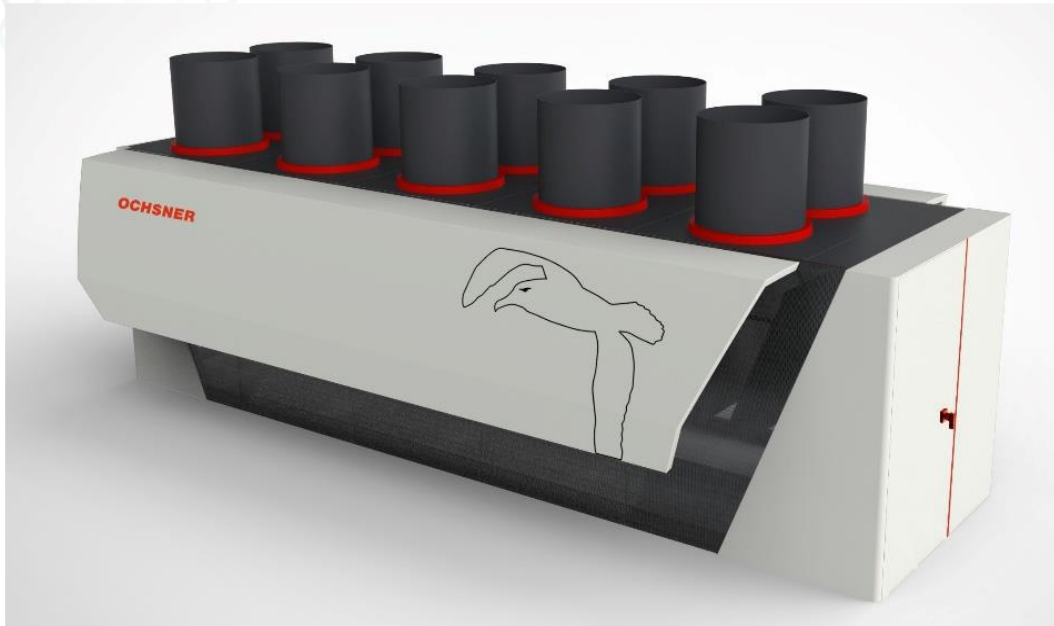
Power-to-Heat

- **wenig „Markterfahrung“** bei iKWK Anlagen - Entwicklung neuer Lösungen erforderlich
- Planungen mit Komponenten im **Prototypenstadium**
- **unterschiedliche Erzeuger** - große Bandbreite an Herausforderungen
- **Elektrotechnik und EMSR-Technik** in der Komplexität analog zur Erzeugervielfalt
- **interdisziplinärer Planungsansatz** notwendig
- Umbau von **Bestand im Betrieb**
- **Anforderungen des Gesetzgebers** an iKWK-Anlagen
- Vorgaben einer bereitzustellenden **Referenzenergiemenge** durch den innovativen Wärmeerzeuger

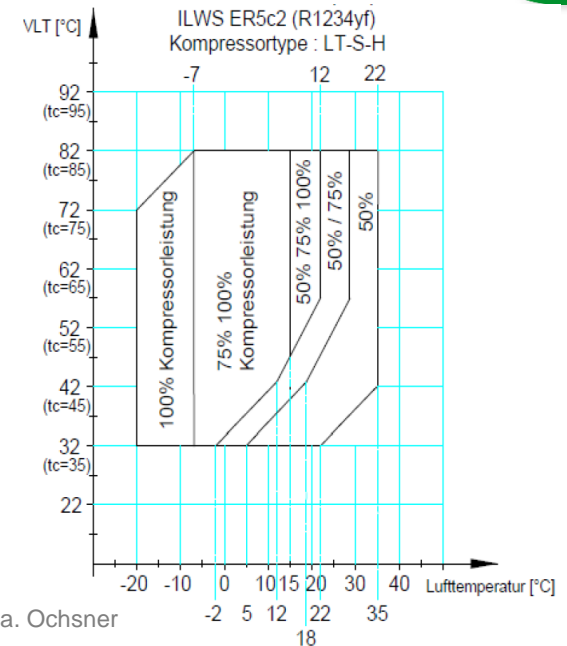
Gesetzliche Anforderungen an eine iKWK-Anlage

Komponente	iKWK Anforderung (BAFA)	Erfüllbarkeit
KWK-Anlage	hocheffiziente neue oder modernisierte KWK Anlage	erfüllt, neue hocheffiziente BHKW ✓
	el. Leistung: >1 MW, <10 MW, Antrieb auf Basis von Abfall, Abwärme, Biomasse, gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen	erfüllt, el. Leistung 2 x 1028 kW, Erdgas ✓
Innovativer, erneuerbarer Wärmeerzeuger	fabrikneuer Wärmeerzeuger	erfüllt ✓
	Mindest-Jahresarbeitszahl von 1,25	erfüllbar mit Luft-Wasser Hochtemperatur-WP ✓
	Nutzung natürlicher Energiequellen, Abwärmenutzung ist ausgeschlossen	erfüllt mit Wärmequelle Außenluft ✓
	Bereitstellung von mindestens 30% der Referenzwärme, rund 3.000 MWh/a erforderlich	Temperatur- und Lastganganalyse ?
Elektrischer Wärmeerzeuger	Jahresarbeitszahl <1	erfüllt, Leistung Power-to-Heat (PTH) am Standort installiert ✓
	therm./el. Leistung der Power-to-Heat (PTH): 30 % der BHKW, rund 700 kW erforderlich	therm./el. Leistung Power-to-Heat (PTH): 4 MW ✓

Luft-Wasser Hochtemperatur Wärmepumpe



Visualisierung und Verdichterkennfeld der Wärmepumpe Ochsner Albatros ILWHS 385 ER5c2. Quelle: Fa. Ochsner

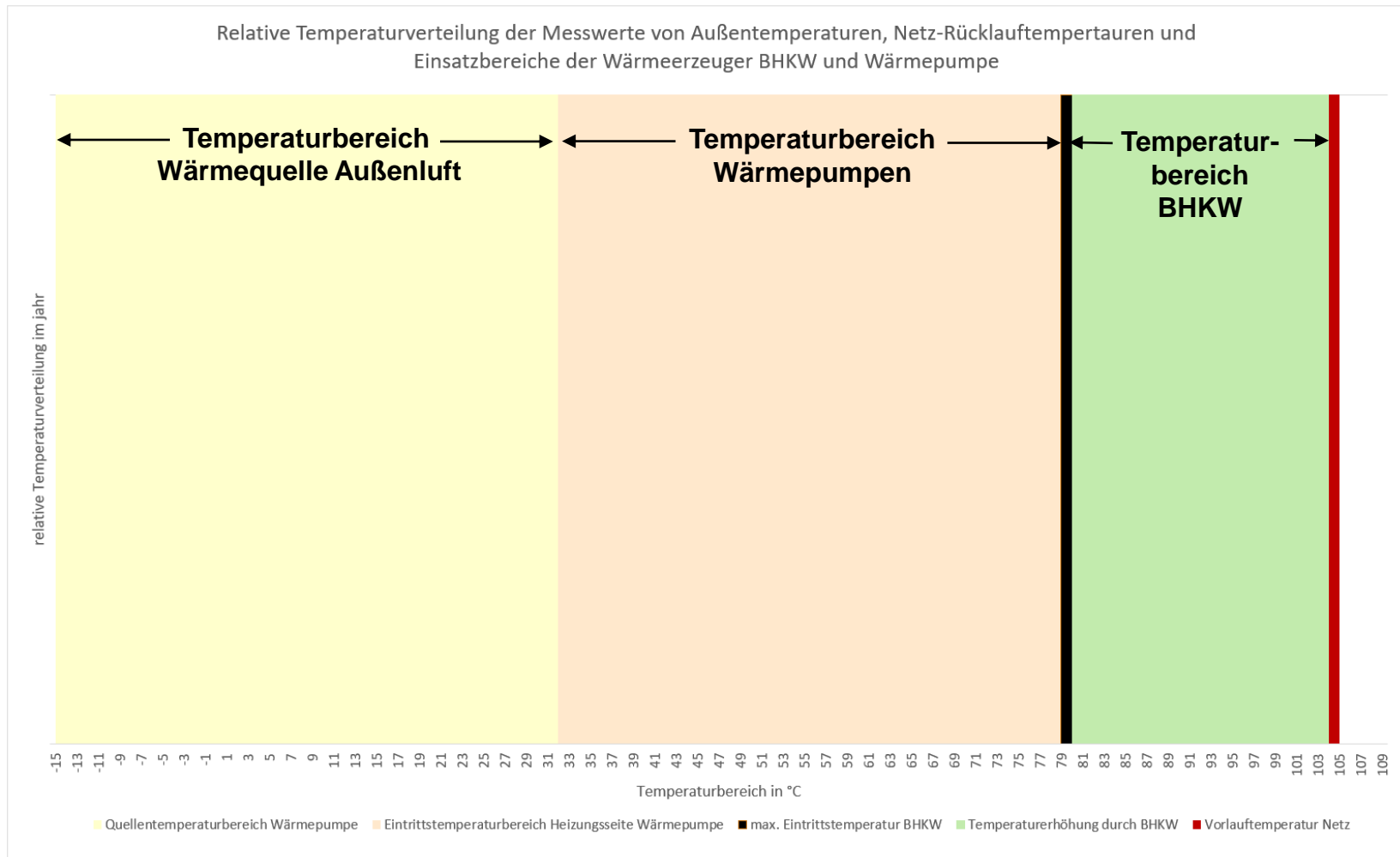


- zwei Hochtemperatur Luft-Wasser Wärmepumpen der Firma Ochsner
- zu Beginn der Planung im Prototypenstadium, inzwischen im Feldbetrieb
- weite Einsatzgrenzen
- Wärmequelle: Außenluft (-15°C bis 30°C)
- Wärmesenke: Fernwärmenetz Rücklauf, Temperatur bis 82°C
- L2/W78: 441 kWth, L15/W70: 545 kWth, zweistufiger Kompressor
- Teillastfähigkeit (50%, 75%, 100%), drehzahlgeregelte Lüfter

Energetische Projektierung der Wärmepumpe

Betrachtung der Temperaturen

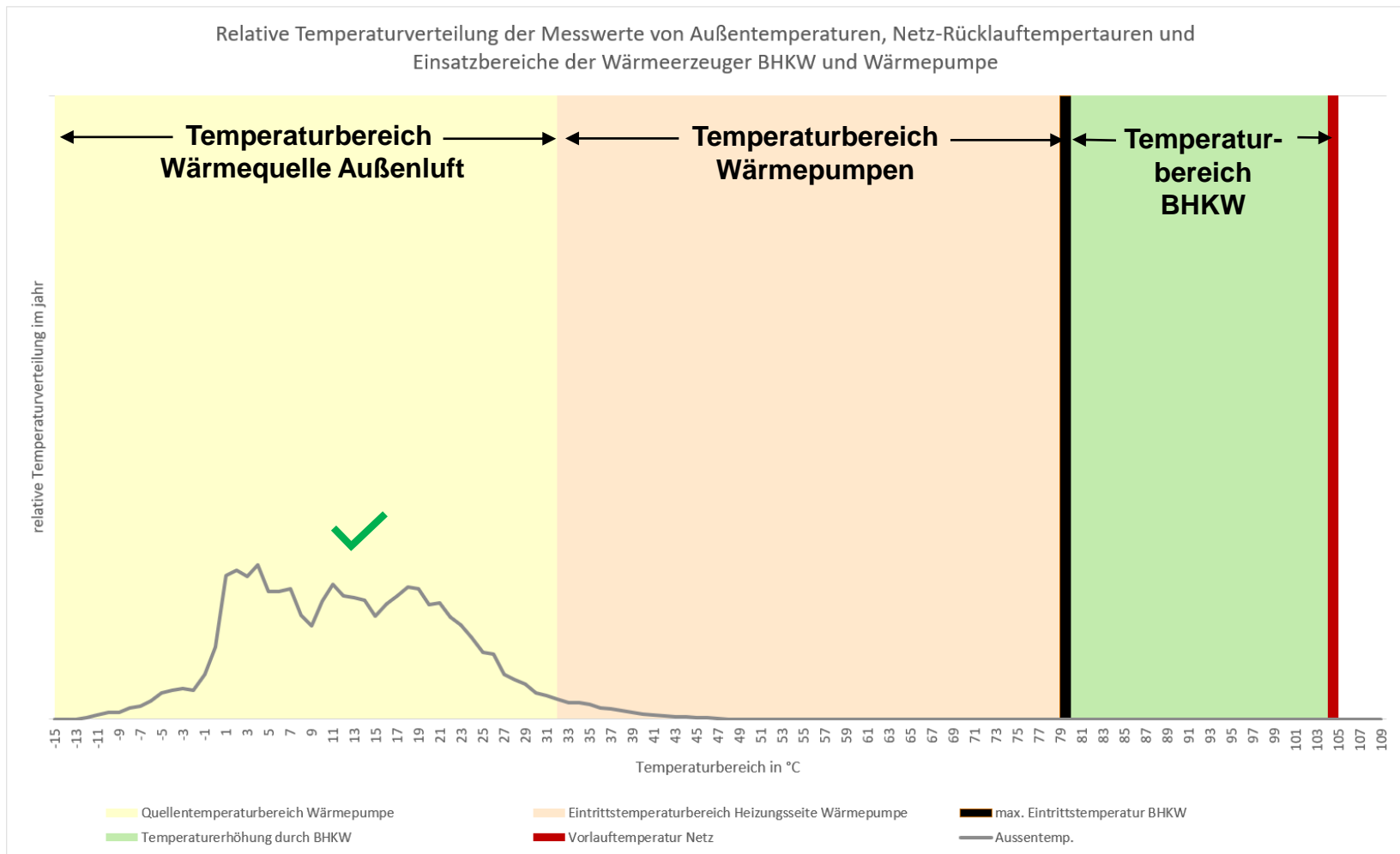
- Aufbau einer „kaskadierten“ Wärmeerzeugung bestehend aus Luft-HT-Wärmepumpe und heißgekühlten BHKW (bis 79°C Eintritt)
- Betrachtung von quellen- und sekundärseitigen Temperaturen



Energetische Projektierung der Wärmepumpe

Betrachtung der Temperaturen

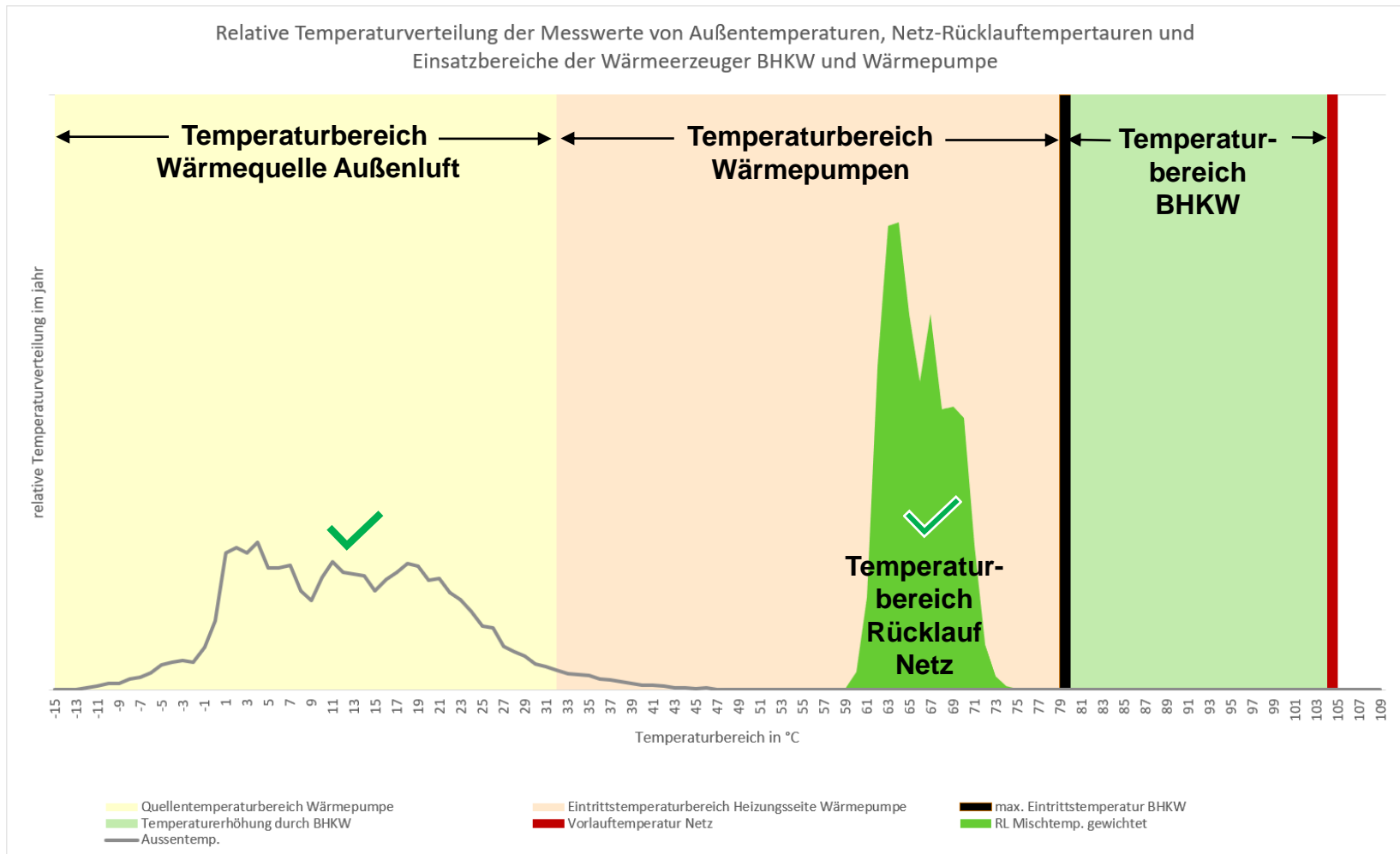
- Aufbau einer „kaskadierten“ Wärmeerzeugung bestehend aus Luft-HT-Wärmepumpe und heißgekühlten BHKW (bis 79°C Eintritt)
- Betrachtung von quellen- und sekundärseitigen Temperaturen



Energetische Projektierung der Wärmepumpe

Betrachtung der Temperaturen

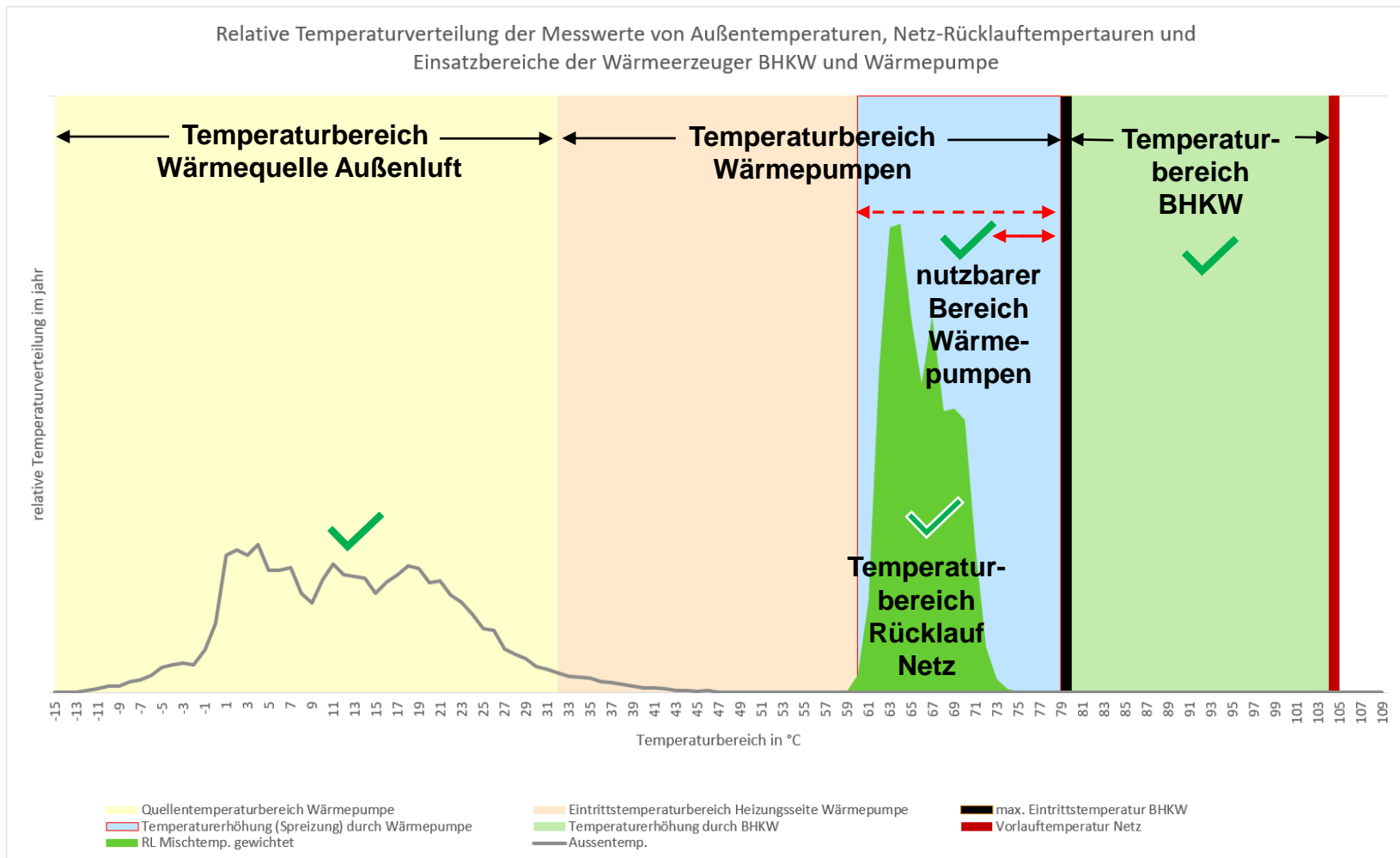
- Aufbau einer „kaskadierten“ Wärmeerzeugung bestehend aus Luft-HT-Wärmepumpe und heißgekühlten BHKW (bis 79°C Eintritt)
- Betrachtung von quellen- und sekundärseitigen Temperaturen



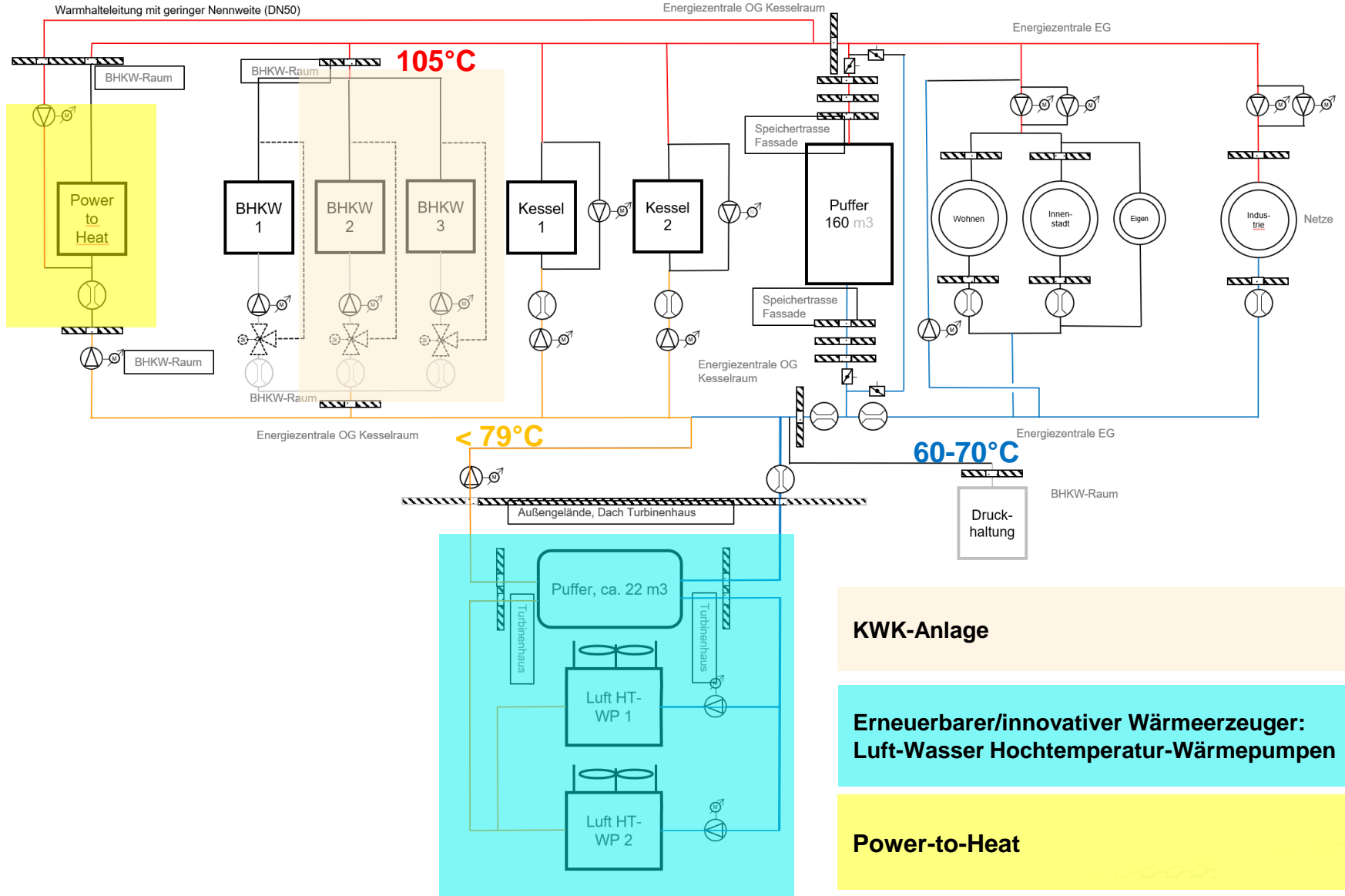
Energetische Projektierung der Wärmepumpe

Betrachtung der Temperaturen

- Aufbau einer „kaskadierten“ Wärmeerzeugung bestehend aus Luft-HT-Wärmepumpe und heißgekühlten BHKW (bis 79°C Eintritt)
- Betrachtung von quellen- und sekundärseitigen Temperaturen



Innovative Kraft-Wärme-Kopplung Entwicklung der Ziel-Hydraulik



KWK-Anlage

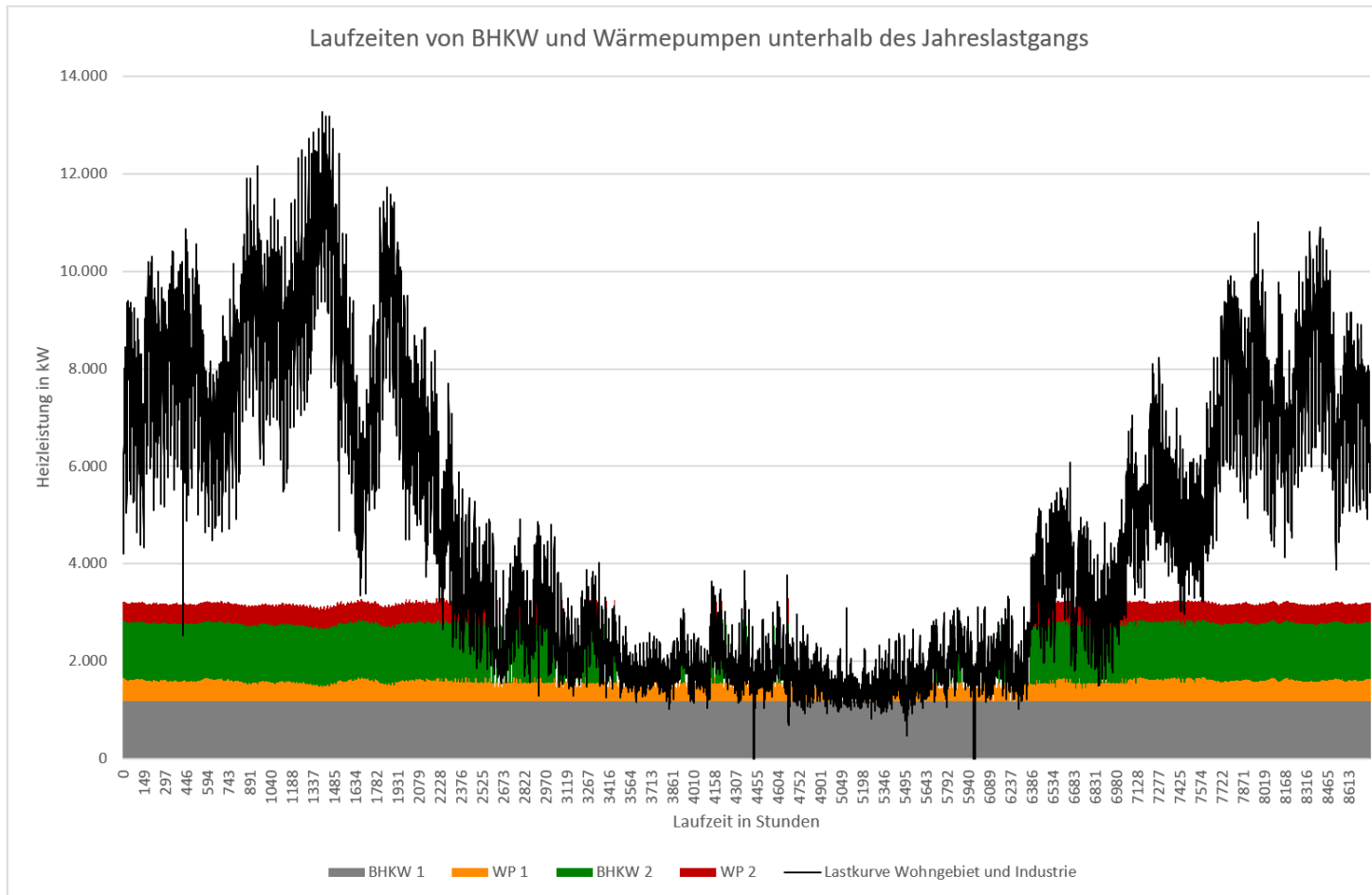
**Erneuerbarer/innovativer Wärmeerzeuger:
Luft-Wasser Hochtemperatur-Wärmepumpen**

Power-to-Heat

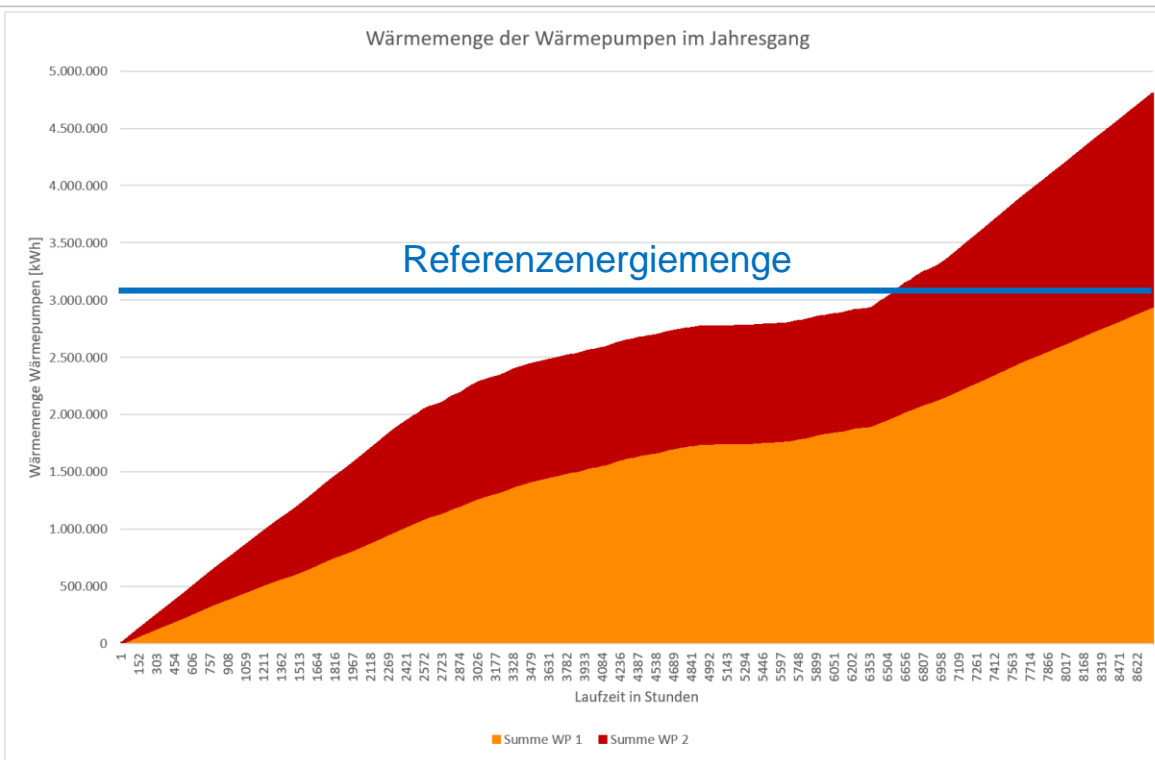
Energetische Projektierung der Wärmepumpe

Betrachtung des Lastgangs

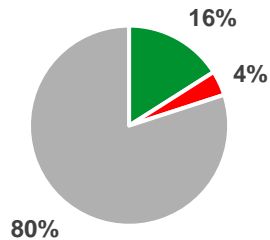
- Lastprofile aufgezeichneter Messwerte
- Berechnung und Visualisierung der Erzeugerlaufzeiten



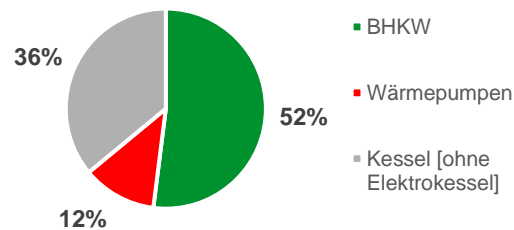
Energetische Projektierung der Wärmepumpe Ergebnisse vorangegangener Betrachtungen



Wärmeleistung



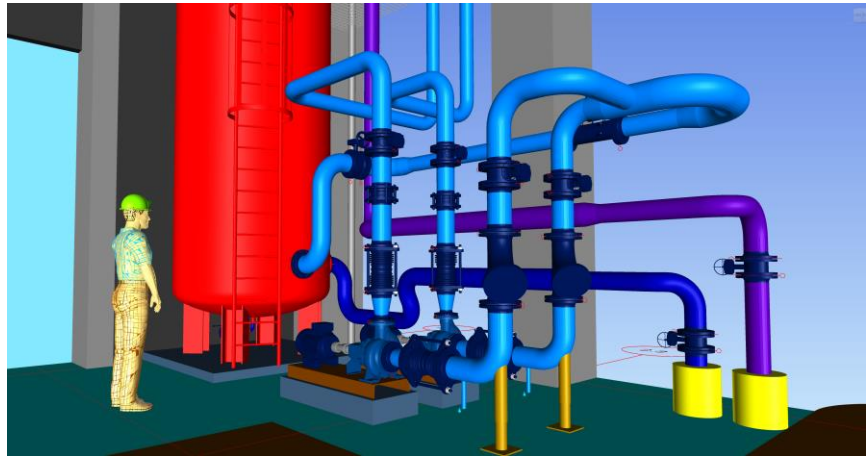
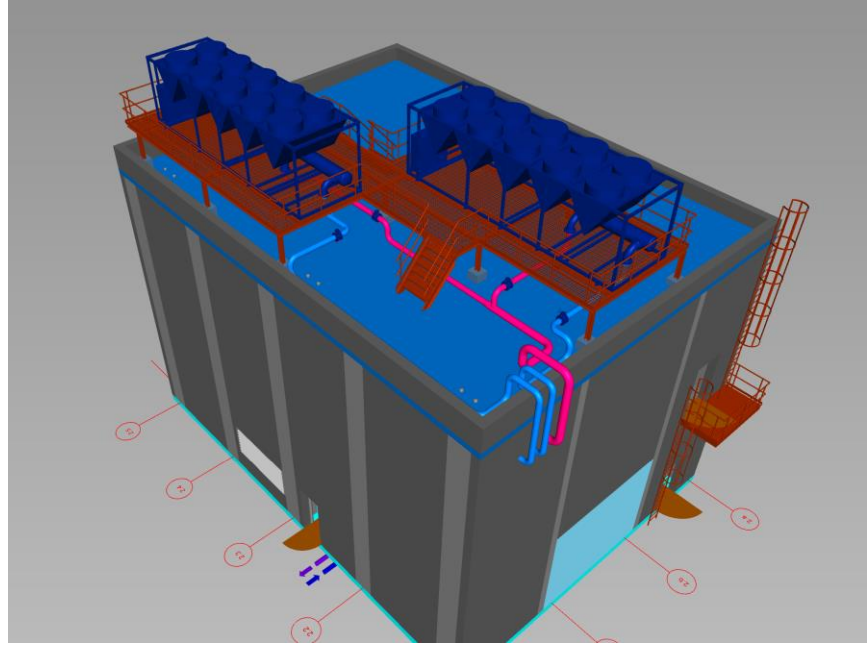
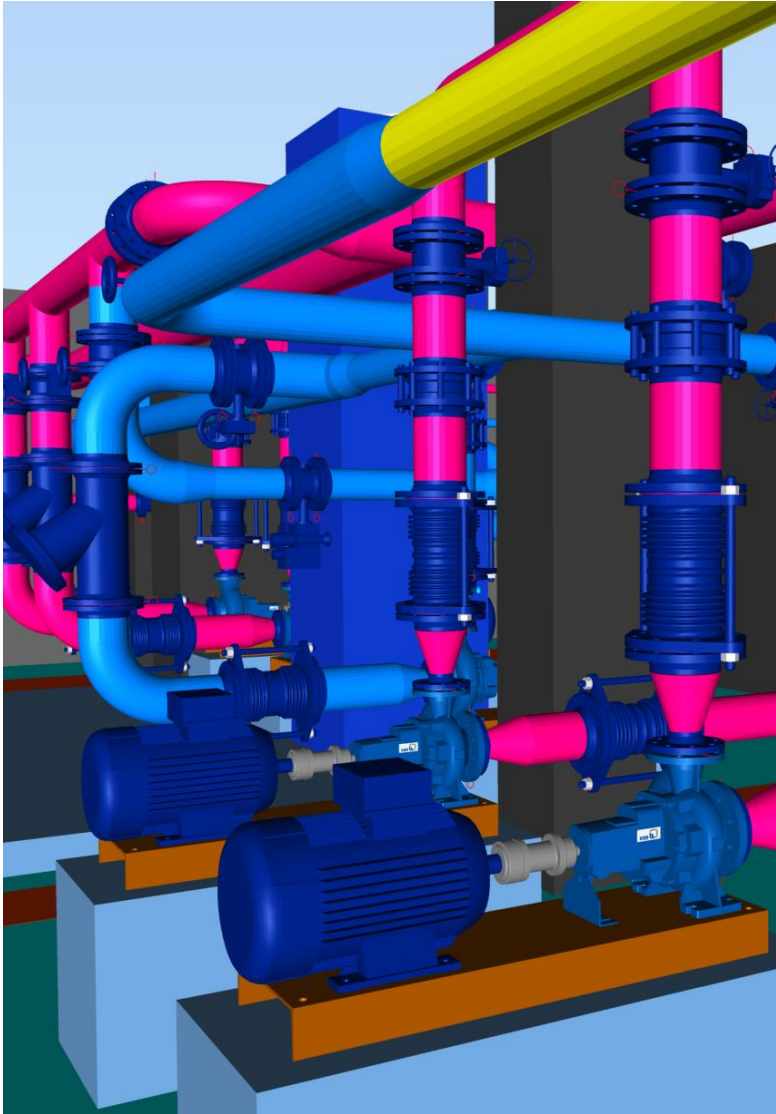
Wärmemenge



Erzeugertypen	Wärmeleistung	Wärmeleistung relativ	Wärmemenge	Wärmemenge relativ
BHKW	3,2 MW	16 %	21.000 MWh	52%
Wärmepumpen	0,8 MW	4%	4.800 MWh	12%
Kessel [ohne Elektrokessel]	16 MW	80%	14.500 MWh	36%
Summe	20 MW		40.300 MWh	100%

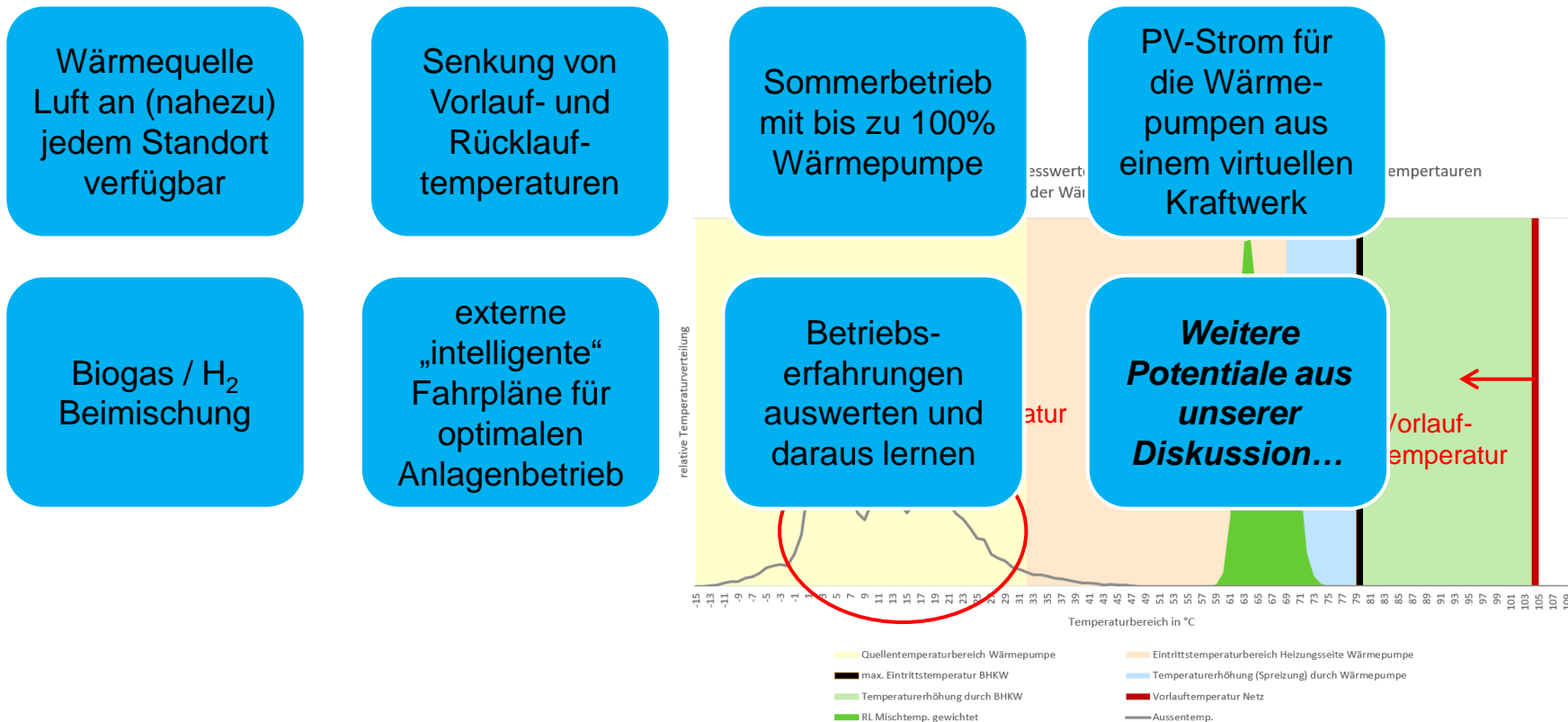
Gesetzliche Anforderungen an eine iKWK-Anlage

Komponente	iKWK Anforderung (BAFA)	Erfüllbarkeit
KWK-Anlage	hocheffiziente neue oder modernisierte KWK Anlage	erfüllt, neue hocheffiziente BHKW ✓
	el. Leistung: >1 MW, <10 MW, Antrieb auf Basis von Abfall, Abwärme, Biomasse, gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen	erfüllt, el. Leistung 2 x 1028 kW, Erdgas ✓
Innovativer, erneuerbarer Wärmeerzeuger	fabrikneuer Wärmeerzeuger	erfüllt ✓
	Mindest-Jahresarbeitszahl von 1,25	erfüllbar mit Luft-Wasser Hochtemperatur-WP ✓
	Nutzung natürlicher Energiequellen, Abwärmenutzung ist ausgeschlossen	erfüllt mit Wärmequelle Außenluft ✓
	Bereitstellung von mindestens 30% der Referenzwärme, rund 3.000 MWh/a erforderlich	Temperatur- und Lastganganalyse ?
Elektrischer Wärmeerzeuger	Jahresarbeitszahl <1	erfüllt, Leistung Power-to-Heat (PTH) am Standort installiert ✓
	therm./el. Leistung der Power-to-Heat (PTH): 30 % der BHKW, rund 700 kW erforderlich	therm./el. Leistung Power-to-Heat (PTH): 4 MW ✓



Zusammenfassung und Potenziale

- iKWK- Anlagen ermöglichen einen flexiblen Betrieb und leisten einen positiven Beitrag zur Energiewende und zur Stromnetzstabilisierung
- Die Planung von Erzeugern, Steuerung und Elektrotechnik ist teilweise Neuland und erfordert ein disziplinübergreifend qualifiziertes Team
- Ein Nachweis der „Zielerreichung“ der Wärmearbeit von Wärmepumpen sollte den Jahrgang von Temperaturen und Energiemengen berücksichtigen



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**