

Industrielle Abwärmeverwertung - die wenig genutzte Energiequelle

Effiziente Kälte- und Wärmesysteme

Fritz Nüßle, Geschäftsführer
fritz.nuessle@hafner-muschler.de

Hafner-Muschler Kälte- und Klimatechnik GmbH & Co. KG
Mühlsteigstraße 6, 72336 Balingen
Tel.: +49 7433 9692 0 E-Mail: info@hafner-muschler.de
www.hafner-muschler.de





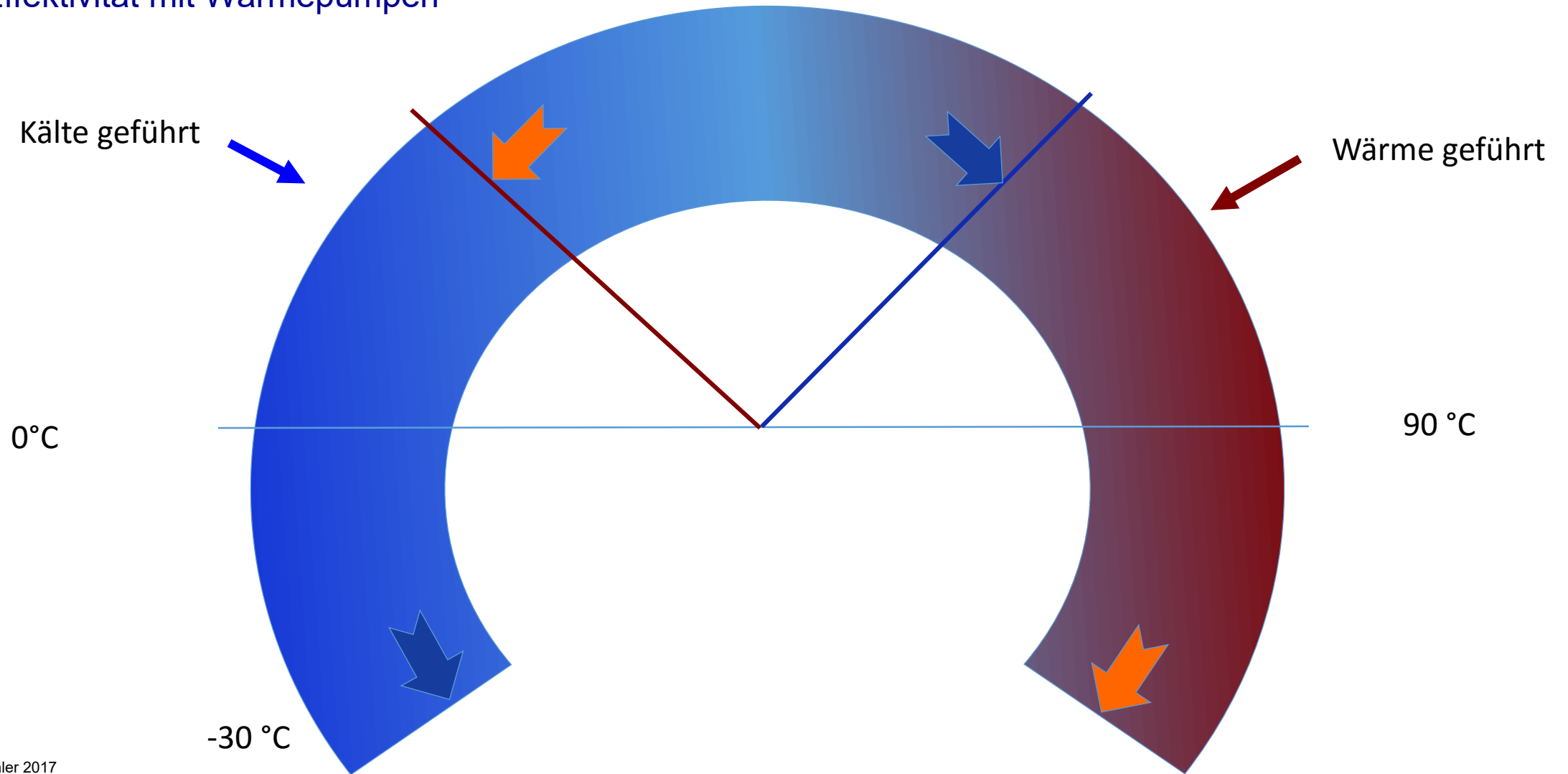
- gegründet 1927
- Spezialist für industrielle Kühlung und Wärmeerzeugung, Kälte-Wärme-Verbund
 - kunststoff- und metallverarbeitende Industrie
 - Automobilbranche
 - Lebensmittelindustrie und -gewerbe
 - Tiefkühllogistik
 - Groß- und Einzelhandel
 - Industrie Wärmepumpen
- Umweltfreundliche Produkte + Systemlösungen
 - Planung, Fertigung, Montage, Inbetriebnahme, Service, Fernwartung
- 115 Mitarbeiter
 - Balingen – Filderstadt – Köln – Kulmbach - Dresden
 - + Servicepartner

- Leitmotive: Solidität, Effizienz, Nachhaltigkeit, Zuverlässigkeit
- Maschinen und Anlagen für Kälte- und Wärmeerzeugung
- Thermische Energiespeicher für mehr Energieeffizienz
- natürliche Kältemittel für Nachhaltigkeit und Umweltschutz
- Hohe Qualitätsstandards durch eigene Fertigung
- Eigene Mess-Steuer-Regelungstechnik mit Fernüberwachung
- 24/7- Service für Betriebssicherheit und Werterhaltung



Höhere Effektivität mit Wärmepumpen

Hybride Nutzung



Die Lösung

- Wärmepumpen für simultane Bereitstellung von Nutzwärme- und Nutzkühlenergie für gewerbliche und industrielle Anwendungen
- Leistungsbereich 80 kW – 2.000 kW

Vorteile

- Abwärme aus der Kühlung wird für die Heizung genutzt
- Nutzttemperaturen +6 bis +20 °C, heizseitig +25 bis +65 °C
- Integrierte Systemhydraulik mit Umwälzpumpen
- Speicherprogrammierbare Steuerung, Prozessvisualisierung
- Energie-Monitoring, Datenaufzeichnung
- webbasierte Anlagenfernüberwachung



Die Lösung

- Großwärmepumpen mit dem zukunftssicheren, umweltfreundlichen Kältemittel CO₂ (R744)

Vorteile

- Nutzttemperaturen -10°C bis +110 °C
- Wärmequelle Außenluft, Prozessabwärme
- Wärme-Kälte-Kopplung mit hoher Energieeffizienz
- Heizleistungen von 130 kW bis 1,5 MW
- solide Industriebauweise, hochwertige Komponenten



Die Lösung

- Standard Wärmepumpe für hohe Vorlauftemperaturen
- Zur Prozess- / Heizwärmeversorgung
- Kombination Kühlen – Heizen
- für Industrieanwendungen und Altbausanierungen

Vorteile

- Vorlauftemperaturen (60 °C bis 90 °C)
- geringer Wartungsaufwand
- reduzierte Betreiberpflichten mit natürlichem Kältemittel CO₂
- Kaskaden von bis zu 6 Maschinen möglich
- Heizen ohne Treibhausgas-Emissionen
- Besonders effizient im Heiz- und gleichzeitigen Kühlbetrieb



Die Lösung

- Offene und geschlossene Pumpenkreisläufe für prozessseitige Bereitstellung von Kühlmedium
- Kombination mit Freikühler oder Flüssigkeitskühler
- Pufferspeicher, Verteilerstationen
- Steuerungs- und Regelungstechnik

Vorteile

- Sichere Versorgung bei zyklischen Prozessanforderungen
- Glättung von Spitzenlasten
- kompakte und energieeffiziente Bauweise
- Modulare Konstruktion
- Wasseraufbereitung, Enthärtung, Korrosionsschutz
- Montage unter kontrollierten Werksbedingungen
- Plug&Play fertige Auslieferung



Die Lösung

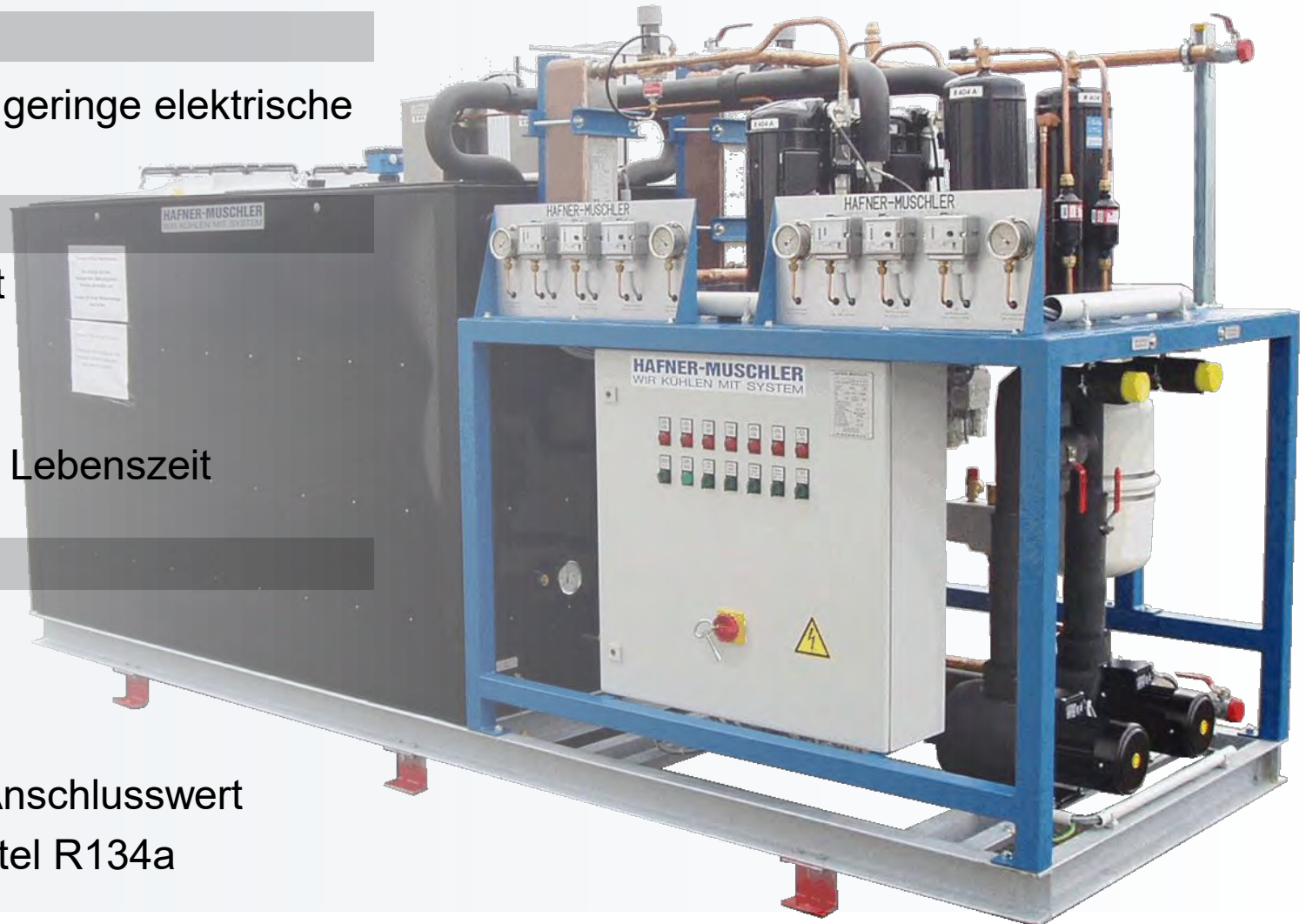
- hohe Kühlleistung im zyklischen Betrieb, geringe elektrische Anschlussleistung

Die Fakten

- Geräte werksseitig betriebsfertig montiert
- kompakte, platzsparende Bauweise
- Luft- und Wassergekühlte Ausführungen
- ausgelegt für robusten Betrieb und lange Lebenszeit

Vorteile

- hohe Entladeleistung bei konstant +1°C
- als Glykol-Eisspeicher bis -3 °C möglich
- Kälteerzeugung niedrigem elektrischen Anschlusswert
- effizientes, weltweit verfügbares Kältemittel R134a



Die Lösung

- Industrie Druckluftkältetrockner
- weltweit Innovation in der Druckluft-Entfeuchtung
- hohe Volumenströme

Vorteile

- umweltfreundlich mit Kältemittel CO₂ (Treibhauspotenzial 1)
- geringer Wartungsaufwand
- breites Leistungsspektrum
- hohe Verfügbarkeit
- Abwärmenutzung bis 90°C möglich



TYP	VOLUMENSTROM
ADR 11000	11000 m ³ /h
ADR 13600	13600 m ³ /h
ADR 20500	20500 m ³ /h
ADR 27500	27500 m ³ /h

Strom aus Wind und Sonnenenergie wird zum Hauptenergieträger der sektorübergreifenden Energiewende

Quelle: Forschungsbericht im Auftrag des BMWi

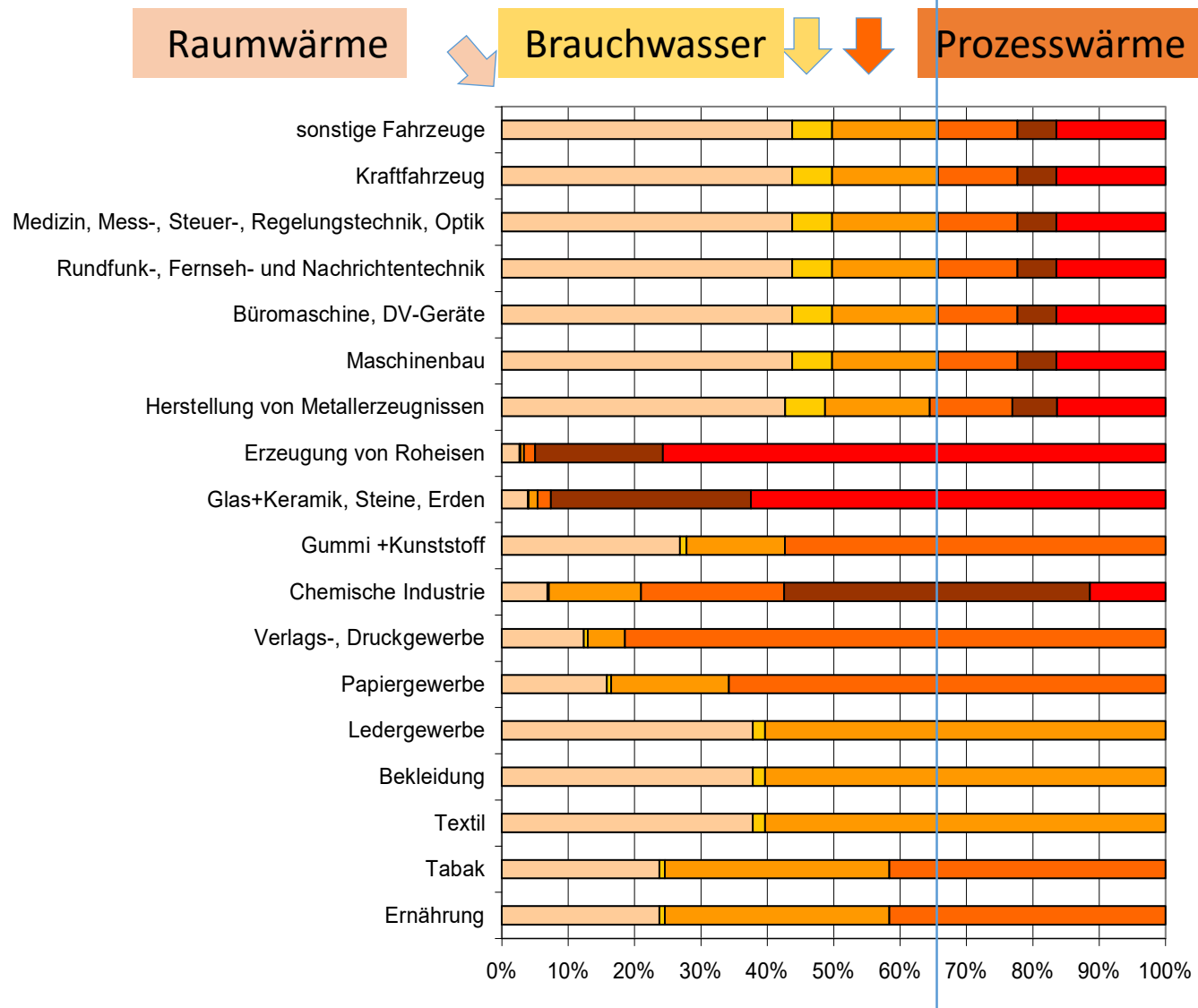
Wärmepumpen und Power-to-Heat in Nah- und Fernwärmenetze sind die Basis der Wärmewende mit vielfältigen Flexibilisierungsoptionen für eine zuverlässige und sichere Energieversorgung.

Quelle: Fraunhofer IWES

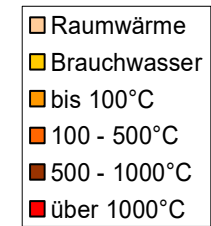
Neue EU Regelung führt zu drastischer Senkung klimaschädlicher fluorierter Gase

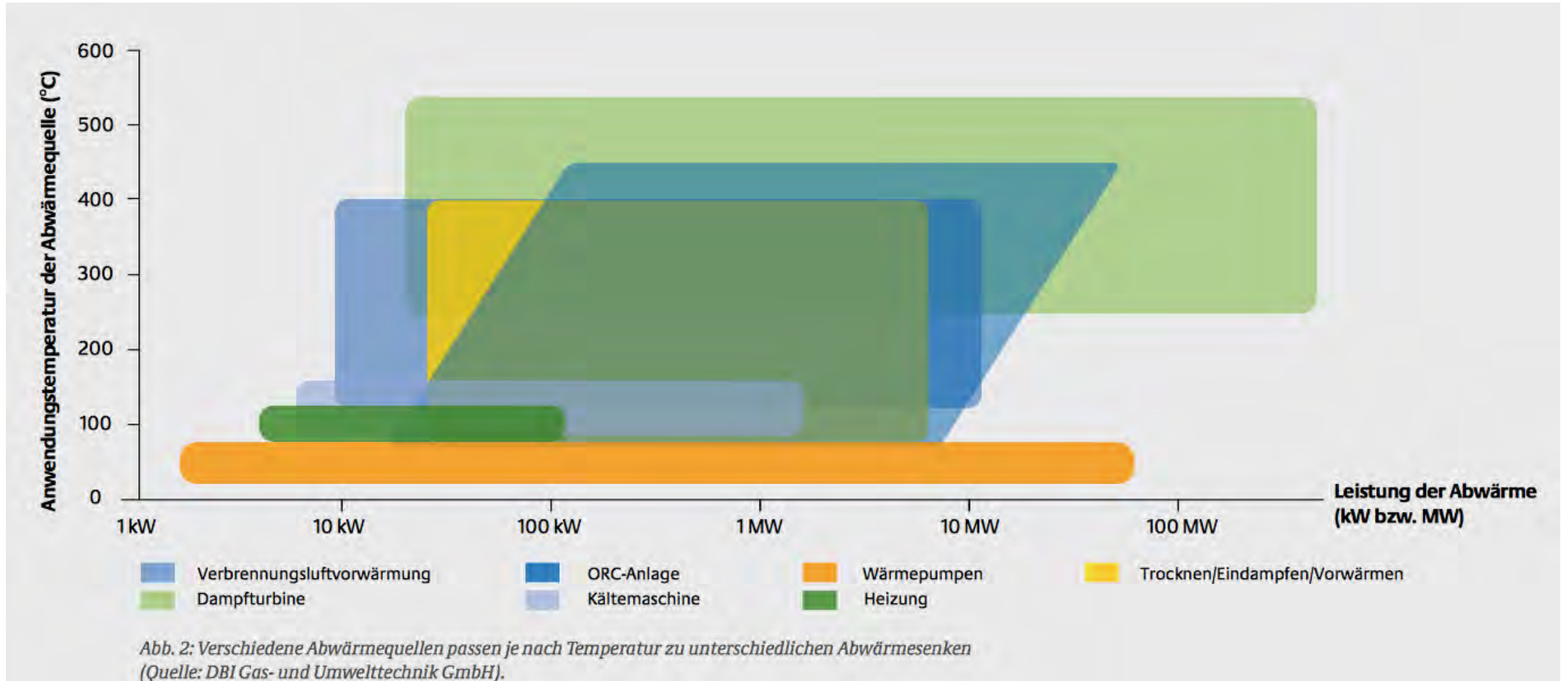
Auswirkungen der neuen F-Gaseverordnung auf Großwärmepumpen, Kaltwasser- und Kaltsoleanlagen

- Verfügbarkeit synthetischer Kältemittel GWP >150 wird innerhalb der Lebensdauer der Maschinen (ab heute betrachtet) deutlich reduziert (R134a, R400 Gruppe mit GWP 1430 und höher)
- Eine verlässliche, umweltverträgliche und energieeffiziente Lösung bietet das natürliche Kältemittel Kohlendioxid (CO₂).
Es ist klimatisch unbedenklich und nicht Ozon schädlich!
(Ozongefährdungspotential ODP = 0; Global Warming Potential GWP = 1).



Prozesswärme < 100°C
 Brauchwasser 70°C
 Raumwärme 50°C





	Wärmequelle Sommer / Winter	Nutzwärme NT	Nutzwärme HT
Lebensmittel Handel	Gewerbekühlung	Gebäudeheizung	Trinkwarmwasser
Käsereien / Molkereien	Prozesskühlung	Gebäudeheizung	Prozesswasser / Reinigung
Fleisch / Wurst Verarbeitung	Prozesskühlung		Prozesswasser / Reinigung
Getränke-Industrie	Prozesskühlung		Prozesswasser / Reinigung

	Wärmequelle	Nutzwärme NT	Nutzwärme HT
Metall-verarbeitung	Prozesskühlung	Gebäudeheizung	Frischwasser Erwärmung
Pharmazeutische Industrie	Prozesskühlung	Gebäudeheizung	Prozesswärme
Chemische Industrie	Trocknung		Prozesswärme
Stadtwerte / Versorger	Kälteerzeugung Sümpfungswasser Abwasser		Nahwärme Einspeisung
Textilindustrie	Warmes Abwasser		Frischwasser Erwärmung

Abwärmevermeidung bedeutet Energierückgewinnung für betriebseigene Bedarfe

- ↓ Identifikation verfügbare Wärmequellen nach Temperaturbereich
- ↓ Zeitliche Verfügbarkeit (kontinuierlich, diskontinuierlich, jahreszeitlich, volatil)
- ↓ Profil jährlicher Wärmebedarf (kWh) / Abwärmeeinfall liefert Deckungsbedarf
- ↓ Bei zeitlichem Versatz von Angebot und Nachfrage helfen thermische Energiespeicher
- ↓ Elektrisch Wärmepumpen übernehmen die Transformation bis auf 90°C Nutzttemperatur

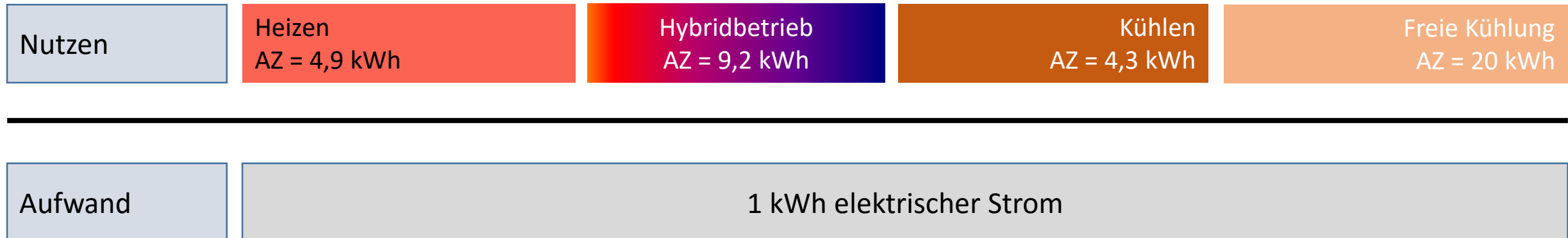
Betriebsübergreifende Abwärmenutzung mit Ausgleich von Angebot und Nachfrage

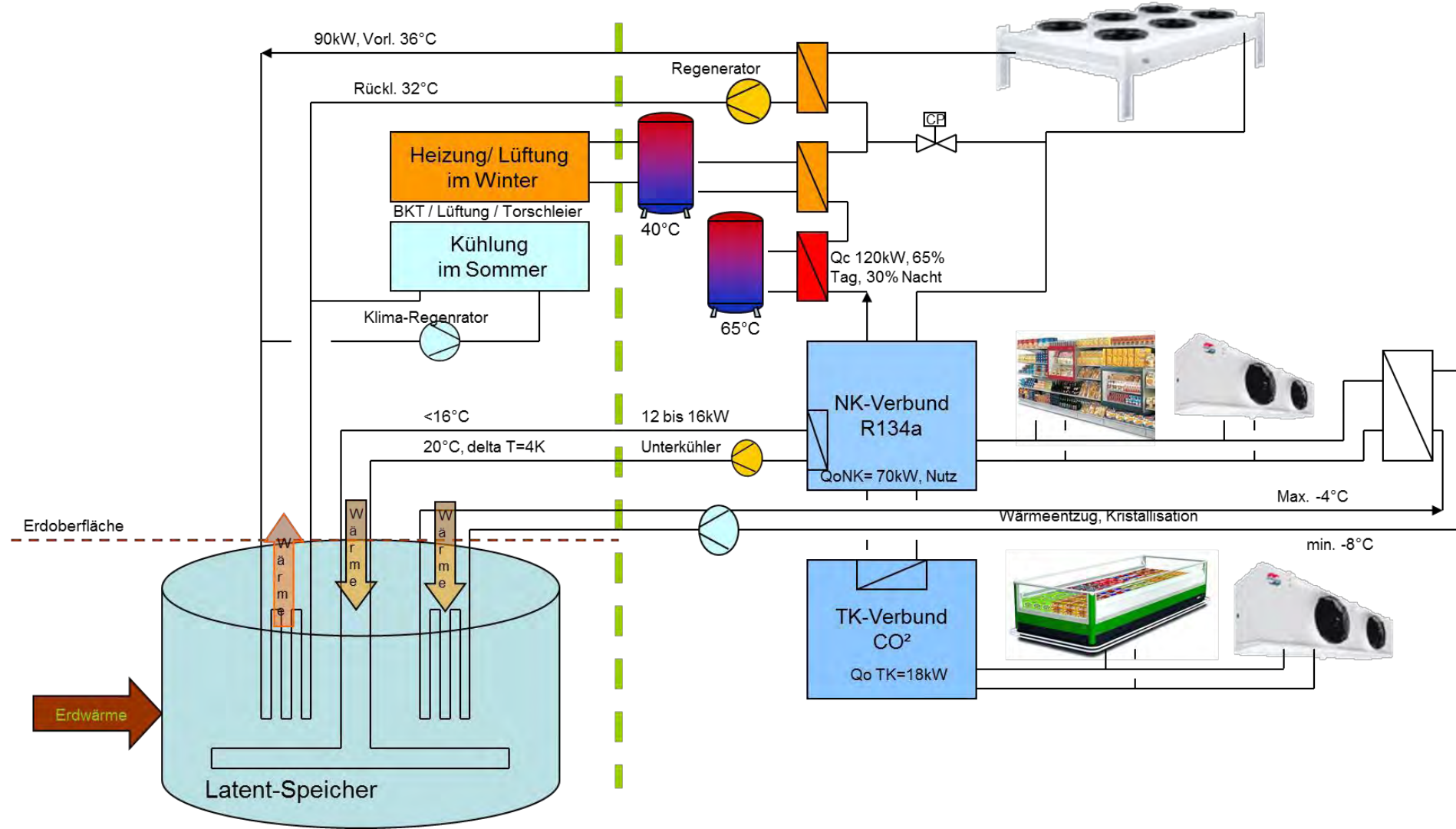
- Kalter Nahwärmering
- Angeschlossene Nutzer speisen nicht selbst nutzbare Abwärme in den Low-Ex Ring
- oder nutzen den Ring als Energiequelle
- Je mehr Teilnehmer umso höher der gemeinschaftliche Nutzen

Fragen:

- Wer ist Ersteller und Betreiber des Low-Ex Netz?
- Abrechnung für Wärmeentzug und Wärmeeintrag der Teilnehmer
- Lösungen für Unterdeckung des Wärmebedarfs oder bei Wärmeüberschuss

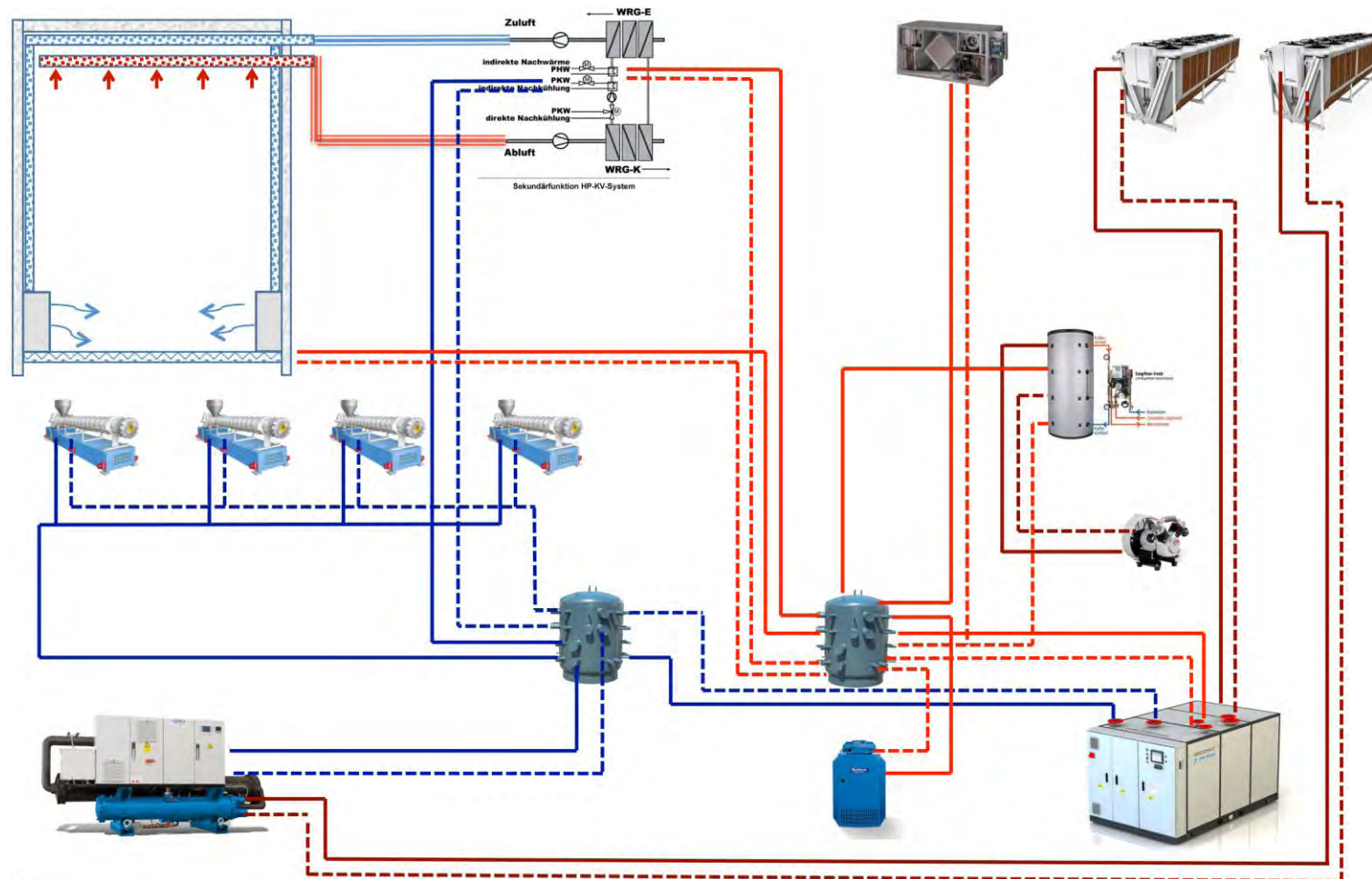
Übersicht *gemessene* Arbeitszahlen (Fraunhofer Inhaus-2 Duisburg)





Beispiel Abwärmeverwertung Produktionsbetrieb Kunststofftechnik

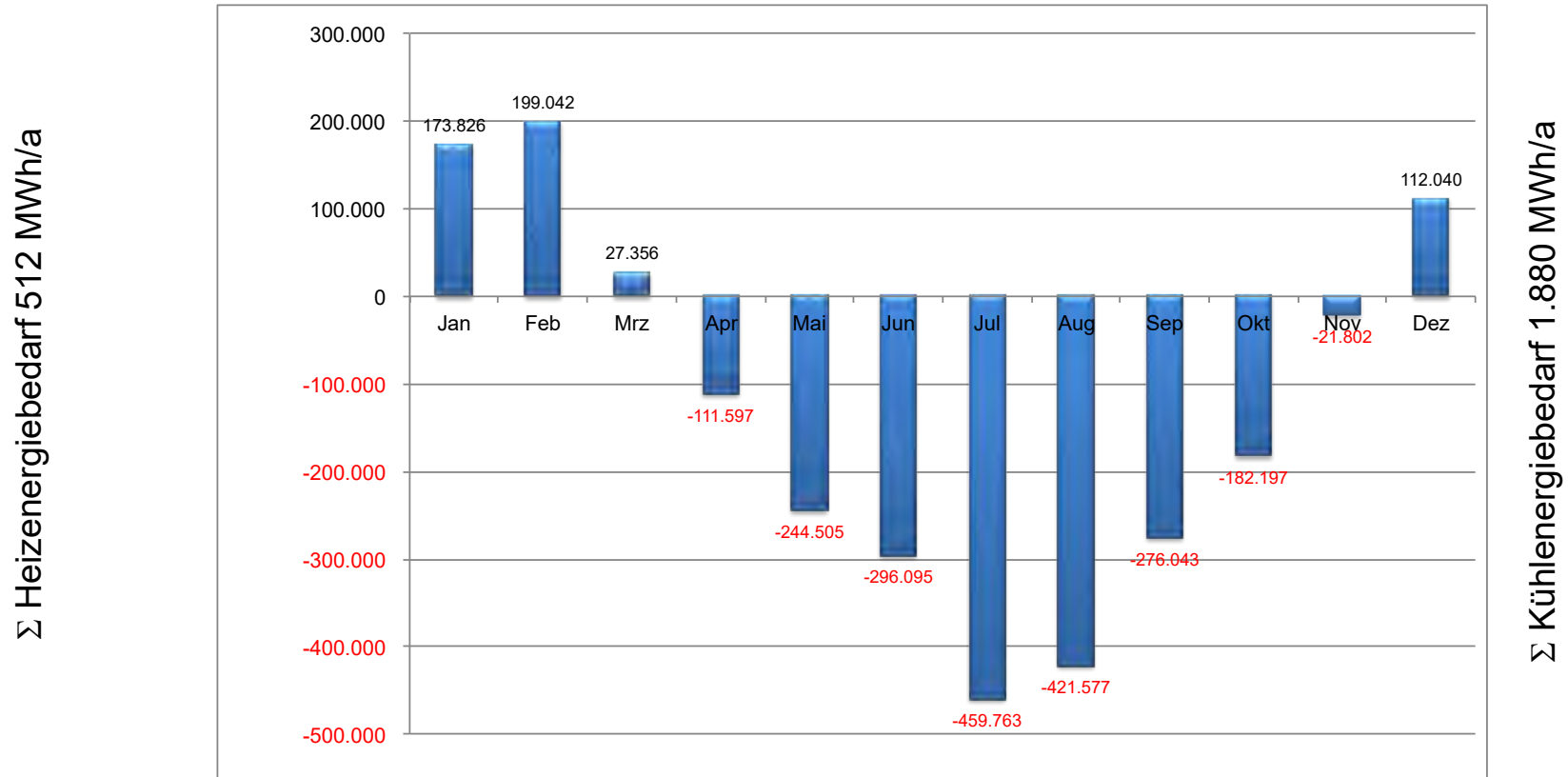
Jahreswärmebedarf 1.235 MWh - Jahres Kühlbedarf (einschl. Prozesse) 2.447 MWh



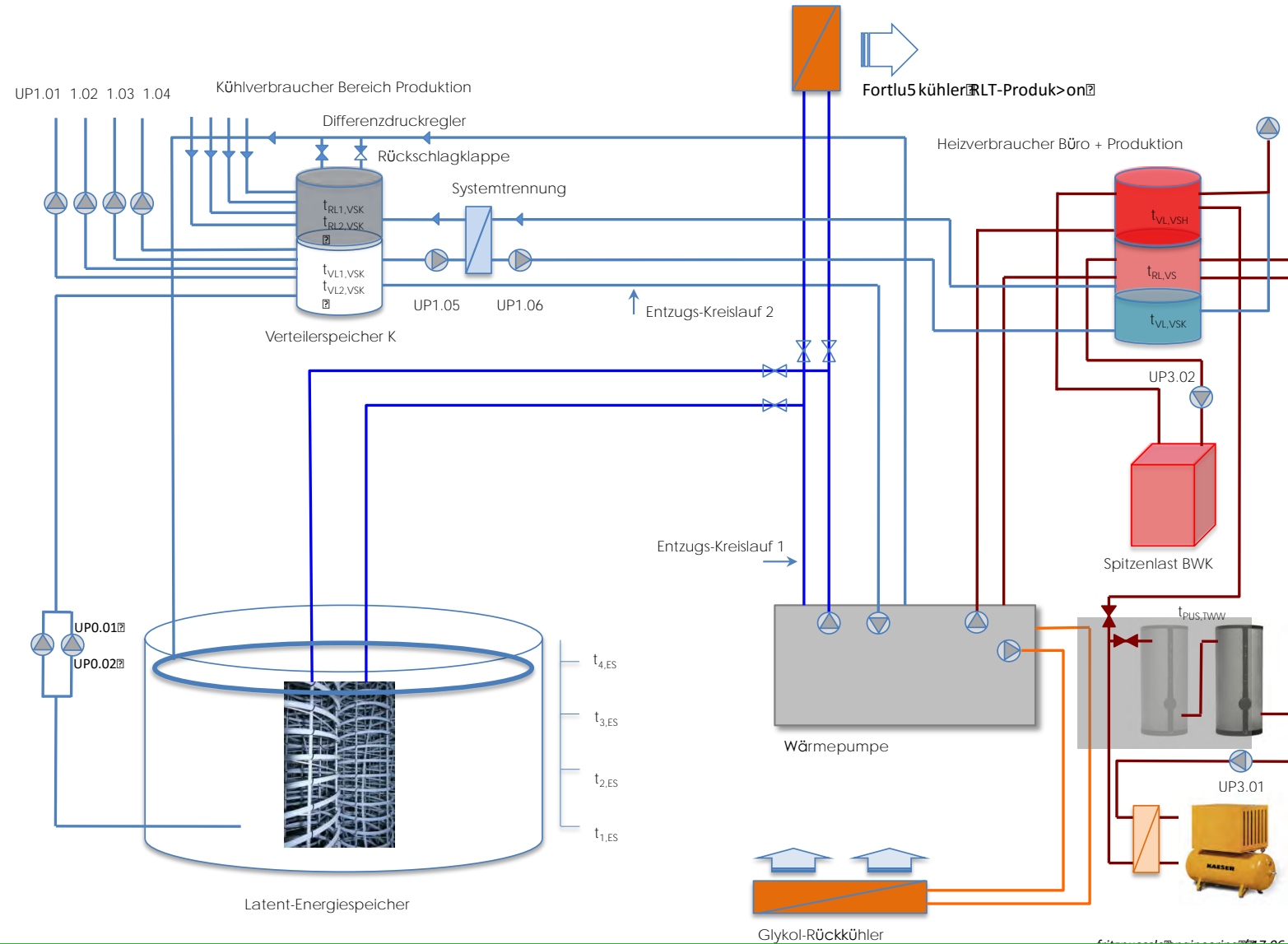
58% des Wärmebedarfs kann von der Abwärme aus der Produktion gedeckt werden

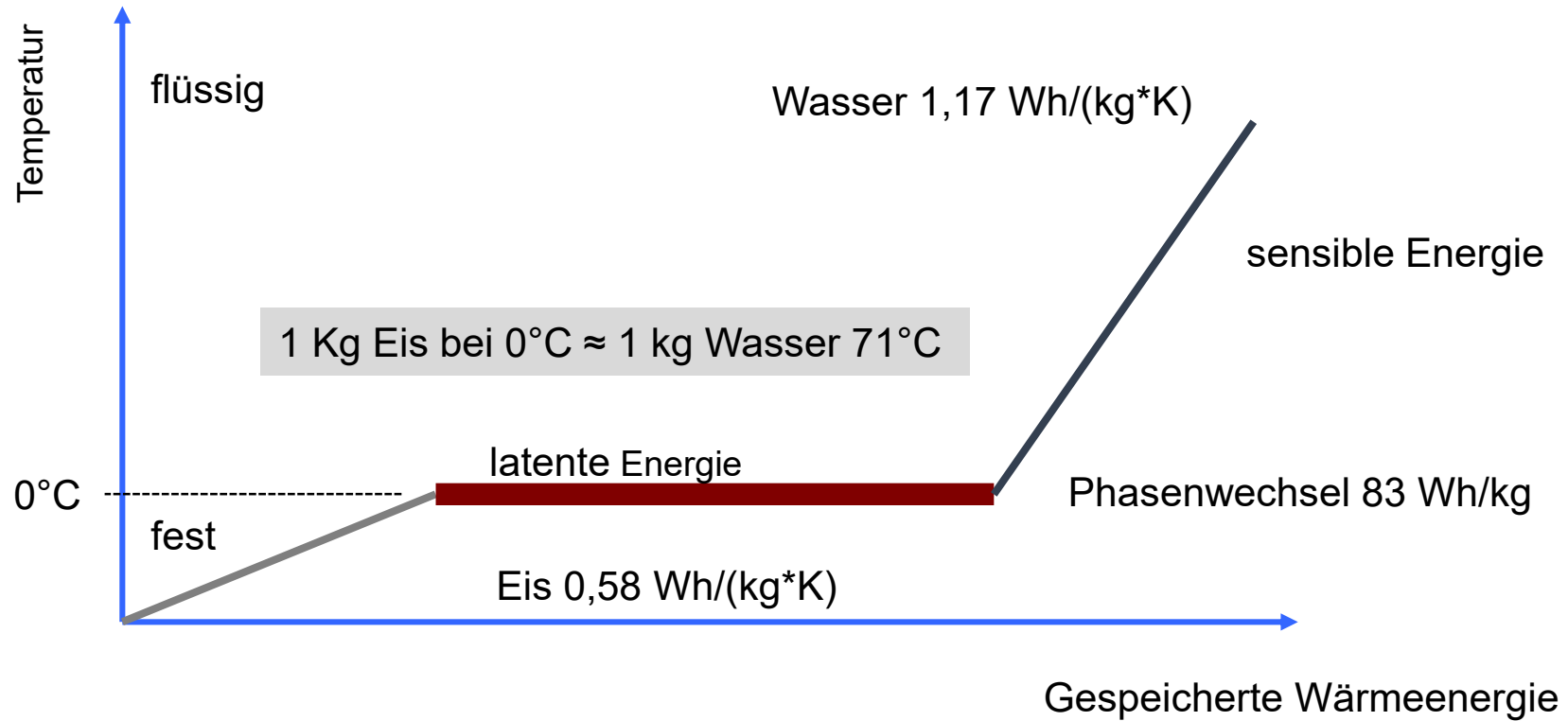
Dualbetrieb
Kühlen+Heizen
gleichzeitig COP > 9

Energiebilanz Produktionsgebäude mit Prozess (WRG)



Beispiel Abwärmeverwertung Produktionsbetrieb Metallbearbeitung Maschinenbau





Latent-Energiespeicher bei asymmetrischem Angebot / Nachfrage

Wasserdichter Betonbehälter mit Wasser gefüllt, innenliegende Wärmeübertrager als parallel geschaltete Glykol/Wasser-Kreisläufe



Thermische Speicherkapazität im Zweiphasenmodus ca. 100 kWh/m^3

Kommunale Nutzung von Wärme aus Tagebauwasser (Sümpfungswasser)

Referenzprojekt

Status Quo

Bestehendes Nahwärmenetz (Gaskessel) + ungenutztes Sümpfungswasser

Das Ziel

- Reduzierung der Betriebskosten
- Energieeffiziente umweltfreundliche Lösung
- Vermeidung von CO₂ – Emissionen

Das Vorgehen

Lösung: R744 Wärmepumpe als Wärmeerzeuger für Grund- und Mittellast in Kombination mit einem BHKW



Kommunale Nutzung von Wärme aus Tagebauwasser (Sümpfungswasser)

- Bauherr: Stadtwerke Bergheim GmbH
- Fachplaner: GESA mbH - Ingenieurgesellschaft für Technische Gesamtplanung, Köln
- Ausgangslage: Ökologische Sanierung des Nahwärmenetzes mit RWE Power A
- Inbetriebnahme: Dezember 2014

Projektziele:

- Thermische Nutzung von Grundwasser aus ehem. Tagebau (Sümpfungswasser)
- Einspeisung in das kommunale Nahwärmenetz
- neuartige Kombination aus Blockheizkraftwerk(BHKW) und Hochtemperatur Großwärmepumpe
- Reduzierung von CO₂ – Emissionen
- Hoher Brennstoffnutzungsgrad



Kommunale Nutzung von Wärme aus Tagebauwasser (Sümpfungswasser)

Technikraum mit Rückansicht der Wärmepumpe



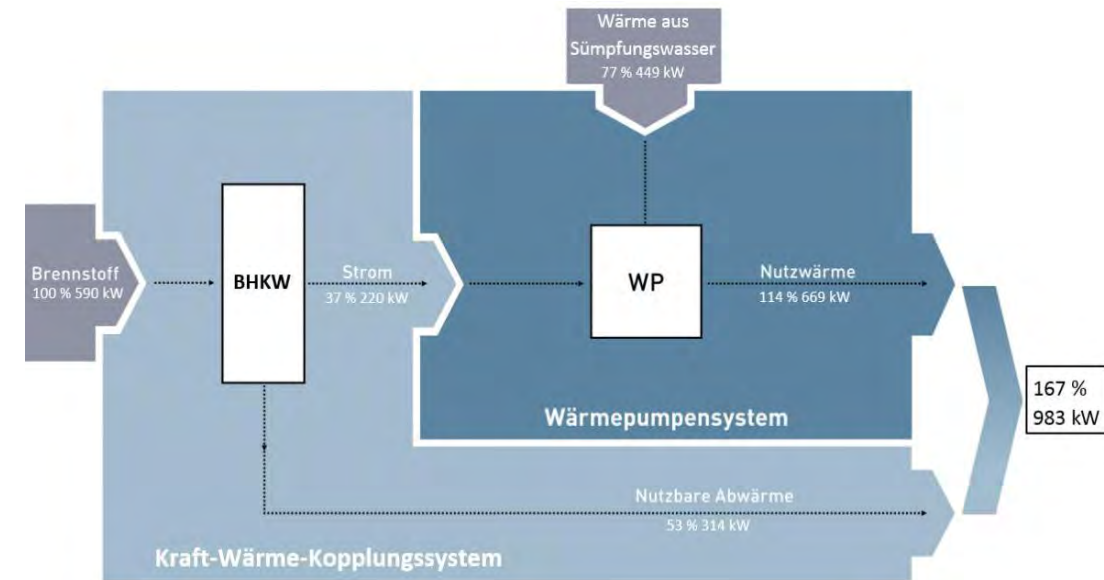
Sporthalle, einer der Wärmeverbraucher



Kommunale Nutzung von Wärme aus Tagebauwasser (Sümpfungswasser)

Vorteile dieses Anlagenkonzeptes:

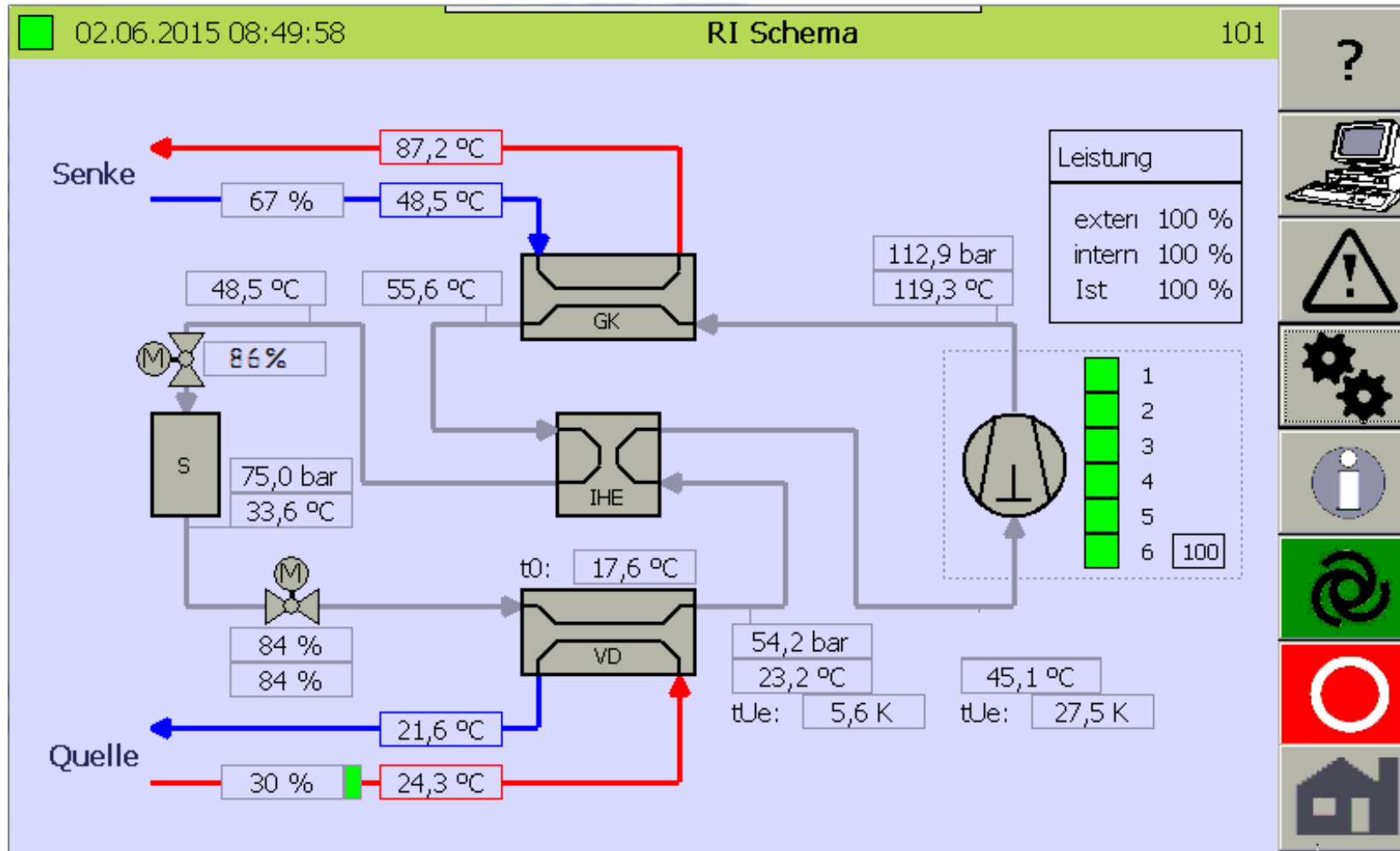
- Lange Laufzeit für Wärmepumpe und BHKW
- Verringerung fossiler Brennstoffbedarf um 26 %
- Sichere Wärmeerzeugung mit Strom und Gas
- BHKW Strom Eigennutzung
- 32 % Reduzierung CO₂-Emissionen
- niedriger Wärmepreis durch Wärmepumpe mit selbst erzeugtem Strom
- Natürliches Kältemittel Kohlendioxid



Kommunale Nutzung von Tagebauwasser (Sümpfungswasser)

Technische Daten

- Maschinentyp: thermeCO₂ HHR 1000
- Heizleistung Kondensator: 865 kW
- Kälteleistung Verdampfer: 583 kW (Entzugsleistung aus Sümpfungswasser)
- Volumenstrom Wasser 18,6 m³/h
- Ein- / Austrittstemperatur 45°C / 85°C
- Ein- / Austrittstemperatur 27°C / 21°C
- COP_{WP}: 3,04
- Brennstoffnutzungsgrad: 167%



Wärmequellen



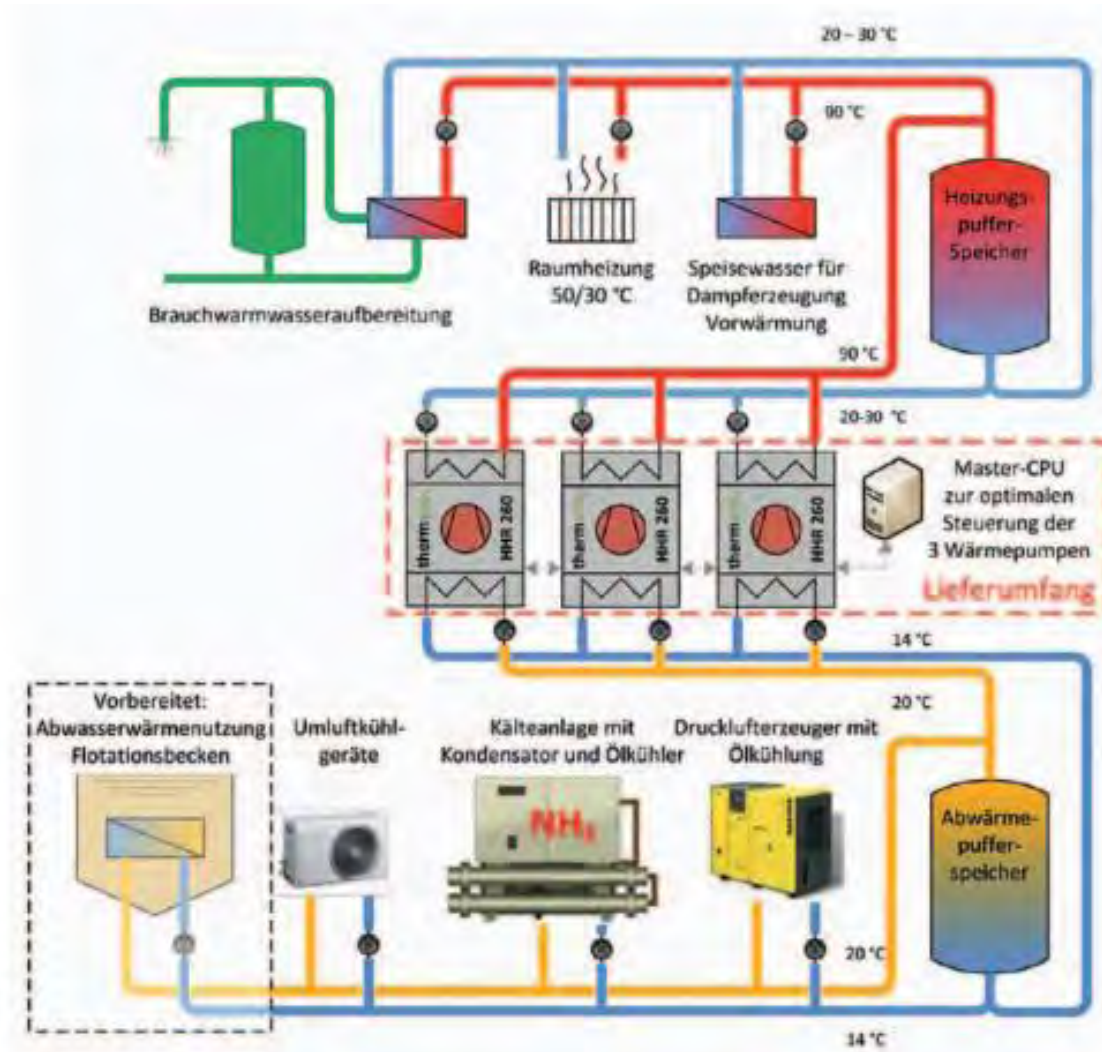
Quelle
VL 20°C
RL 14°C

Senke
VL 90°C
RL 25°C

Wärmenutzung



Einsparung
Fossile Brennstoffe 2.590 MWh
CO₂ Emissionen 510 t/a



3 St. Wärmepumpen
thermeco2 HHR 260
Heizleistung WP 800kW
Leistungszahl > 3

- In der Industrie bestehen erhebliche unentdeckte Potenziale zur Nutzung von Abwärme und Steigerung der Energieeffizienz
- Niederwertige Abwärme wird mit Hochtemperatur Wärmepumpen bis auf 90°C transformiert und einer neuen Nutzung zugeführt
- Bei doppelter Nutzung zum Kühlen und Heizen sind sehr hohe Arbeitszahlen erreichbar
- Einstufige Hochtemperatur Wärmepumpen mit dem Kältemittel CO₂ sind umweltfreundlich, Klimaneutral, betriebssicher mit Heizleistungen bis 1.4 MW
- Neues KfW-Energieeffizienzprogramm – Abwärme Investitionszuschuss bis 40% der Investition für
→ innerbetriebliche Vermeidung und Nutzung von Abwärme
→ außerbetriebliche Nutzung von Abwärme

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Fragen? Wir beraten Sie gerne!

Ihr Spezialist für Industriekälte- und Klimasysteme
Kälte-Wärme-Verbundsysteme
Energie-Speichertechnik

