YANMAR

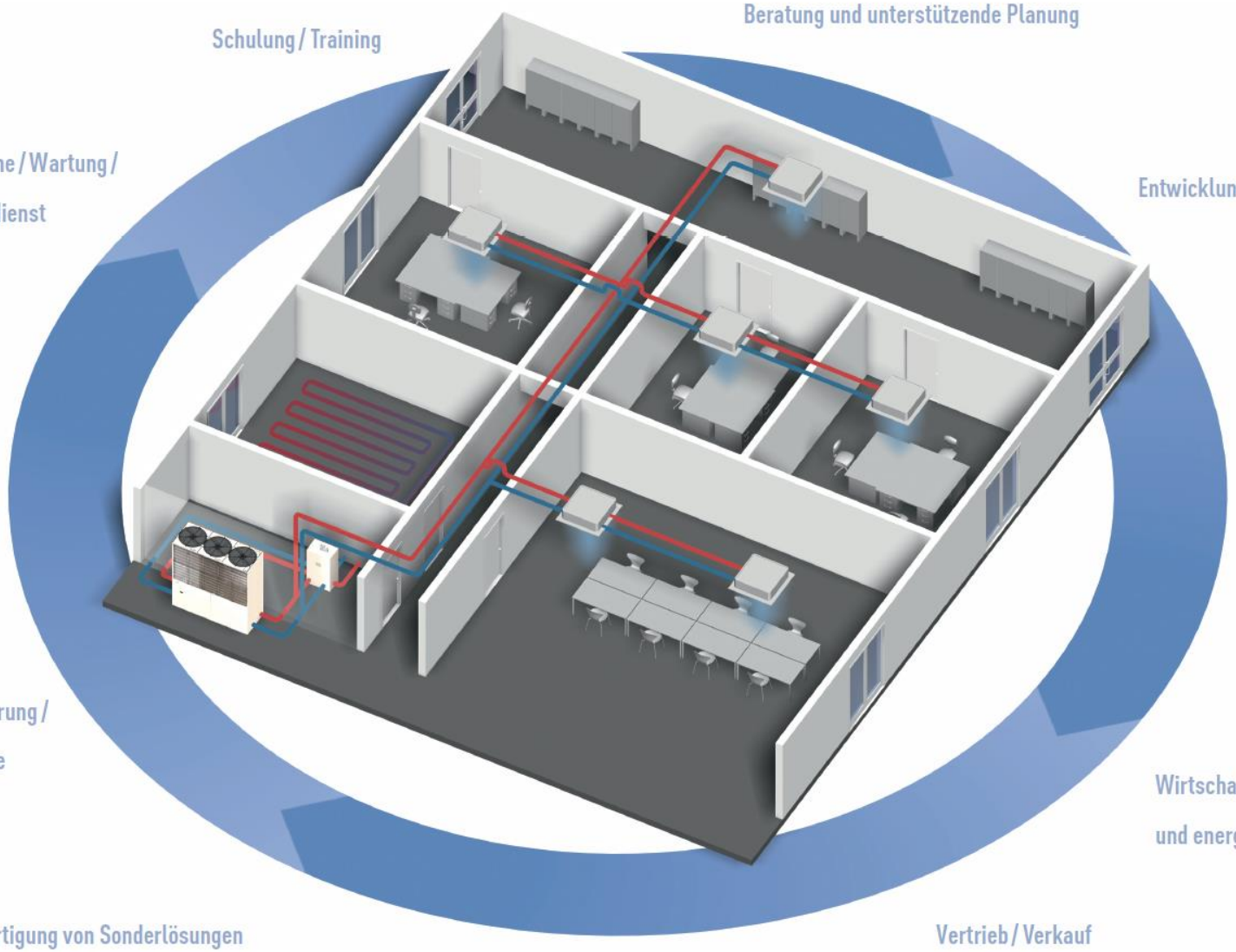
BERNDT ENERSYS
GASWÄRMEPUMPEN | BLOCKHEIZKRAFTWERKE

Kühlung eines Lebensmittel-Gewerbes mit Gasmotorwärmepumpe

Dipl.-Ing. Marcus Becker

YANMAR

BERNDT ENERSYS
GASWÄRMEPUMPEN | BLOCKHEIZKRAFTWERKE



YANMAR

BERNDT ENERSYS
GASWÄRMEPUMPEN | BLOCKHEIZKRAFTWERKE

Gaswärmepumpe
(Luft-Wasser & Luft-Luft)

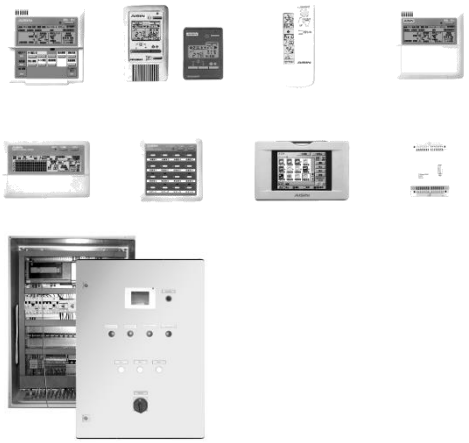
Gaswärmepumpe
(Sole-/ Wasser-Wasser)

Blockheizkraftwerke

Hydraulikmodule

Gebläsekonvektoren

Regelungstechnik



Energetische Betrachtung der Gasmotorwärmepumpe

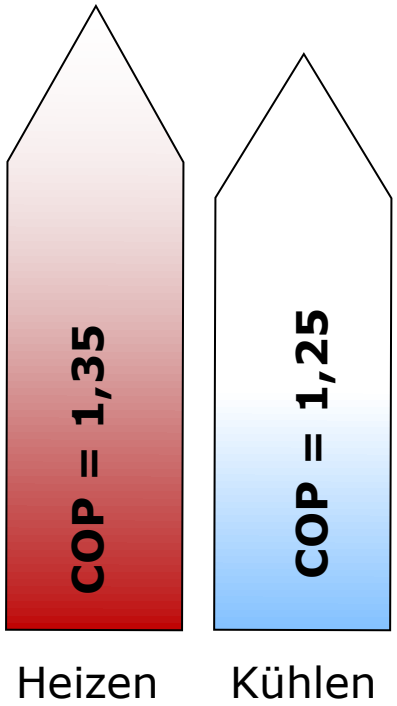
Die GMWP ist eine **Kompressionswärmepumpe**, angetrieben von einem **Gasverbrennungsmotor**.

Dabei wird auf **3 Wegen Wärmeenergie** aufgenommen:

Nutzung der Umweltenergie aus der Luft (Wärmepumpe)

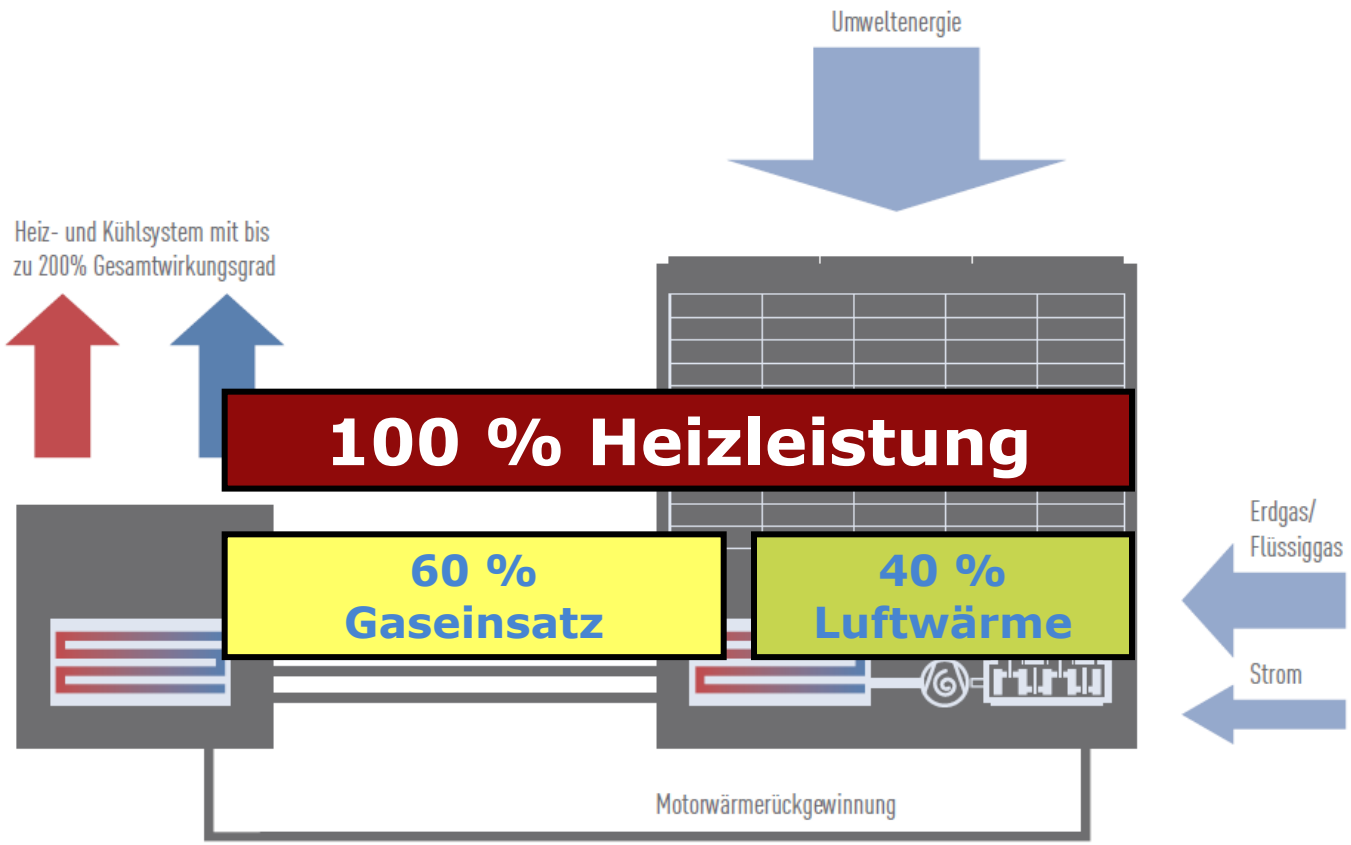
Nutzung der Abwärme des Kühlkreislaufs

Nutzung der Abwärme der Abgase (inkl. Brennwerttechnik)



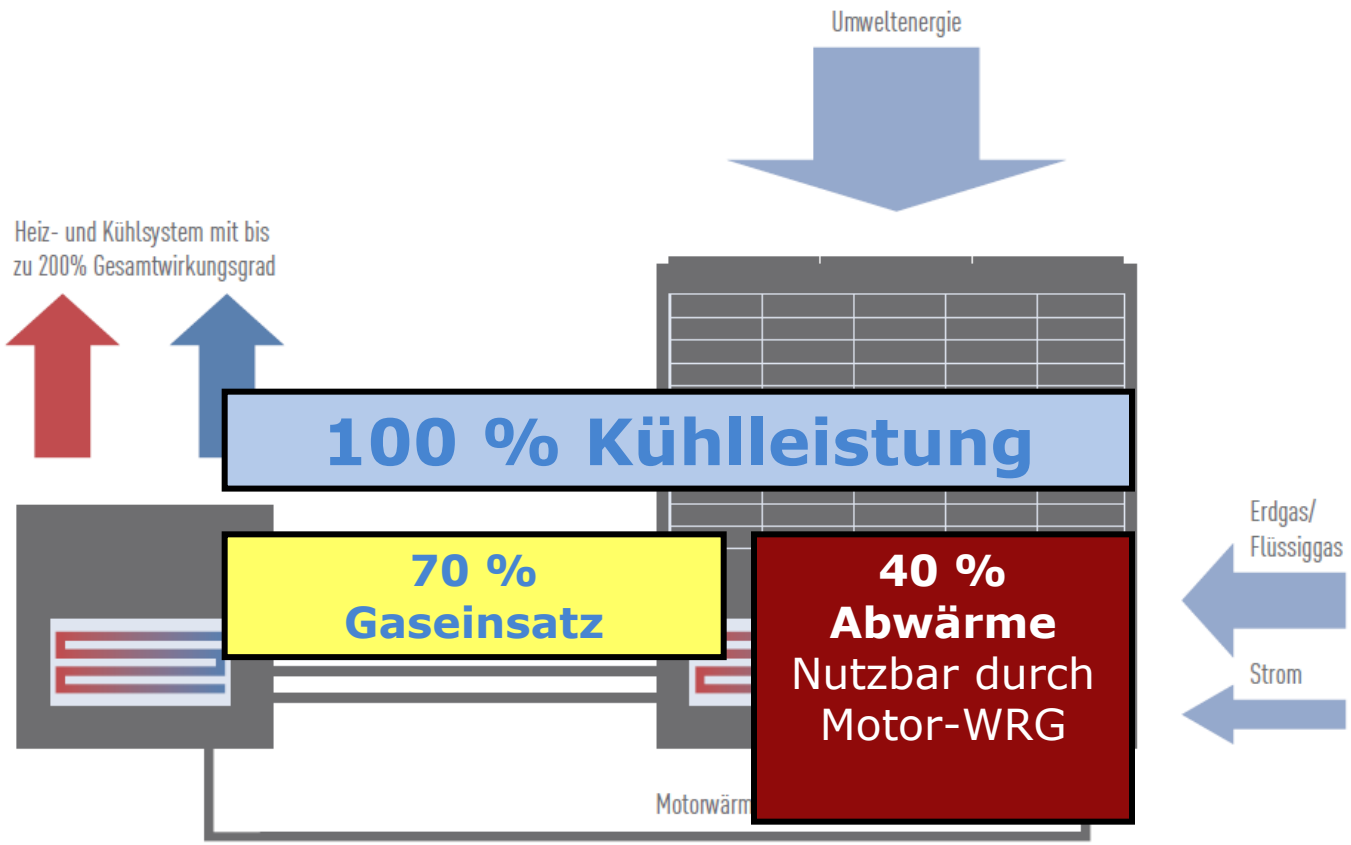
Funktionsprinzip

Heizbetrieb



Funktionsprinzip

Kühlbetrieb

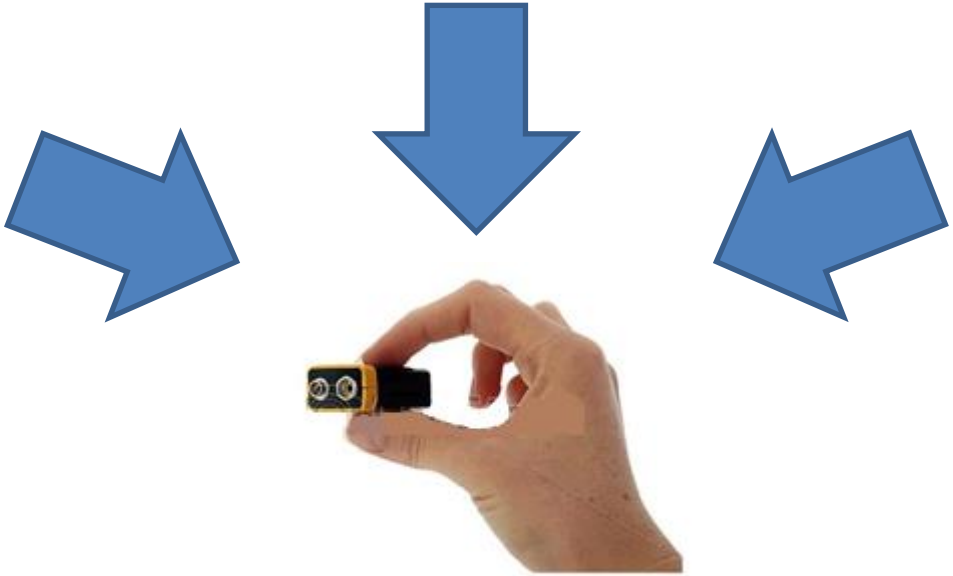


Geringe elektrische Leistungsaufnahme

Trafostation

Unterverteilung/Schaltschrank

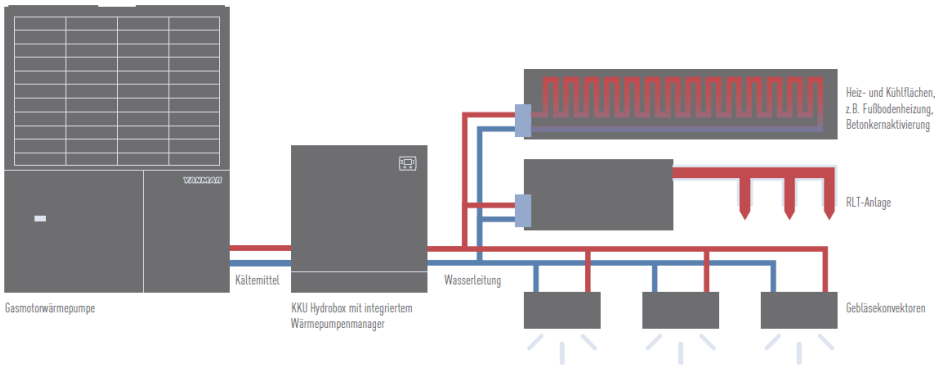
Notstromaggregat / NEA

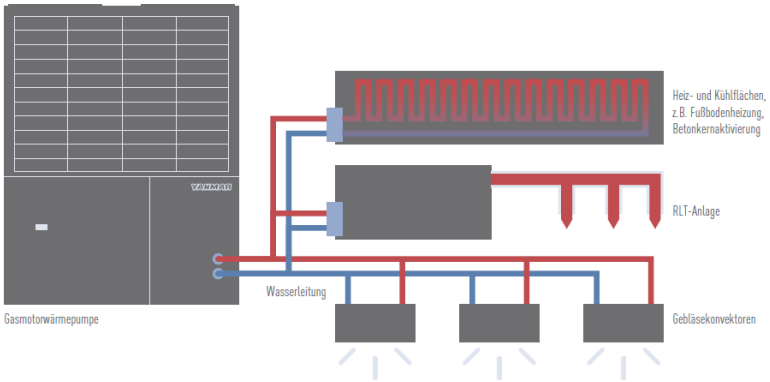


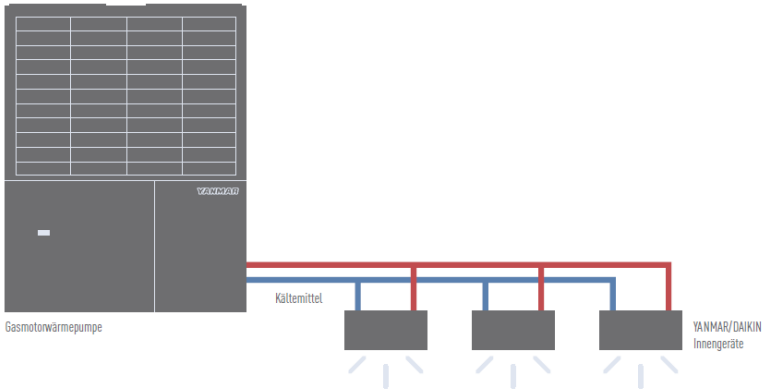
YANMAR

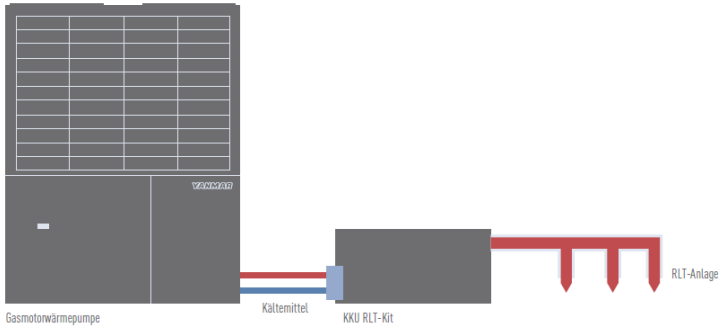
BERNDT ENERSYS
GASWÄRMEPUMPEN | BLOCKHEIZKRAFTWERKE

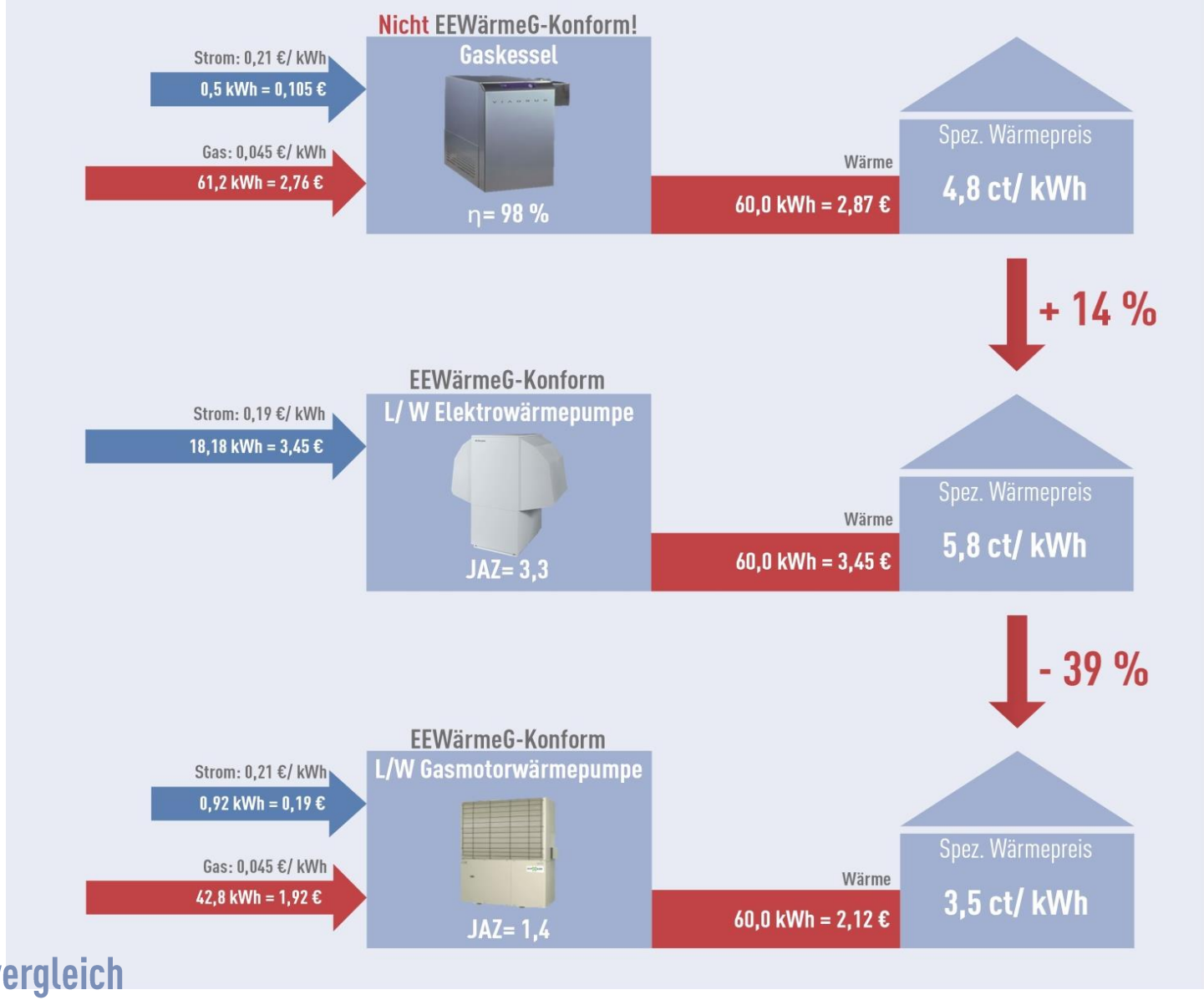
Systemvarianten



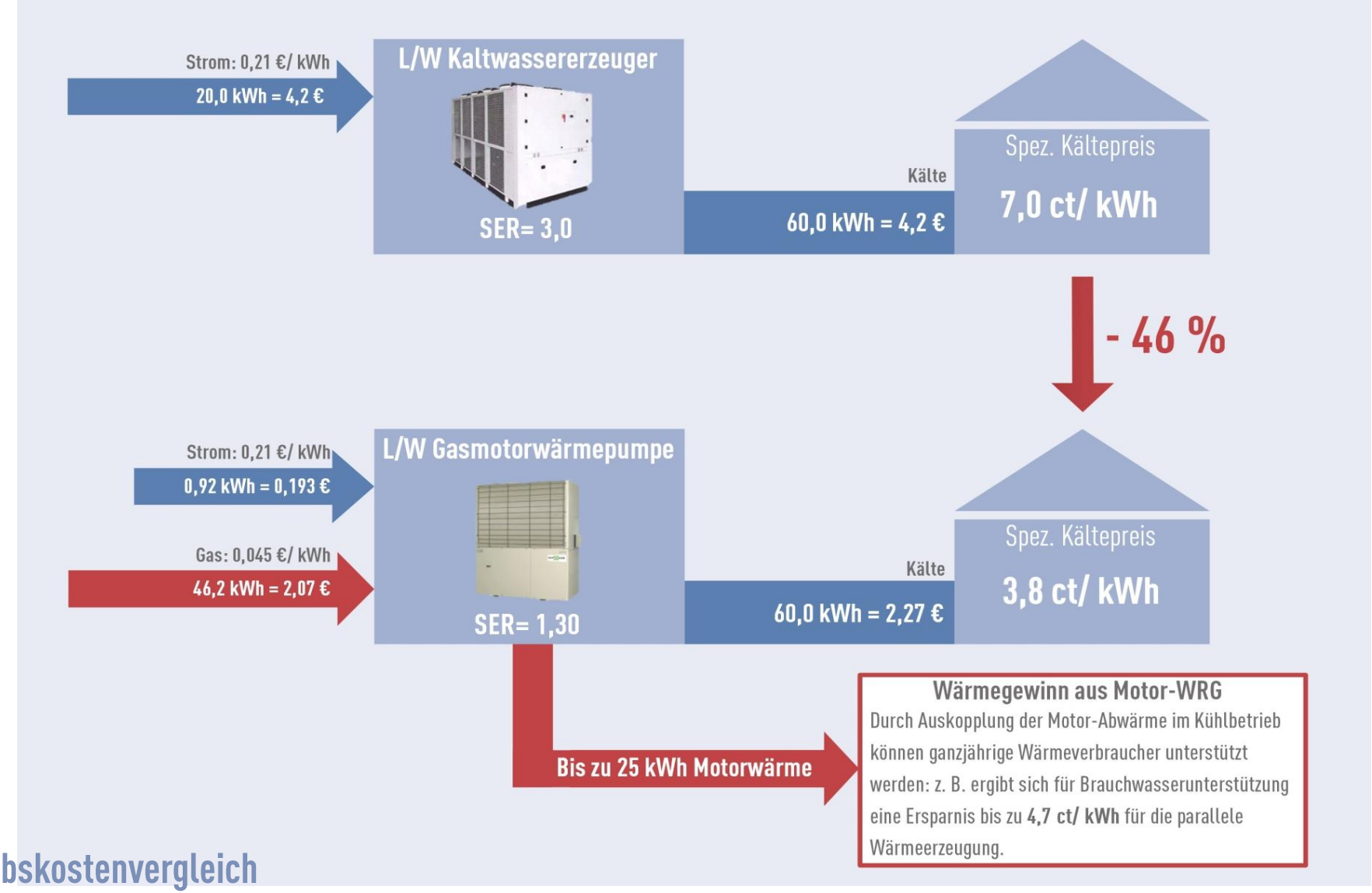




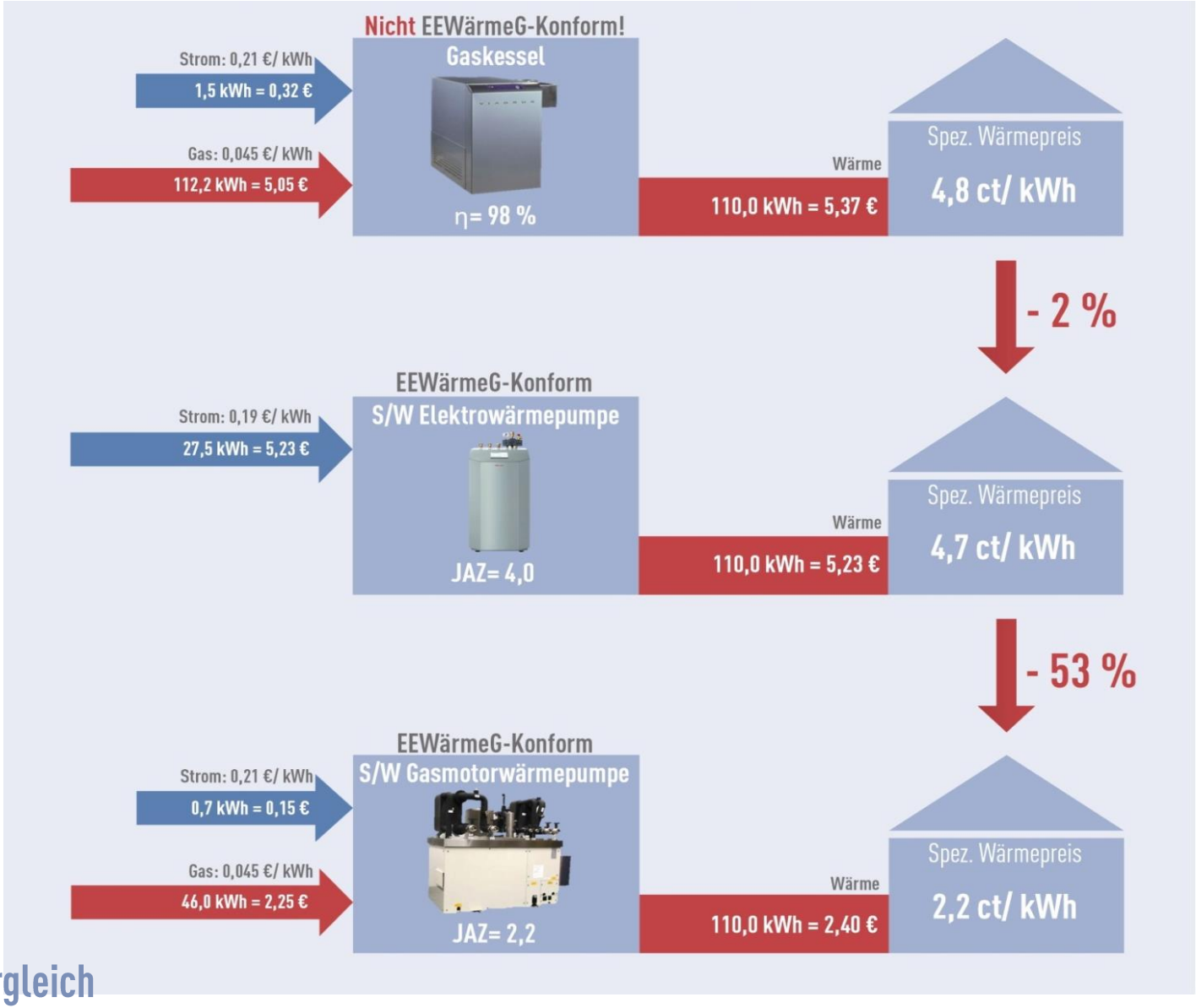




Betriebskostenvergleich



Betriebskostenvergleich



Betriebskostenvergleich

Abels Früchtewelt (2008)

Projektvorstellung: Kühlung von Convenience Räumen

- Kühlung von 2 Convenience Räumen (2008)
  Standort: Bonn

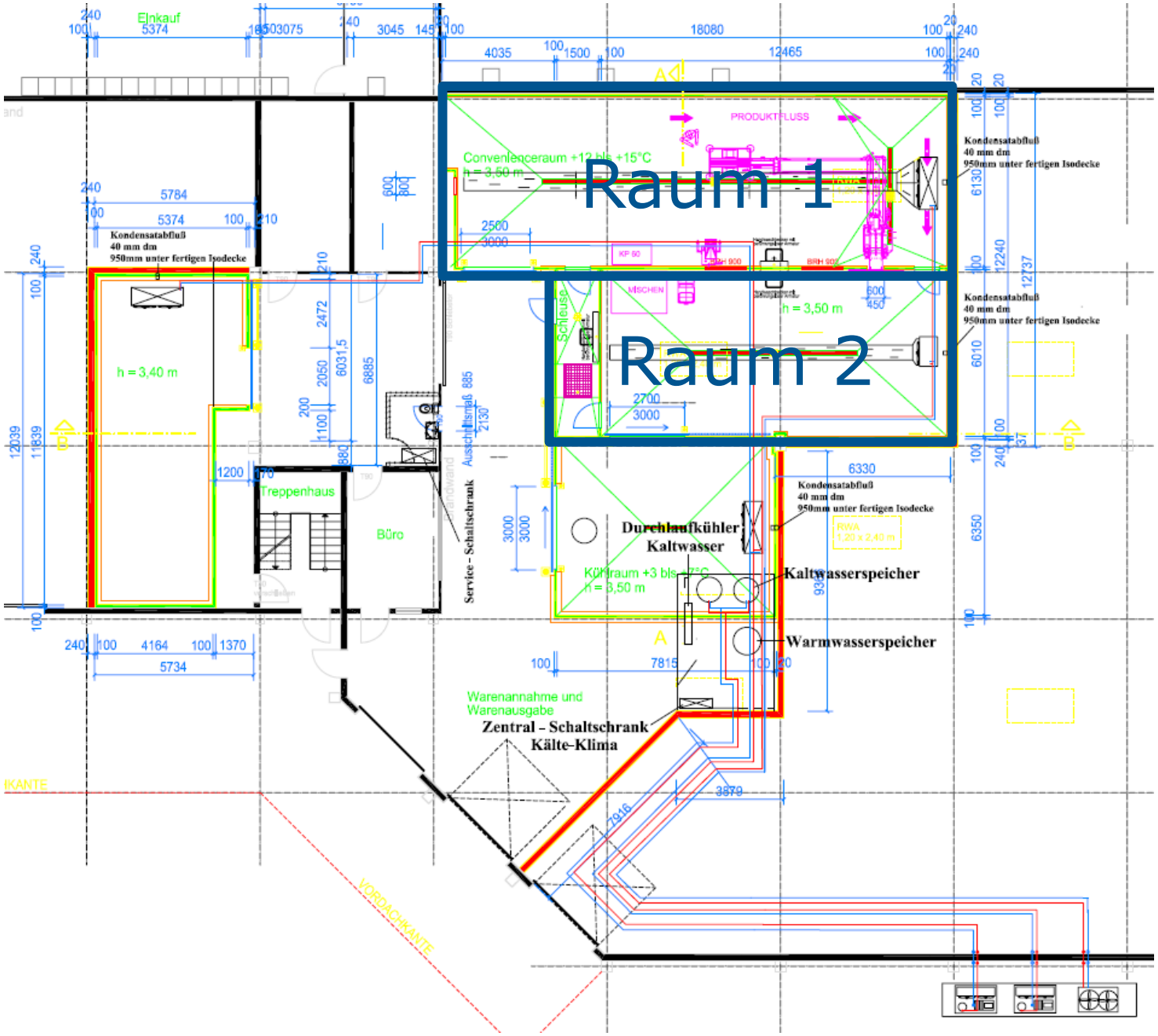
- Nutzungsdaten
  - Raum 1 = 110 m² / 385 m³
  - Raum 2 = 75 m² / 263 m³
  - Temperaturniveau = +12°C bis +15°C
  - Schichtbetrieb 12h/d = 3120 h/a
  - Geforderte Kälteleistung = 24,5 kW
  - Be- und Entlüftung (konditioniert)

- Die Idee: Gasmotor betriebene Wärmepumpen
  - Geringe Gaspreise
  - Stromnetz wird kaum belastet
  - Kostenlose Erzeugung von Heißwasser bis zu ca. 60°C

- Umsetzung:
  - Gasmotorwärmepumpe AXGP355 mit WRG
    Nennklimaleistung = 35,5 kW
  - VRF-Expansionskits an Industrie Kälteverdampfern

BERNDT ENERSYS

GASWÄRMEPUMPEN | BLOCKHEIZKRAFTWERKE



6/3/2008 11:18

Betriebsergebnis:

- Laufzeit vom 2008 bis 2013 von 9.819 Bh
- Entspricht 1.800 Bh/a
- Gasaufnahme: ca. 45.900 kWh/a
- Energiekosten: 2.295 €/a
- Anzunehmende Elektrokosten: 5.400,- €
  (COP = 1,6 und 0,16 €/kWh)
- Zusätzlich Warmwasser in Höhe von 23.400 kWh/a
  (Entspricht Heizkosten in Höhe von 1230,- €/a, bei 100% Nutzung)

Pilotprojekt:

Gasmotorische Gewerbekälte

Systemlösung Gewerbekühlung

- Gesucht wird eine Alternative zu rein elektrisch betriebenen Kälteerzeugern
  - Hohe Strompreise
  - Örtliche Stromnetze sind ausgelastet
  - Einsparung der EEG Umlage

- Die Idee: Gasmotor betriebene Wärmepumpen
  - Geringe Gaspreise
  - Stromnetz wird kaum belastet
  - Keine EEG Umlage
  - Kostenlose Erzeugung von Heißwasser bis zu ca. 70°C
  - Abtauphase
    - Umschalten in den Heizbetrieb
    - Nutzen Heißwasser (Warmsole)

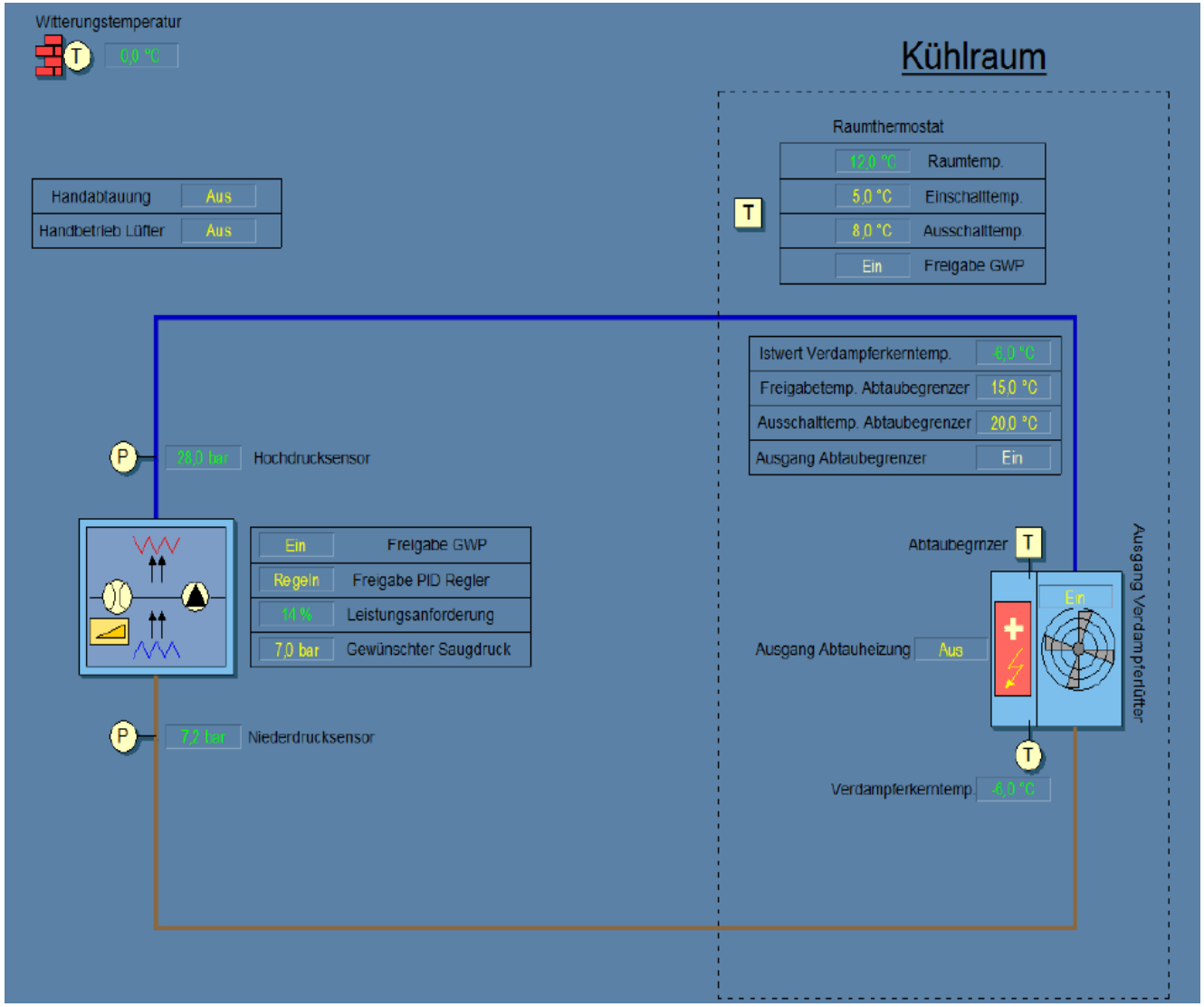
- Offene Punkte:
  - COP
  - Verhalten bei niedrigen Verdampfungstemperaturen
  - Regelung

Versuchsaufbau

- Testkammer
- Komponenten
  - Yanmar GHP ENCP 850 J
  - Güntner Verdampfer S-GHF 050.2J 27-ENS50E
  - Priva Regelung
  - Carel Einspritzventil E2V35
  - Cu – Rohr Kältemittelleitung 16/35
  - Länge 11,5m
  - R 410A

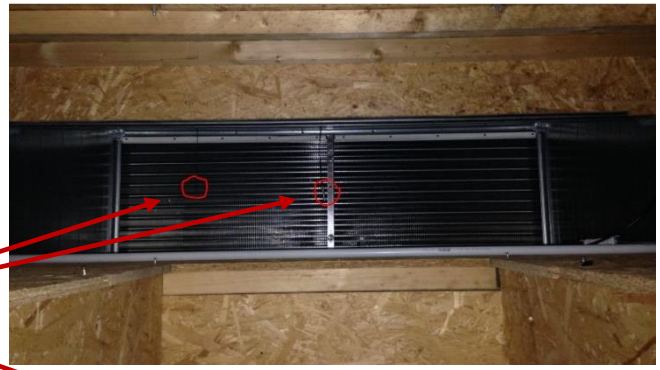
Regelung Versuchsaufbau

- Priva
  - Temperatur
  - Druck
  - Leistung 0-5V
  - Abtauphasen
  - Fernüberwachung
- Carel Einspritzventil
  - Überhitzung



Versuchsaufbau

- Messung
  - Luftmenge: 12988m³/h
  - Temperatur °C
  - Rel. Feuchte %

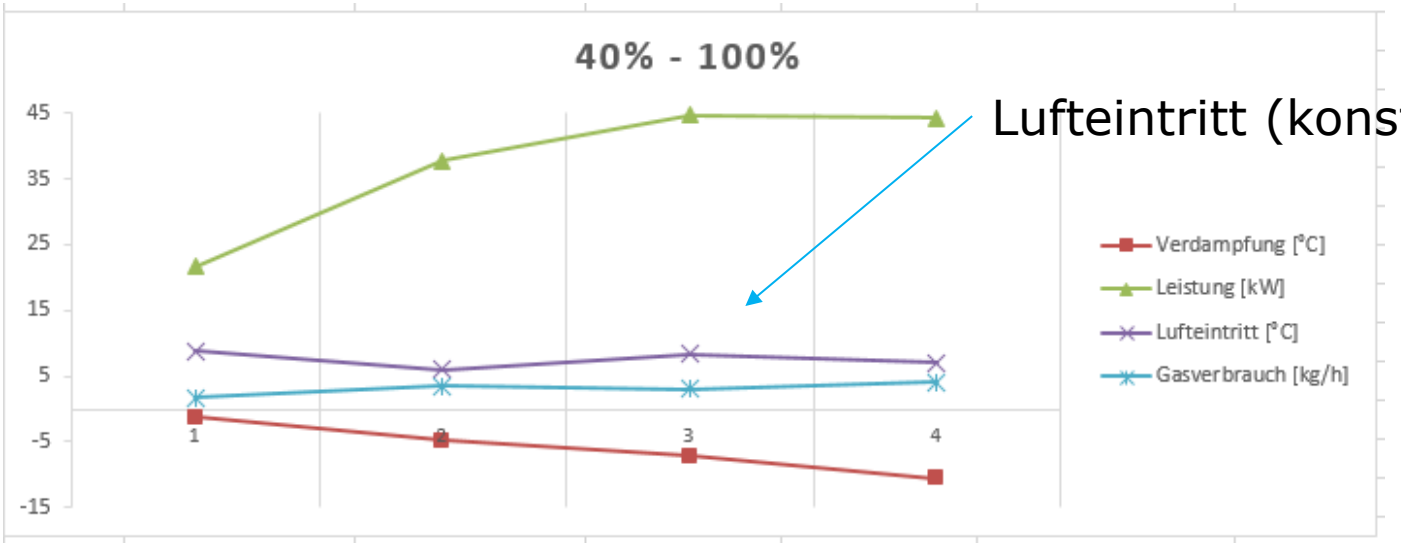


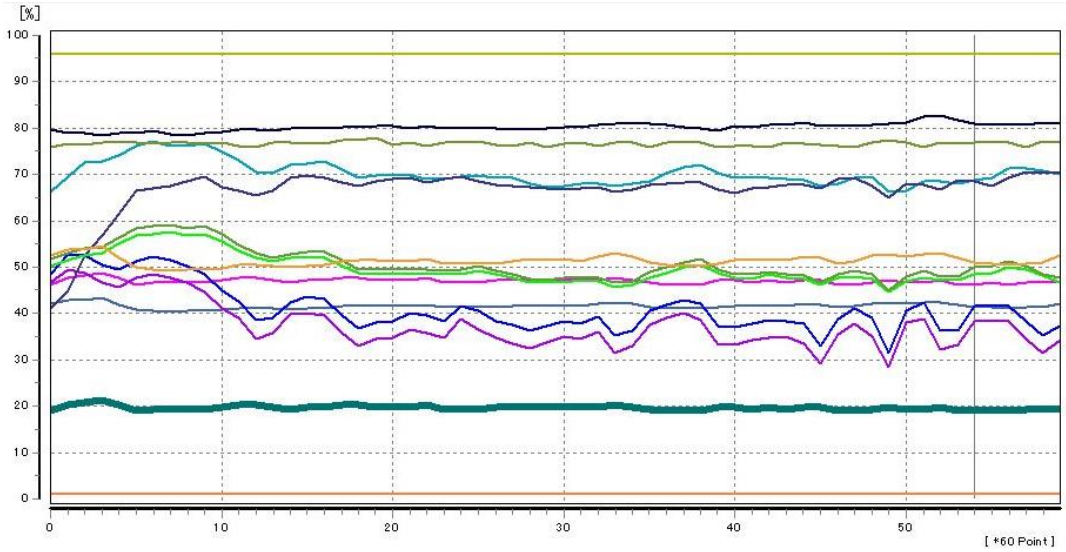
Lufteintritt

Messpunkte

Luftaustritt

Auswertung Beispiel

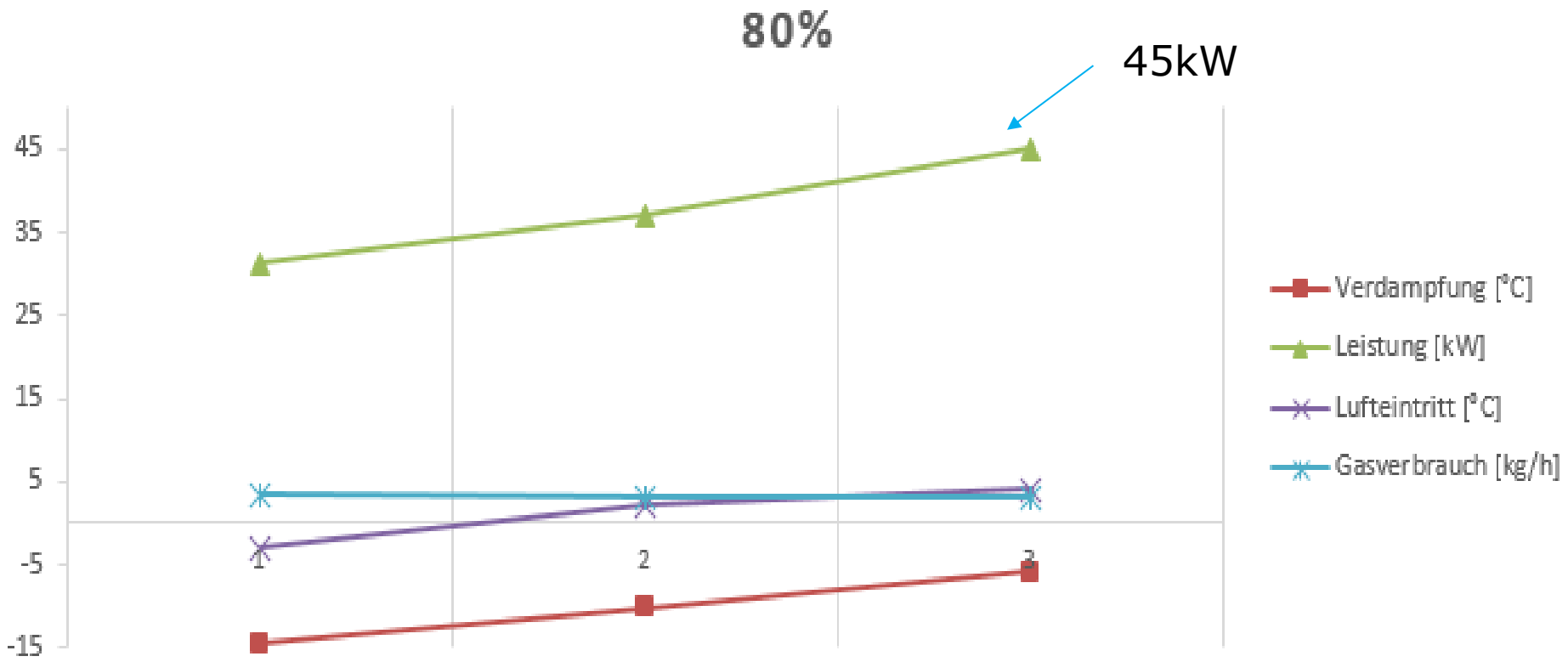




Color	Item name	Value	Unit
	PH1	2.071	MPa
	PL	0.463	MPa
	SHS1	9.2	deg C
	SHS2	10.8	deg C
	SHS3	24.4	deg C
	SHS4	24.3	deg C
	SHD1	44.3	deg C
	SHD2	45.0	deg C
	EV1	480	pulse
	EV5	5	pulse
	ThPH1	35.5	deg C
	ThPL	-10.5	deg C
	TA1	20.5	deg C
	Current engine speed	2307	min-1

Range *60 Point

Auswertung Beispiel



Ergebnis

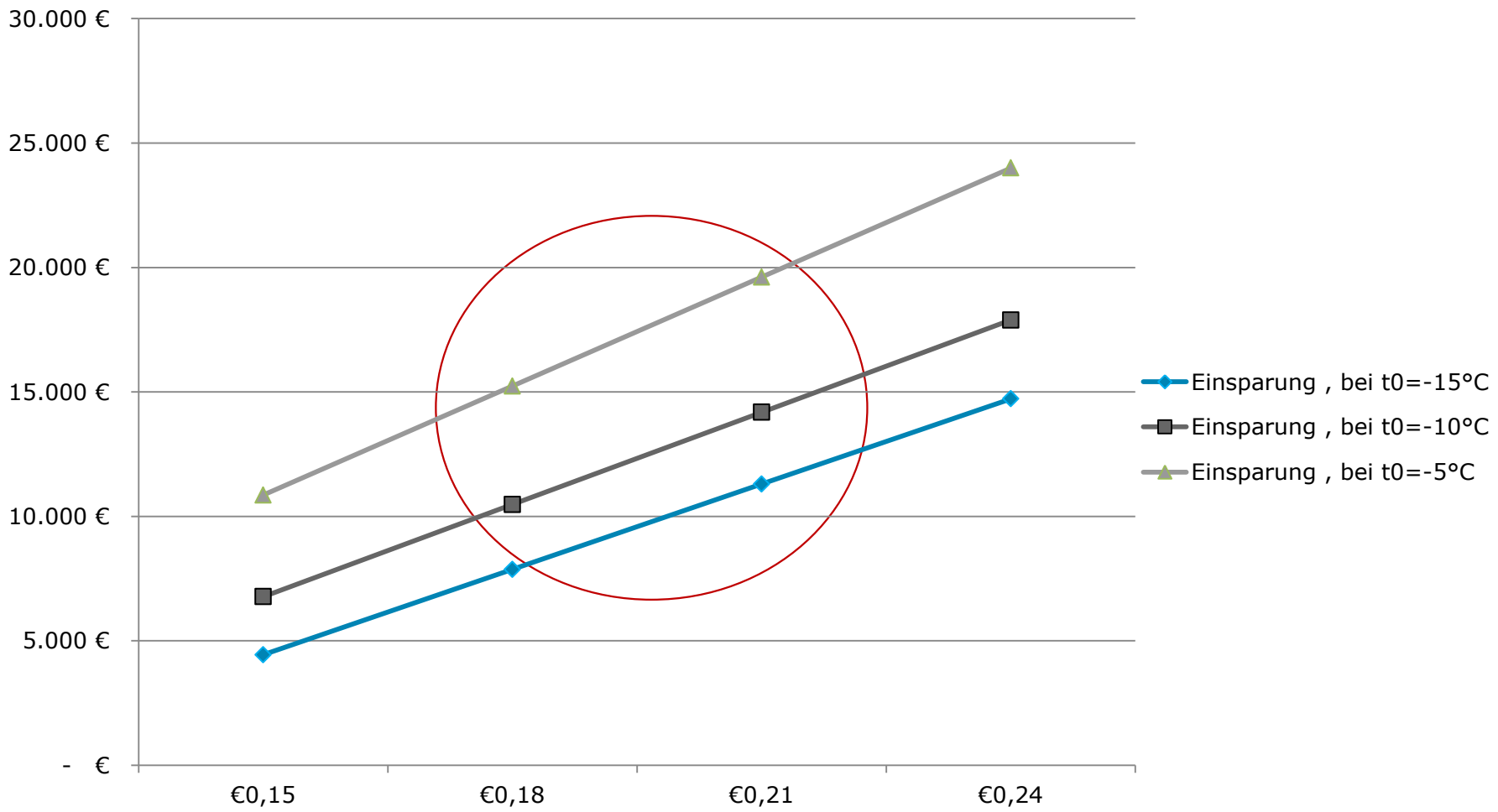
- Wirtschaftlichkeit:

	Gasmotor - Kühlung	Elektro - Kühlung
Leistung	56 kW	56 kW
COP	1,0	1,6
Energiepreis	5,0 ct/kWh$_{Gas}$	18 ct/kWh
Spezifischer Leistungspreis Kälte	5,0 ct/kWh$_{Gas}$	11,25 ct/kWh
Wärmeauskopplung der Motorwärme	30 kW	-
Temperaturniveau der Motorwärme	bis 70 °C	-
Wärmegutschrift durch Motorwärme (η = 0,95)	2,59 ct/kWh$_{Kälte}$	-
Effektiver Leistungspreis Kälte	2,41 ct/kWh$_{Kälte}$	11,25 ct/kWh$_{Kälte}$
Spez. Wartungskosten	0,5 ct/kWh$_{Kälte}$	0,15 ct/kWh$_{Kälte}$
Arbeitspreis (Kälte)	2,91 ct/kWh	11,4 ct/kWh
Energiekosteneinsparung	**74%**	

Legt man dieser Bilanz eine Nutzung von 5.000 Vollbenutzungsstunden pro Jahr zugrunde, bemisst sich das Einsparpotential der gasmotorischen Kühlung auf 24.000 €/a (Gasmotorisch = 8.008 €/a, Elektro = 31.920 €/a) v

Einsparpotential OHNE Nutzung der Motorwärme

Basis: Gaspreis = 5ct/kWh

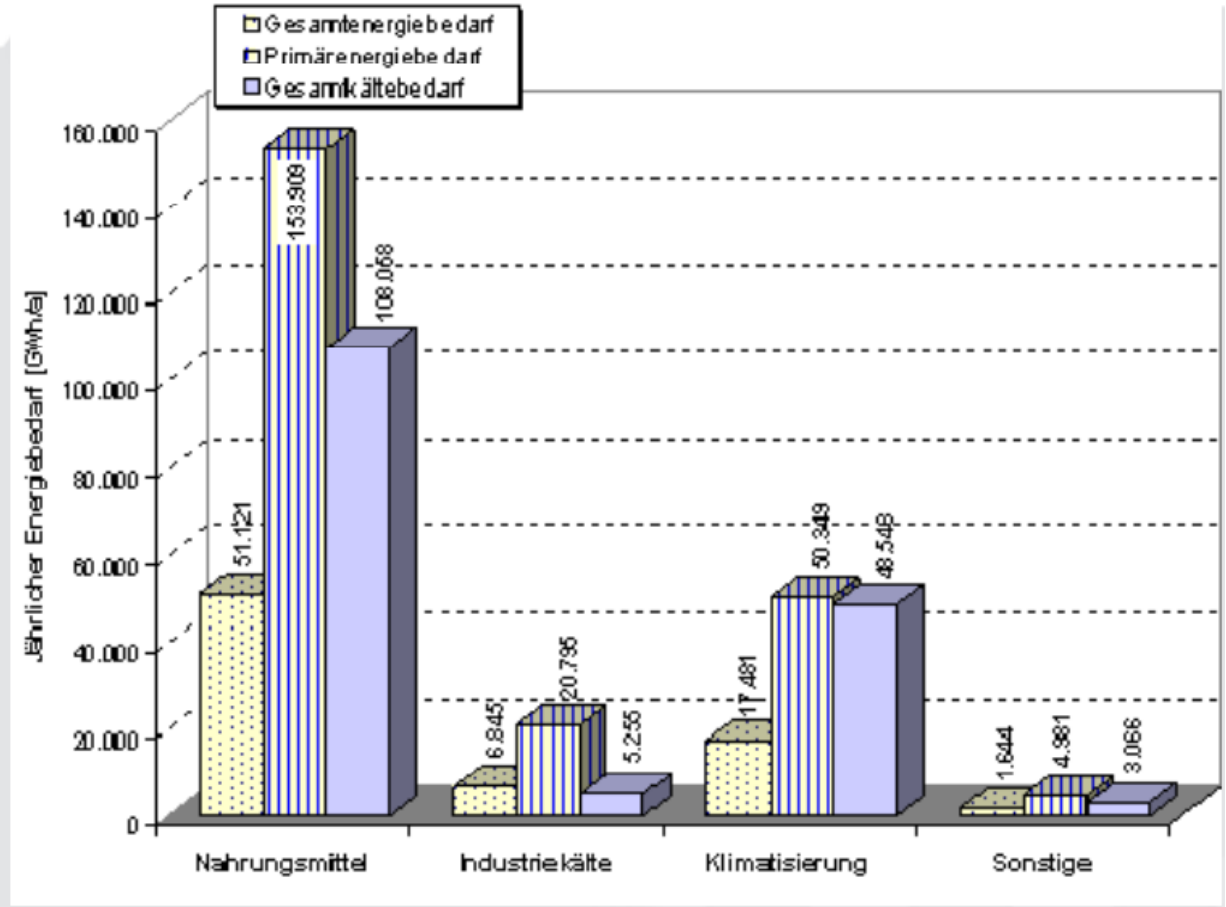


Systemlösung Gewerbekühlung

- Systemvorteile
  - Betriebskosteneinsparung (Kost nix)
  - Paralleles Beheizen des Gebäudes
  - Integrierte Abtauung mit Umkehrung oder Warmsole
  - Kostengünstige Montage, da gesamte Kältetechnik im AG
  - Geringe CO2 Emissionen
  - Reduktion des Primärenergiefaktores (ENEV) durch Integration der Motorwärme ins Heizungsnetz (Abwärme)
  - Einfache Montage / Installation durch kompaktes Außengerät

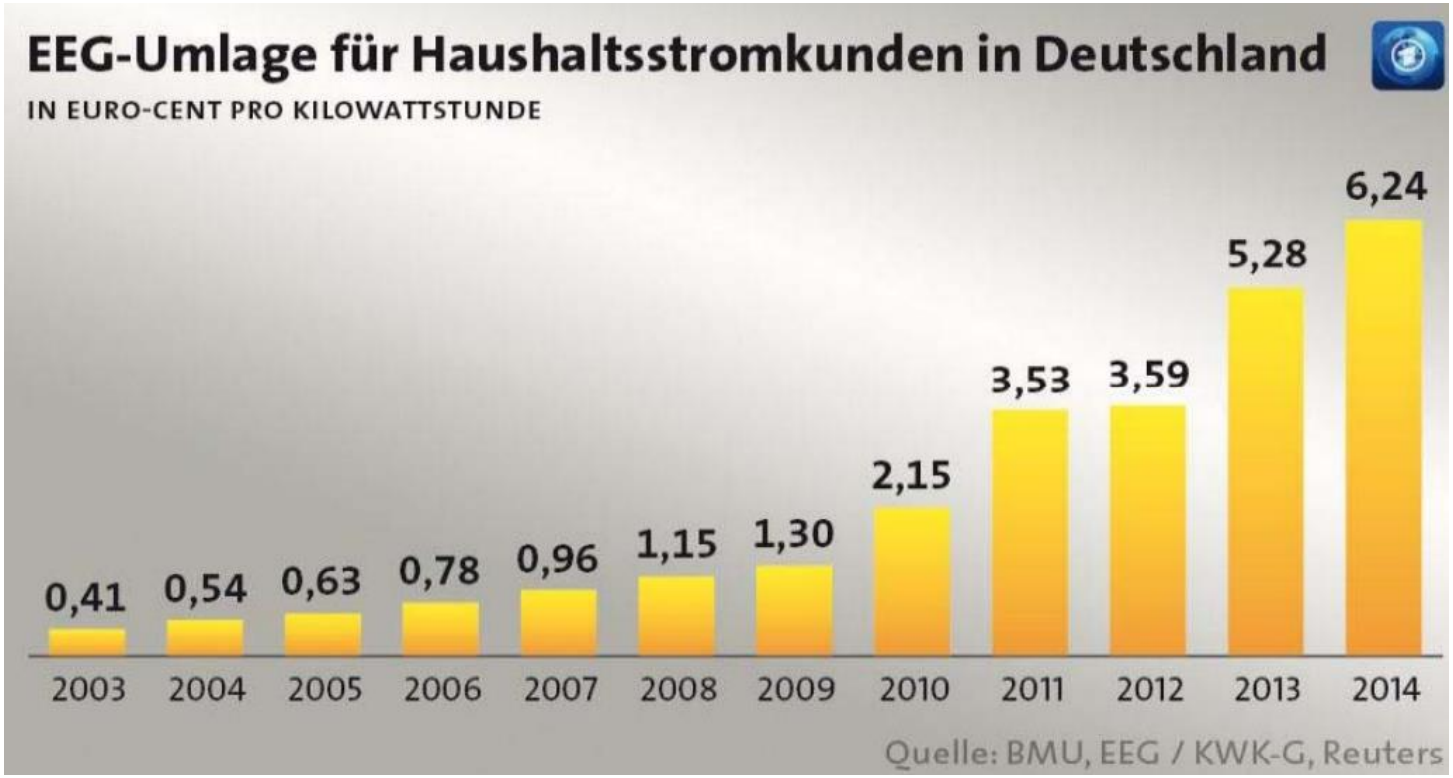
Systemlösung Gewerbekühlung

- Anwendungsfälle
  - Supermarktkälte
  - Landwirtschaftliche Kühlung (Obst, Gemüse, etc)
  - Kühllogistik
  - Industrielle Prozesskühlung
  - Pharmaindustrie
  - Nahrungsmittel
  - EDV Kühlung



Systemlösung Gewerbekühlung

- Entwicklung der EEG- Umlage



Ergebnis

- Die Produktentwicklung im Anwendungsbereich der Gewerbekühlung bietet ausgezeichnetes Potential für eine nachhaltige Gasanwendung. Durch den primärenergetischen Einsatz von Erdgas lassen sich Betriebskosteneinsparungen in Höhe von 75% gegenüber einer konventionellen elektrisch betriebenen Kälteanlagen realisieren.

- Zudem ist der Anwendungsbereich der Direktverdampfung ein traditionell von der Elektroindustrie dominiertes Marktsegment. Technologisch ist dies nun mit enormen betriebswirtschaftlichen Einsparungen mittels Erdgaseinsatz stattdessen zu realisieren.

BERNDT ENERSYS
Vertriebsbüro West
Otto-Hahn-Str. 6
53501 Grafschaft
TEL: 02225-913290
FAX: 02225-913298
Mail: info@berndt-enersys.de
NET: www.berndt-enersys.de