

Pilotprojekt Gasklimageräte im Europa Park Rust



Christoph Weiler
Produktion Energie

Science House, Rust - Gasklimageräte

- Anlagen-Contracting
- Energieeffiziente Maßnahme
 - Raumklimatisierung durch zwei Gasklimageräte (GHP)
 - Im Kältebetrieb erfolgt Wärmeauskopplung (Abwärme von Motor und Abgas) in einen Warmwasserbereiter
- Technische Daten
 - Thermische Leistung je GHP 67 kW
 - Kälteleistung je GHP 56 kW
 - Erdgas**einsparung** ca. 15.000 kWh/a
 - CO₂ Einsparung ca. 4 t/a



➤ “Die Idee“ 10/2004

Pilotprojekt Raum-Klimatisierung durch Erdgas –
Heizen und Kühlen im Europapark Rust
mit Gasklimageräten (GHP)

➔ Wärme- und Kältebereitstellung für die geplante
Festhalle

➔ Umsetzung gemeinsam mit badenova als
Partner über Energie-Contracting

➤ “Status Quo“ 04/2007

Versorgung des Science House mit Heizwärme und
Raumkühlung durch GHP

Projektablauf

- **Okt 2004**
Antragstellung im Innovationsfonds Klima- und Wasserschutz badenova
- **Apr 2005**
Genehmigung des Antrages mit vermindertem Fördervolumen
- **Sep 2005**
Errichtung der Festhalle wird verschoben
Für Medienhalle, Festzelt und Botta Dome wird Klimatisierung untersucht
Contracting-Angebote wurden erstellt
- **Juli 2006**
Absage für Klimatisierung mit GHP für Festzelt, Medienhalle und Botta Dome
Untersuchung GHP für künftiges „Science House“
- **Dez 2006**
Auftragserteilung für Einsatz GHP im Science House über Energie-Contracting
- **Feb 2007**
Beginn der Wärme- und Kältelieferung durch GHP

Rahmenbedingungen

- Geringe Energiekosten für Betreiber Science House
- Geringe CO₂-Emissionen
- Sichere Kälte- und Wärmeversorgung
- Optimierung des Betriebs über 3-jähriges Monitoring
- Vermarktung der innovativen und ökologischen Aspekte durch Visualisierung, Internet, Besuchergruppen, Schulungsveranstaltungen, etc.
- Innovative Technologie erstmalig im badenova Gebiet eingesetzt

Energie-Contracting

➤ **Vertragswerk „Energiecontracting“**

Europa Park ist Eigentümer vom Grundstück und Leichtbauhalle

Förderverein ist Nutzer der Leichtbauhalle und somit Abnehmer von Wärme und Kälte

badenova ist Contractor

Planung, Errichtung und Betrieb der Gasklimaanlagen

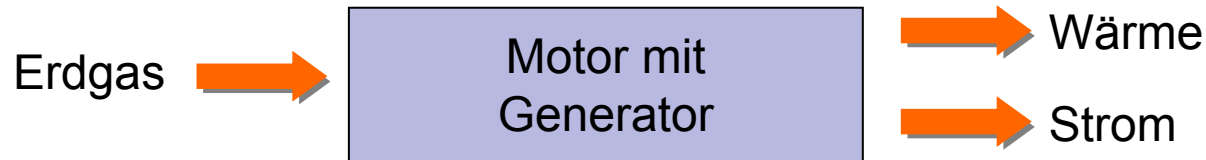
➔ Errichtungsvertrag zwischen bn/EP

➔ Wärme- und Kältelieferungsvertrag zwischen bn/S.H.

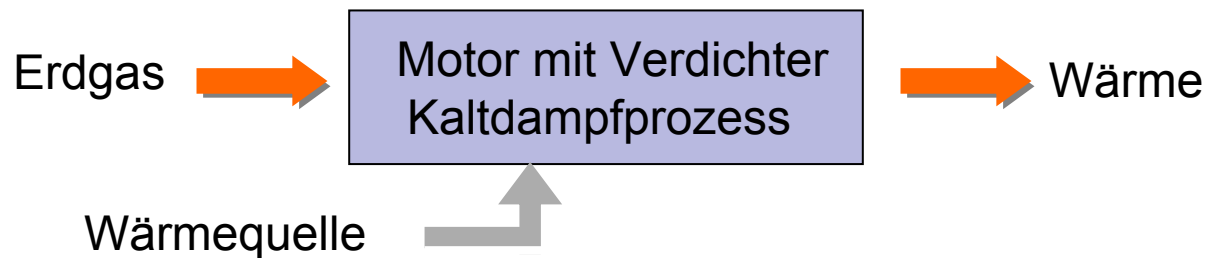
Grundlagen

Energiesysteme mit Gasmotor

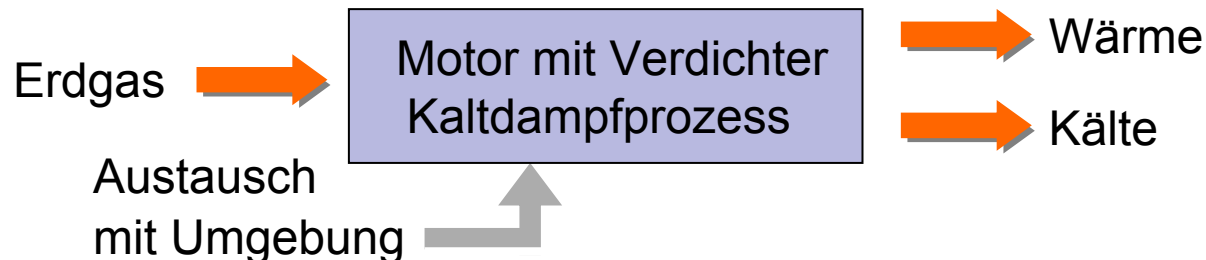
➤ Blockheizkraftwerk (BHKW)



➤ Gasmotor Wärmepumpe (GMWP)

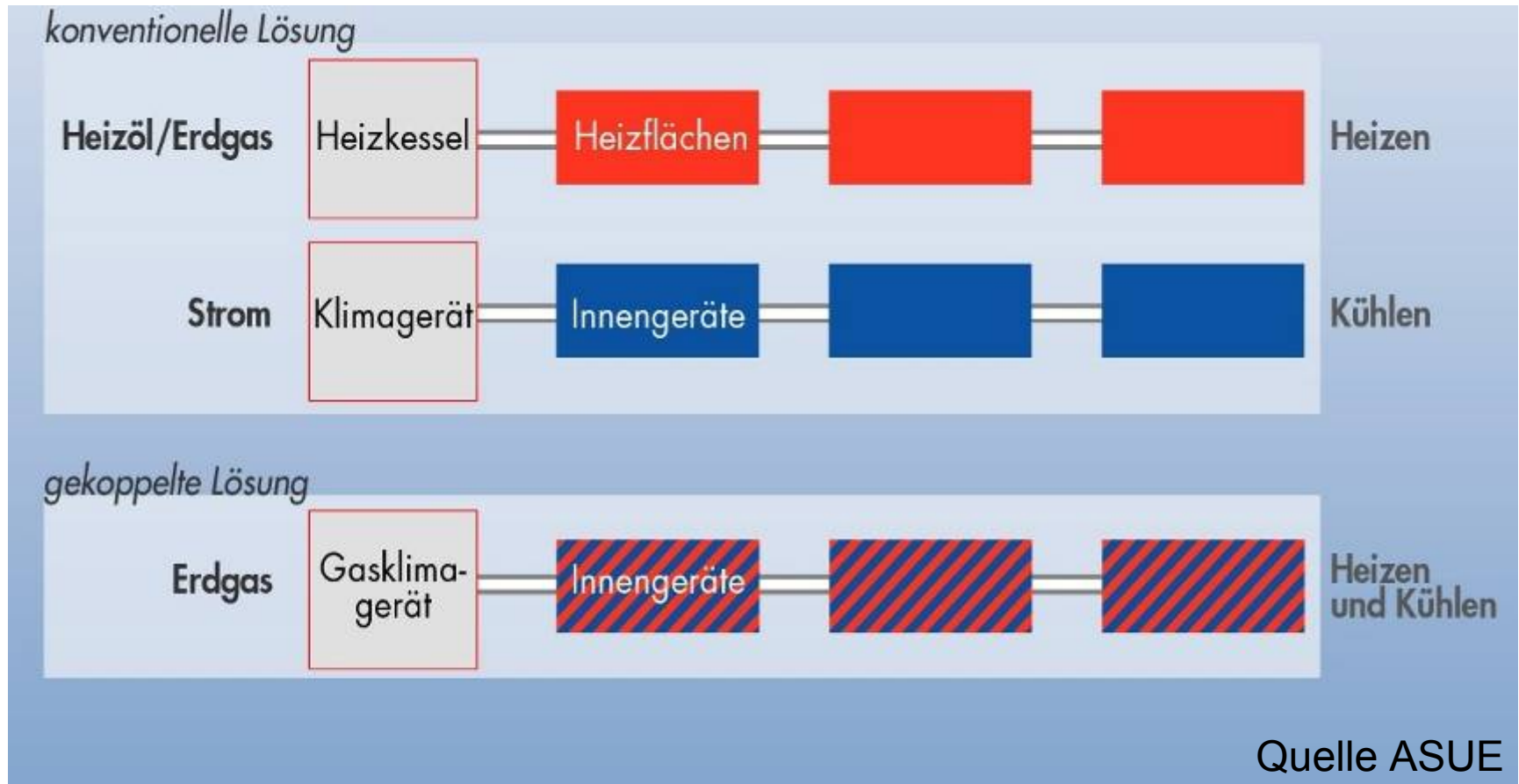


➤ Gasklimagerät (GHP)



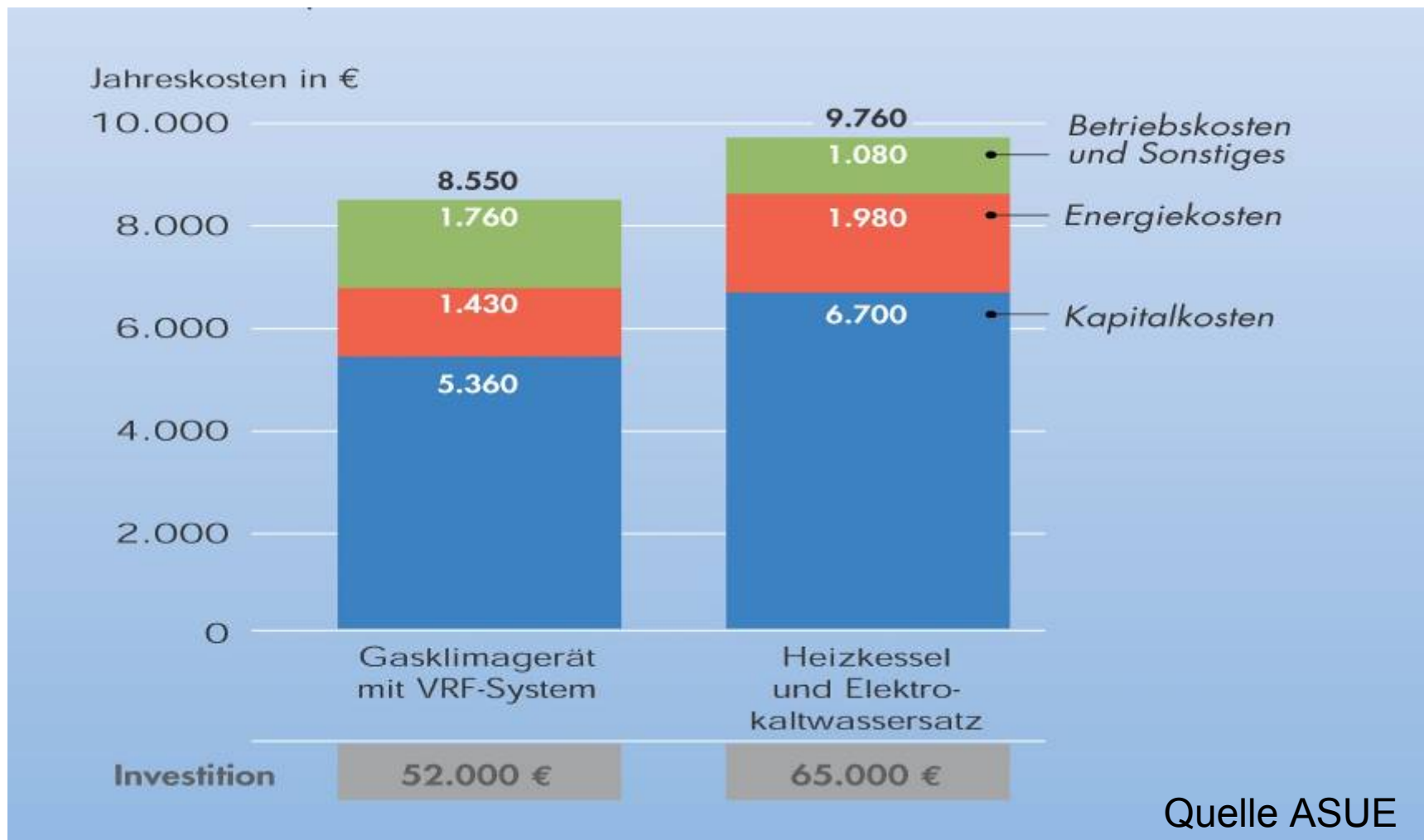
Grundlagen

Anlagenkonzepte Klimatisierung



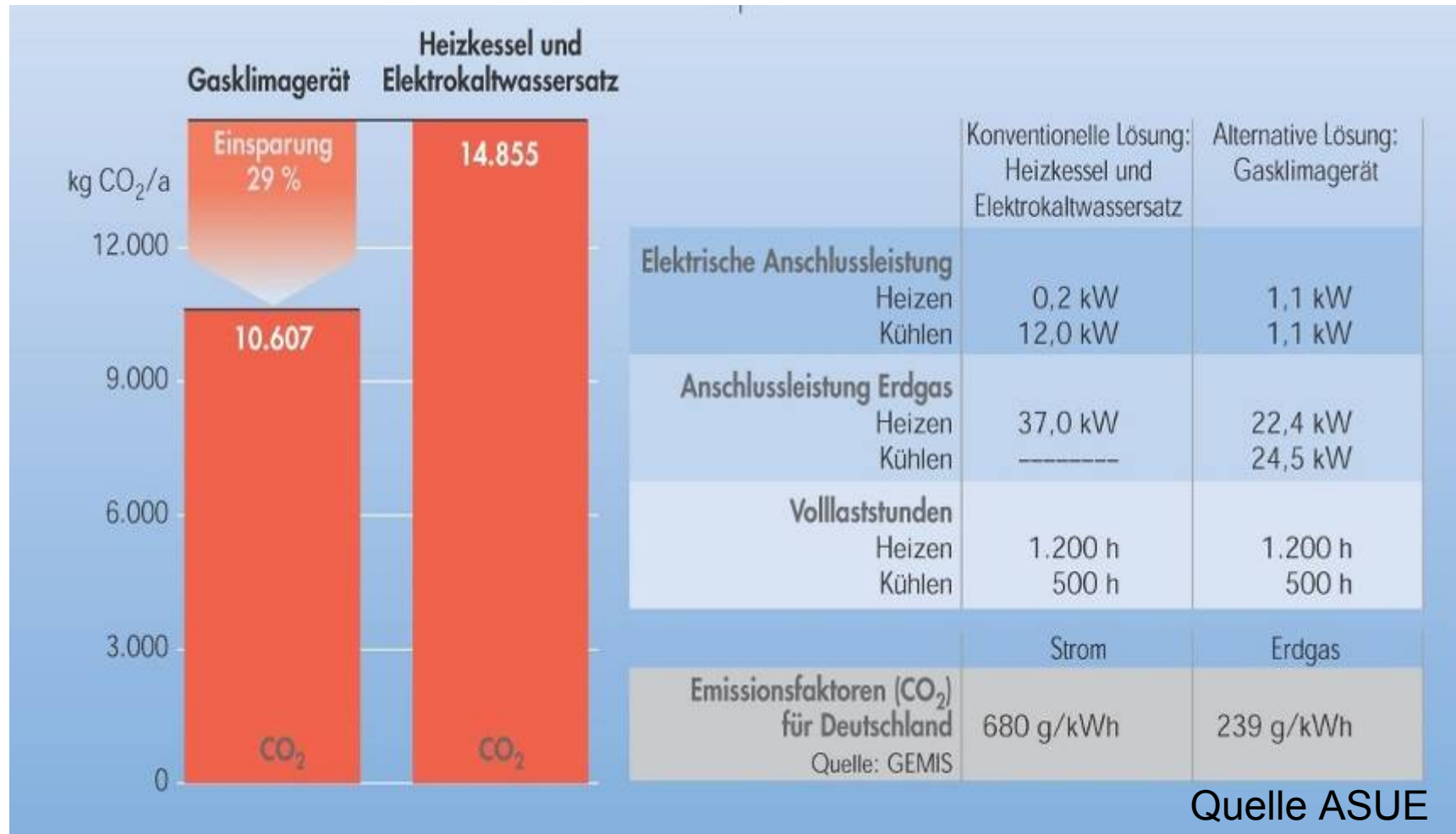
Wärme- und Kältebereitstellung für ein Gebäude

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung



Jahresgesamtkosten für ein Verwaltungsgebäude
(Bsp. Wärmebedarf 33 kW, Kältebedarf 28 kW)

CO₂-Einsparung



Vergleich der CO₂-Emissionen

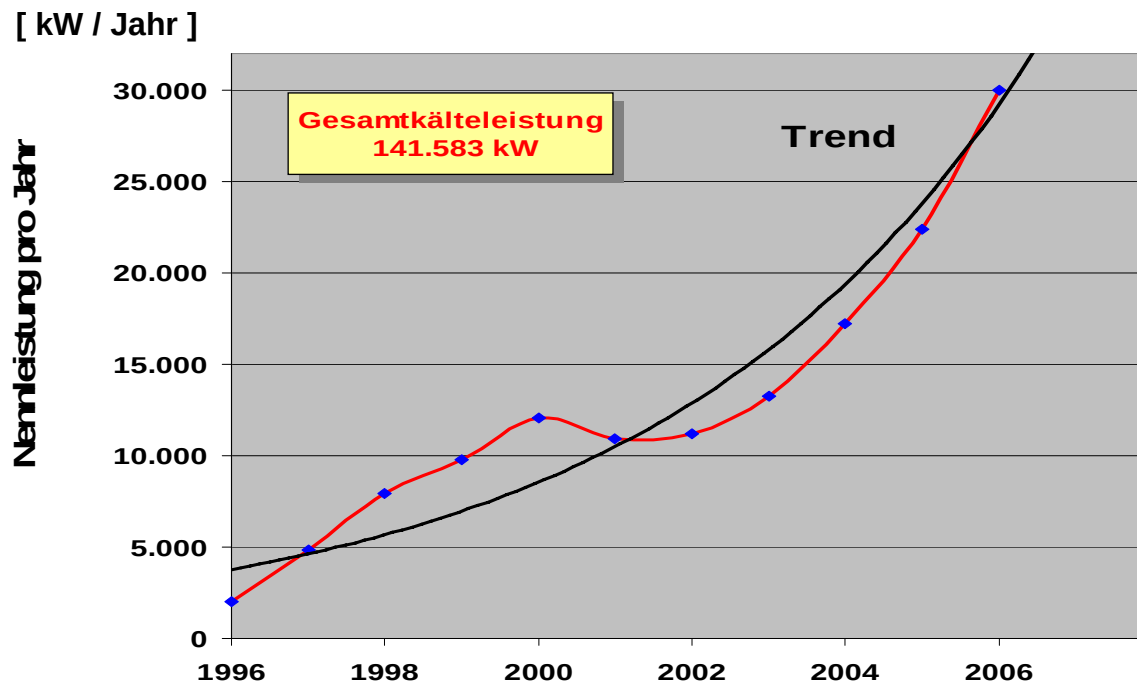
- Gasklimageräte in Deutschland



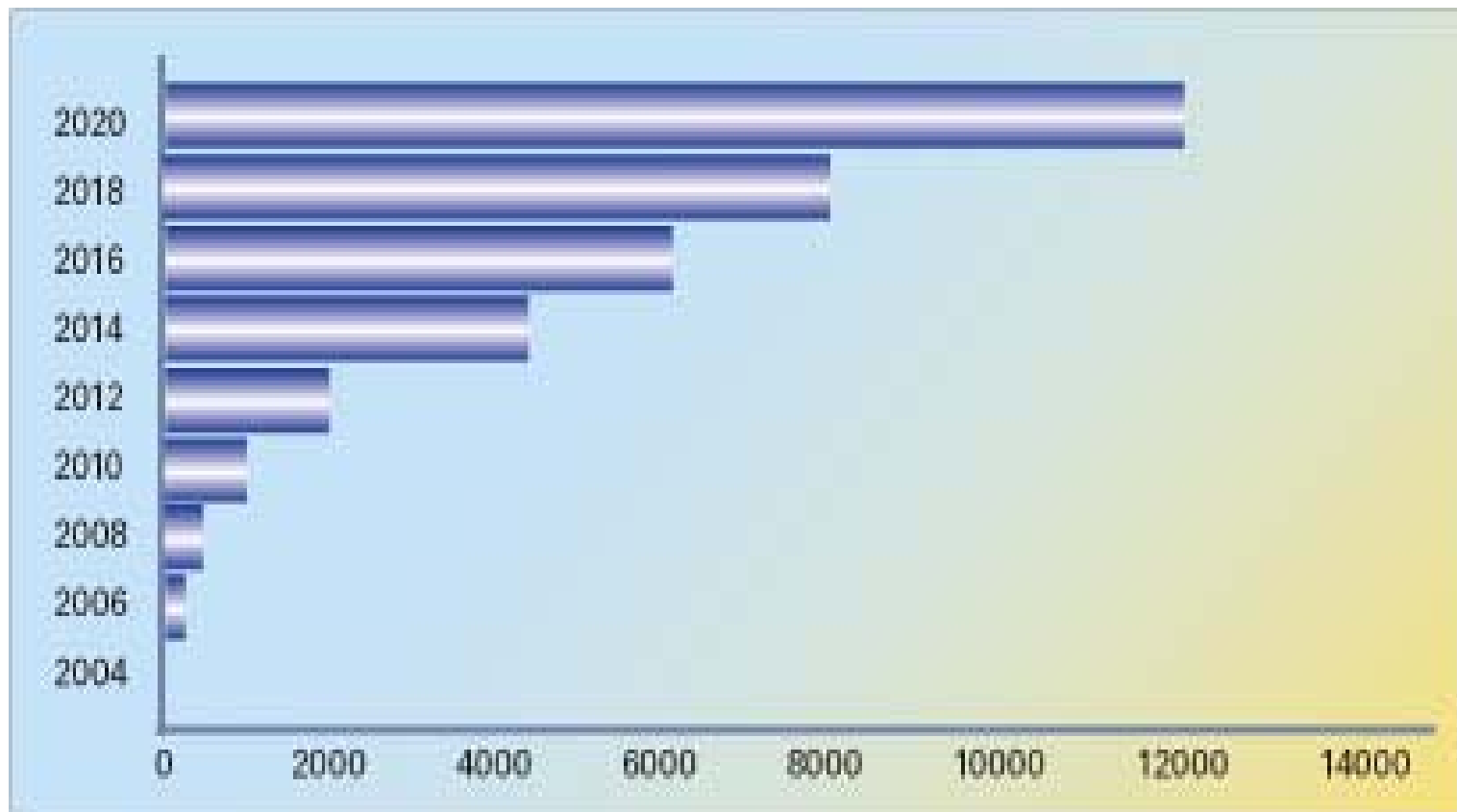
Marktentwicklung



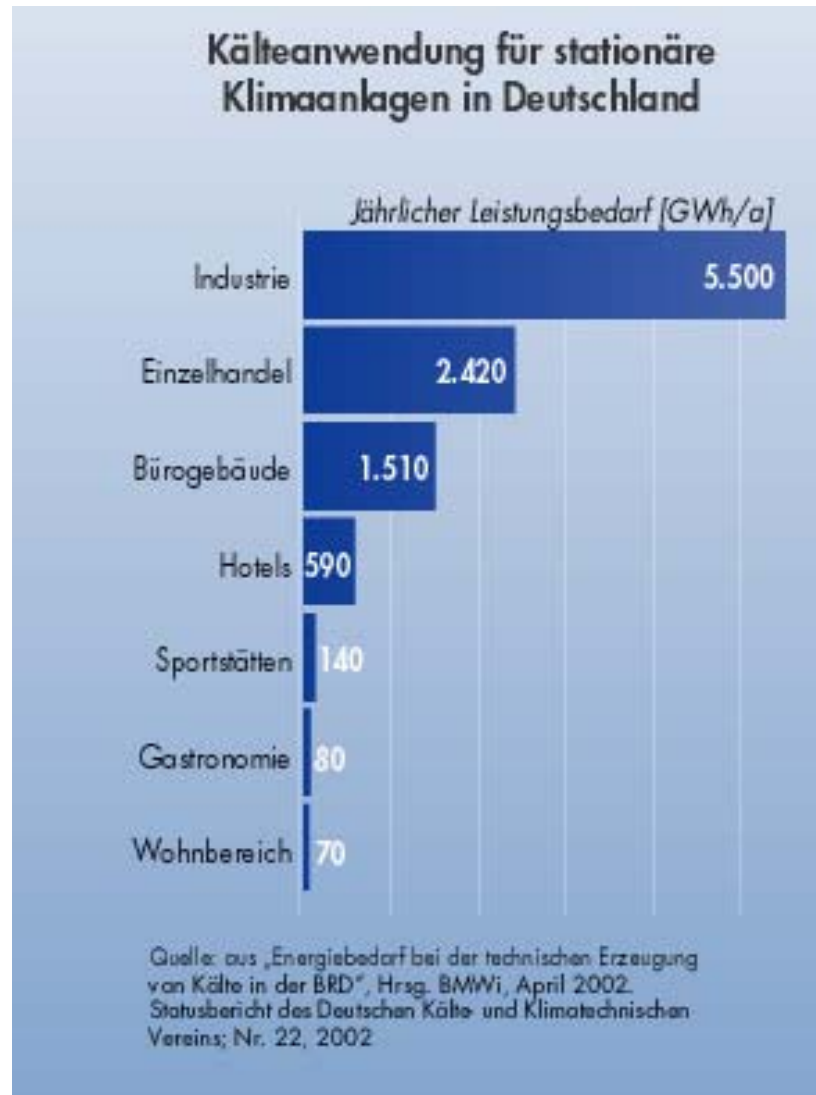
Entwicklung der Verkaufszahlen SANYO Elektro – Eco VRF Multi-Split Systeme (Deutschland)



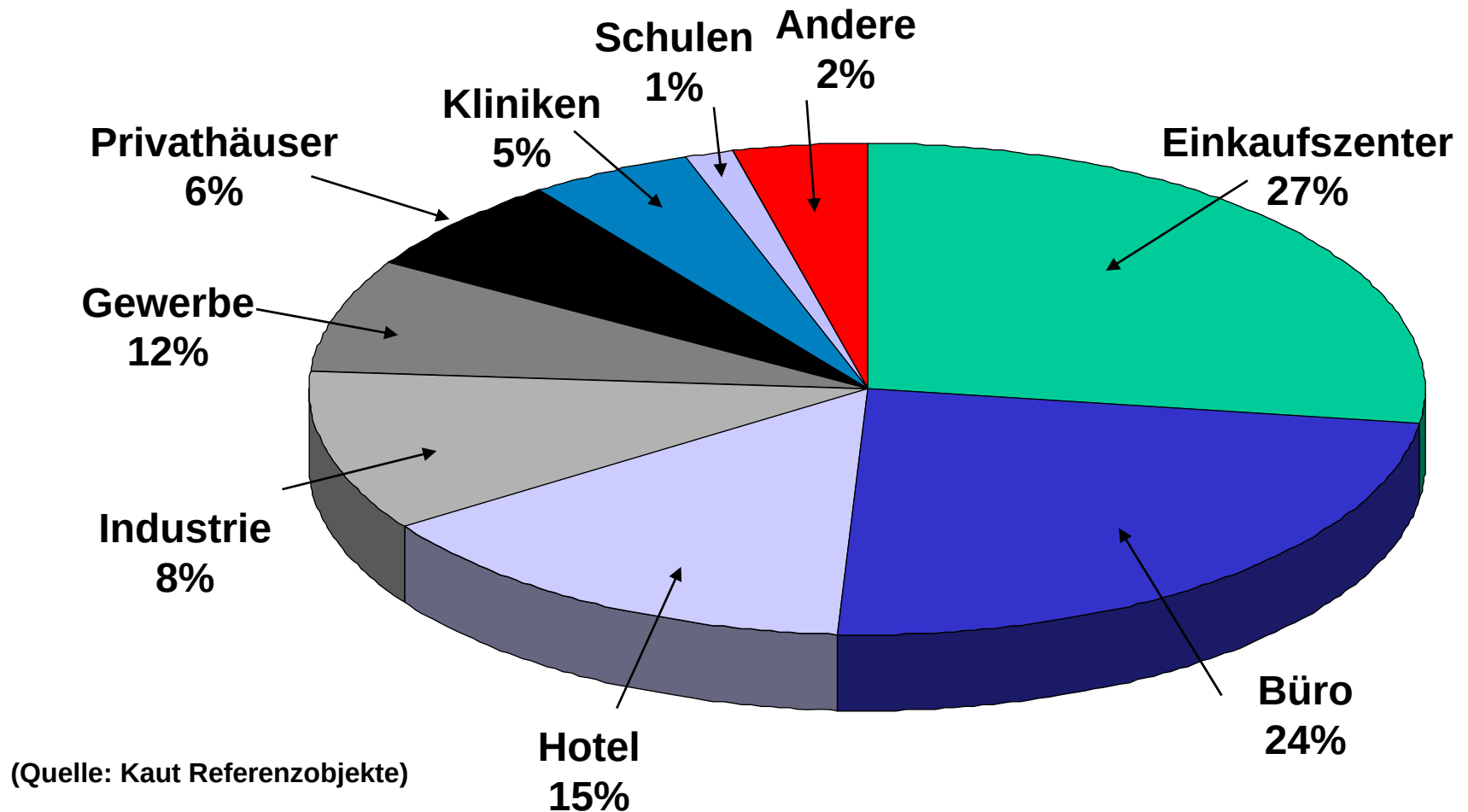
Marktentwicklungsanalyse Gaswärmepumpen (Quelle Kaut)



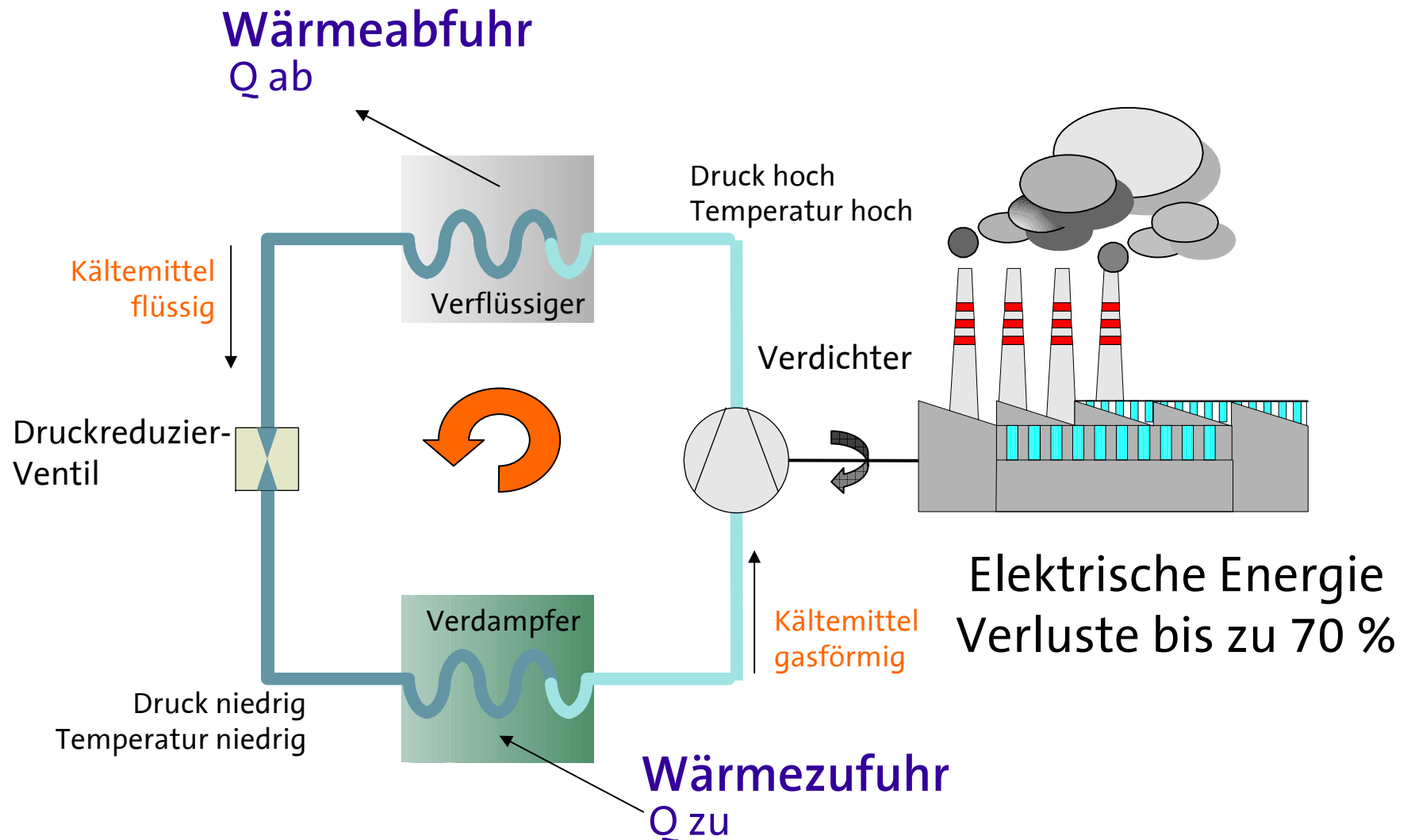
GHP Anwendungen



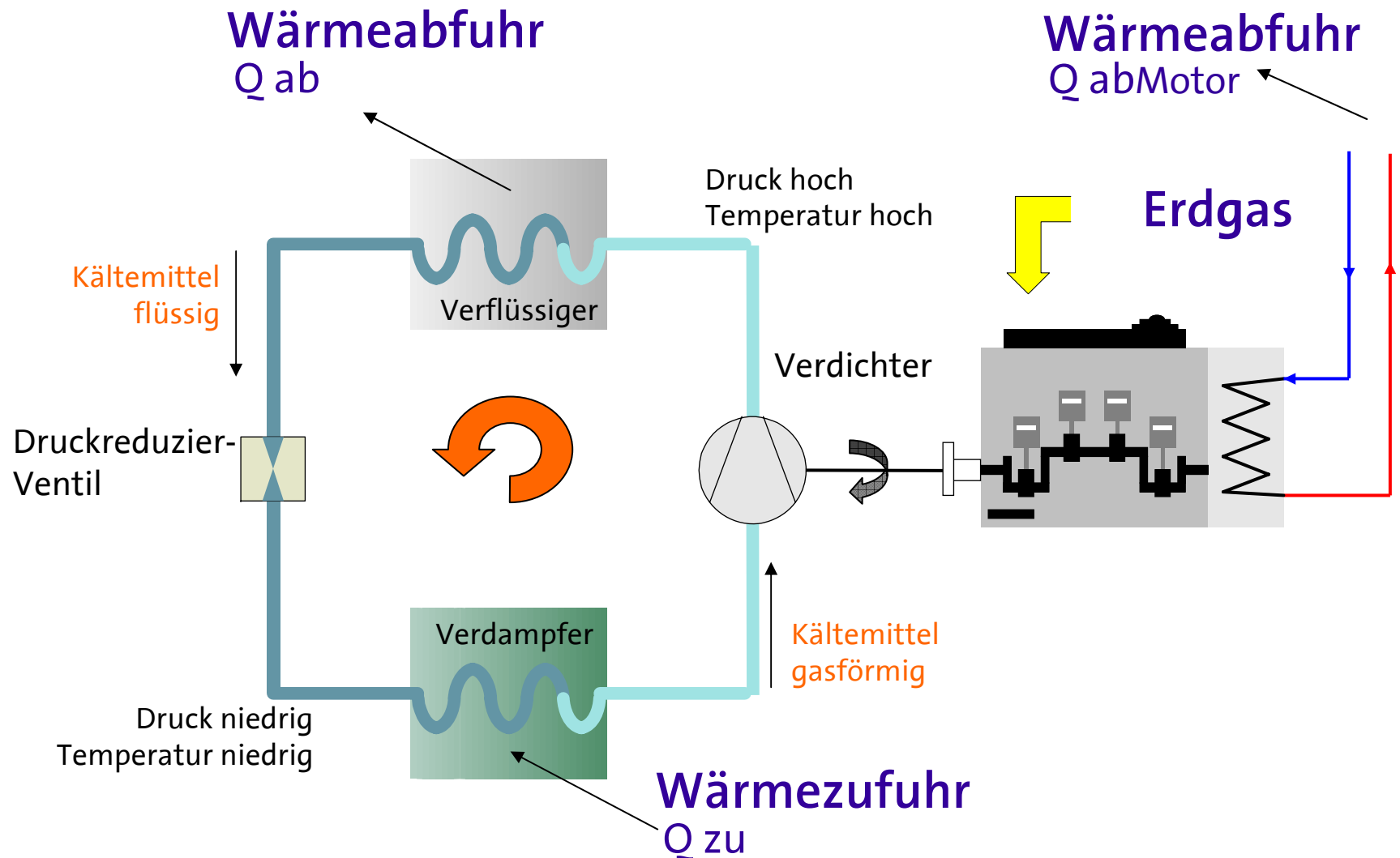
Mögliche Einsatzgebiete der Eco-Gas-VRF Multi



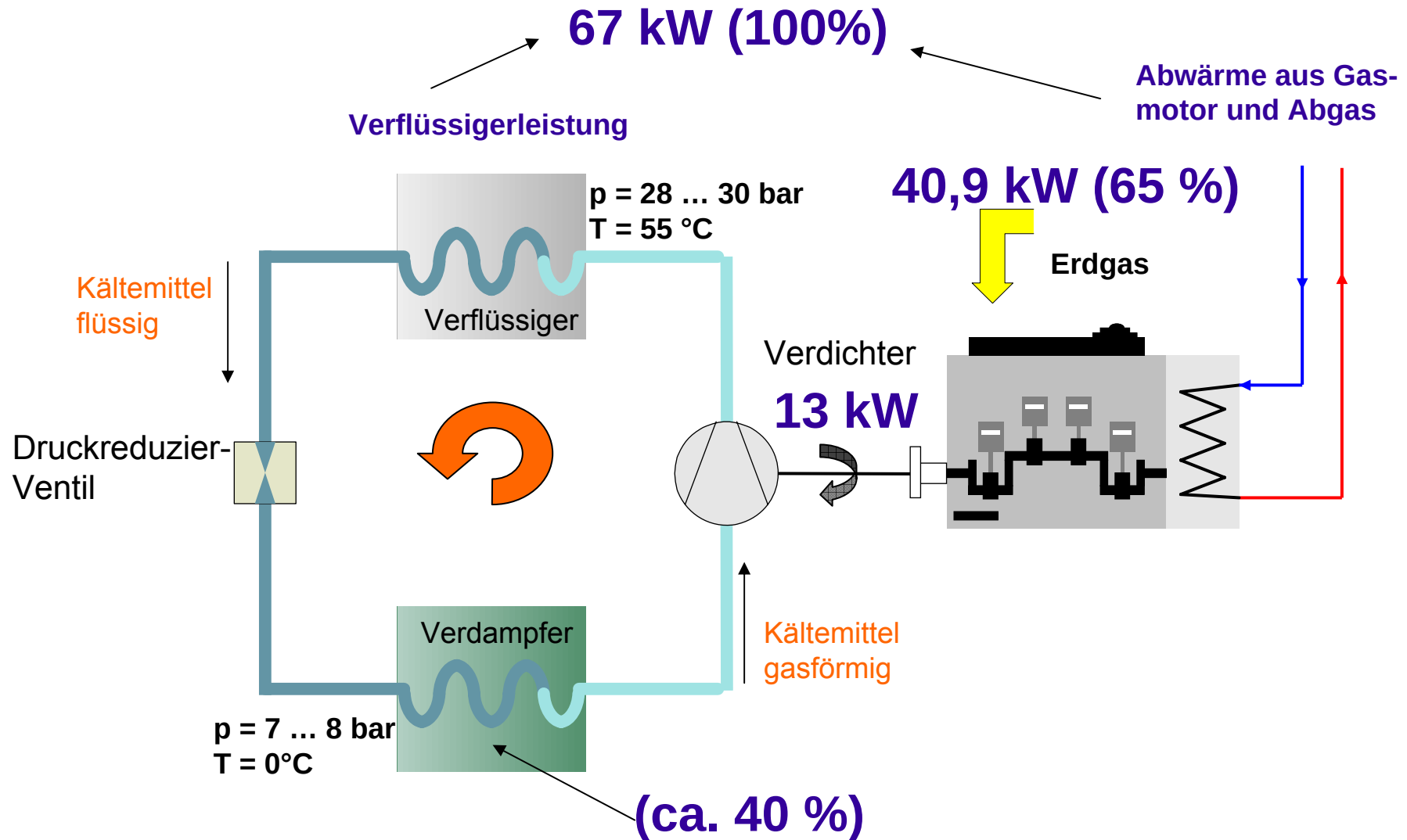
Elektromotorischer Kaltdampfprozess



Gasmotorischer Kaltdampfprozess

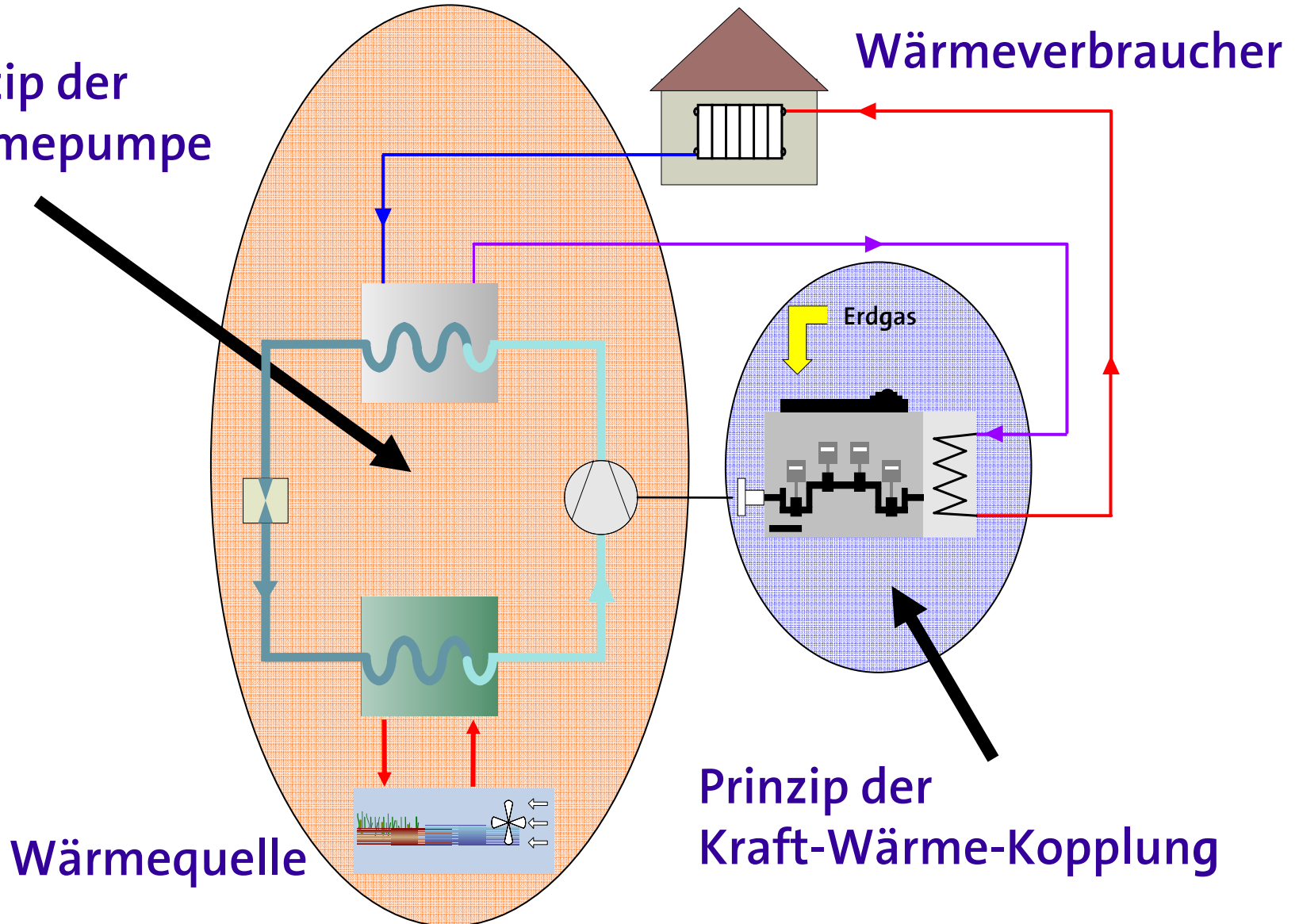


Gasmotorischer Kaltdampfprozess



Gasmotorischer Kaltdampfprozess

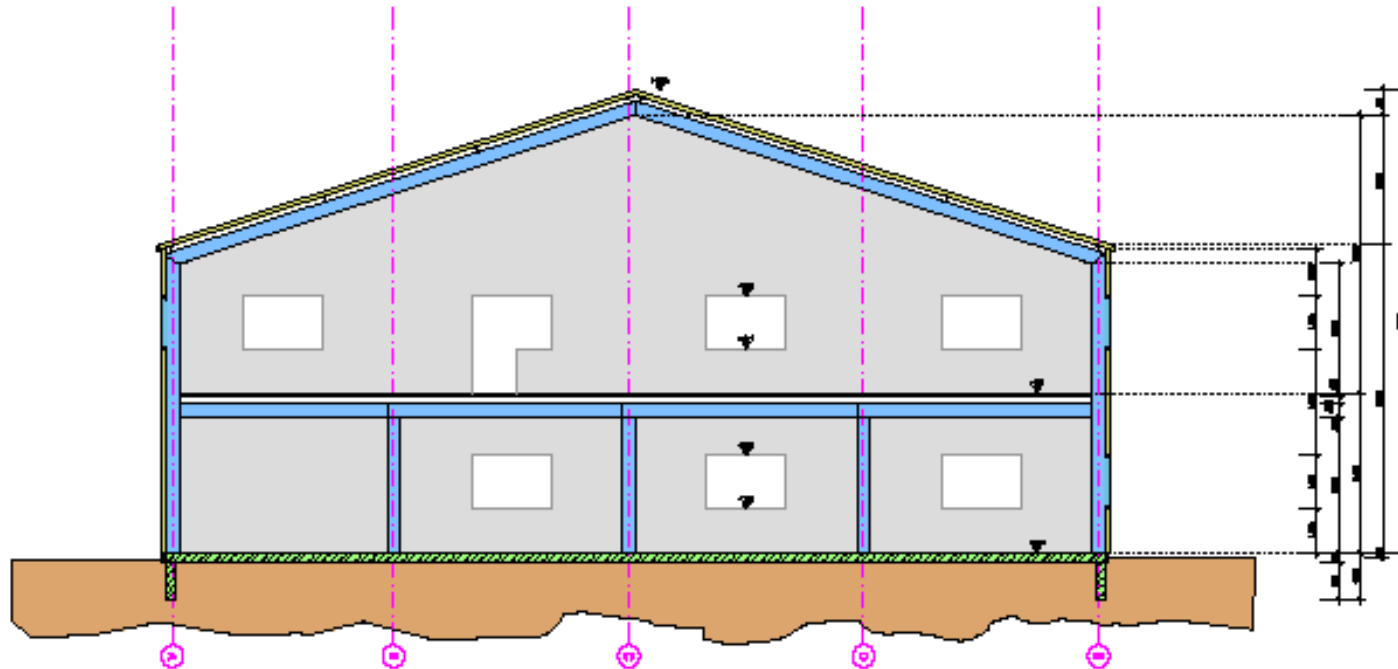
Prinzip der Wärmepumpe



Betreiber Science House ist der Förderverein Science und Technologie e.V.

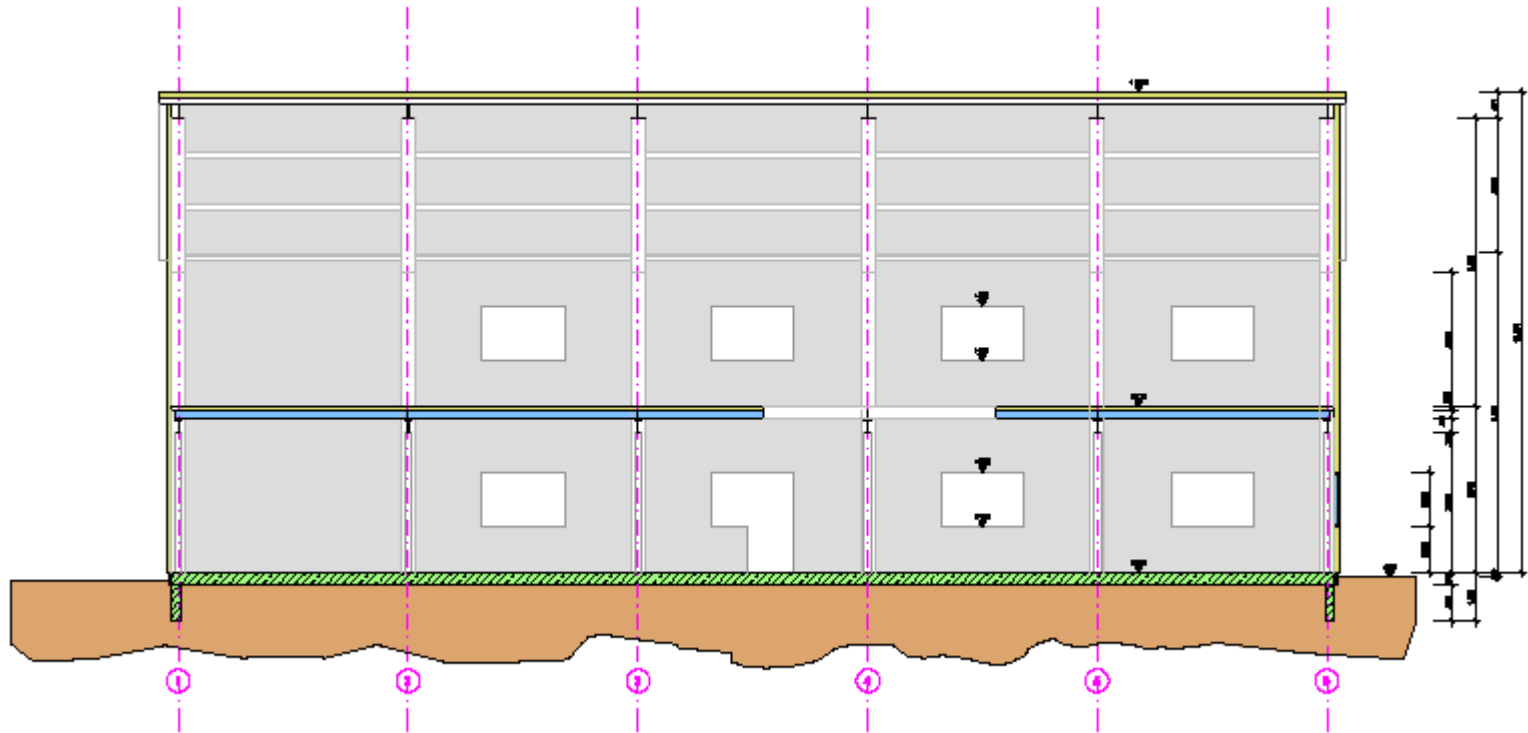
- 80 interaktive Experimentier- und Mitmachstationen
- Workshop-Bereich, Aktionsflächen
- Nutzungszeiten ganzjährig 7 Tage
- geöffnet von 9 Uhr bis 17 Uhr
- Nutzfläche/-volumen ca. 1.000 m² / 3.000 m³
- Sandwichelemente U-Wert 0,24 W/m²
- Bedarf an Heizwärme und Kälte für Raumkühlung
- sehr geringer Warmwasserbedarf (Elektro)

Aufbau Leichtbauhalle



Schnitt Leichtbauhalle

Aufbau Leichtbauhalle



Längsschnitt Leichtbauhalle

Planung Projekt Science House

➤ Gebäudedaten und Auslegungsgrößen

Grundfläche, Raumvolumen und Aufbau Leichtbauhalle
Nutzungsart, Nutzungszeiten und Personenbelegung

➤ Kältebedarf

Abschätzung innerer Lasten

elektr. Verbraucher, Personen und externe Wärmezufuhr

➔ $\dot{Q}_{\text{Kälte}} \sim 100 \text{ kW}_{\text{Kälte}}$

➤ Wärmebedarf

Wärmebedarfsermittlung der Leichtbauhalle

➔ $\dot{Q}_{\text{Wärme}} \sim 120 \text{ kW}_{\text{Wärme}}$

➤ Anlagenkonzept (abweichend v. Antrag Innovationsfonds)

2 Gasklimageräte max. $134 \text{ kW}_{\text{Wärme}} / 112 \text{ kW}_{\text{Kälte}}$

Aufbau Anlagentechnik

➤ Gasklimagerät 1

Wärmeleistung 67 kW, Kälteleistung 56 kW

Versorgung Erdgeschoss über 6 Inneneinheiten in Ausstellungshalle,
je 1 Inneneinheit im Eingangsbereich, Büro, Lager und Sozialraum

➤ Gasklimagerät 2

Wärmeleistung 67 kW, Kälteleistung 56 kW

Versorgung Obergeschoss über 6 Inneneinheiten in Ausstellungshalle

➤ Wärme- und Kälteverteilung

über VRF-System, Kältemittel R410A

➤ Wärmeauskopplung im Kühlbetrieb

Einspeisung der Motor- und Abgaswärme über erdverlegte Wärmeleitungen
ins Heizungsnetz „Deutscher Themenbereich“

Planung Projekt Science House

➤ Funktion GHP

EIN

AUS

Heizen

Kühlen (Entfeuchten)

➤ Funktion MSR

Winterbetrieb (heizen)

bei Temperaturen $< 20^{\circ}\text{C}$

Sommerbetrieb (kühlen)

bei Temperaturen $> 25^{\circ}\text{C}$

Wärmeauskopplung der Motorabwärme und Abwärme aus Abgas

automatische Umschaltung zwischen Betriebsmodus

beide GHP immer im gleichen Betriebsmodus

Verriegelung des Betriebsmodus in Abhängigkeit von Außentemperatur

(kein kühlen wenn Außentemp. $< 22^{\circ}\text{C}$)



Gasklimagerät

- Fa. Sanyo/Kaut
- 2 Module vom Typ SGP-E190K1GU2W
- Sanyo-VRF-Gas-Außeneinheit
- Regelbereich 4 bis 100 %

Heizen (je Modul)

- Nennheizleistung 67 kW
- max. Erdgasleistung Heizen 53,3 kW
- elektr. Nennleistungsaufnahme 1,29 kW

Kühlen (je Modul)

- Nennkälteleistung 56 kW
- max. Erdgasleistung 34 kW
- elektr. Nennleistungsaufnahme 1,18 kW
- Leistung Platten-WT 17 kW_{Wärme}

GHP technische Daten

Gasklimagerät

Motordaten

- Fabrikat Nissan
- Wassergekühlter Reihenmotor
- 4 Takt 4 Zylinder
- Hubraum 2488 ccm
- Leistung an der Welle 15 kW
- Drehzahl 800 – 2200 U/min (stufenlos)
- Motoröl 50 l

Weitere Daten

- Kältemittel HFC R410A 17 kg
- Drehkolbenverdichter
- Gewicht 940 kg
- Abmessungen 2253 x 1735 x 1106 mm (H x B x T)
- Mikroprozessorsteuerung (bedarfsgerechte Leistungsabgabe)
- Sicherheitseinrichtungen (thermischer Überlastschutz)

Gasklimagerät (GHP)

➤ Funktionsprinzip

KFZ ähnlicher Verbrennungsmotor

Antrieb eines Kaltdampfprozesses über Verdichter

Wärmeaustausch über Verdampfer und Kondensator

Heiz-/Kühlbetrieb Umschaltung über Mehrwege-Ventil

➤ Vorteile gegenüber konventioneller Technik

innovative Gastechnik, Einsparung von Primärenergie

monovalent → kostengünstige Alternative

modularer Aufbau (Einzelgerät max. 80 kW_{Wärme})

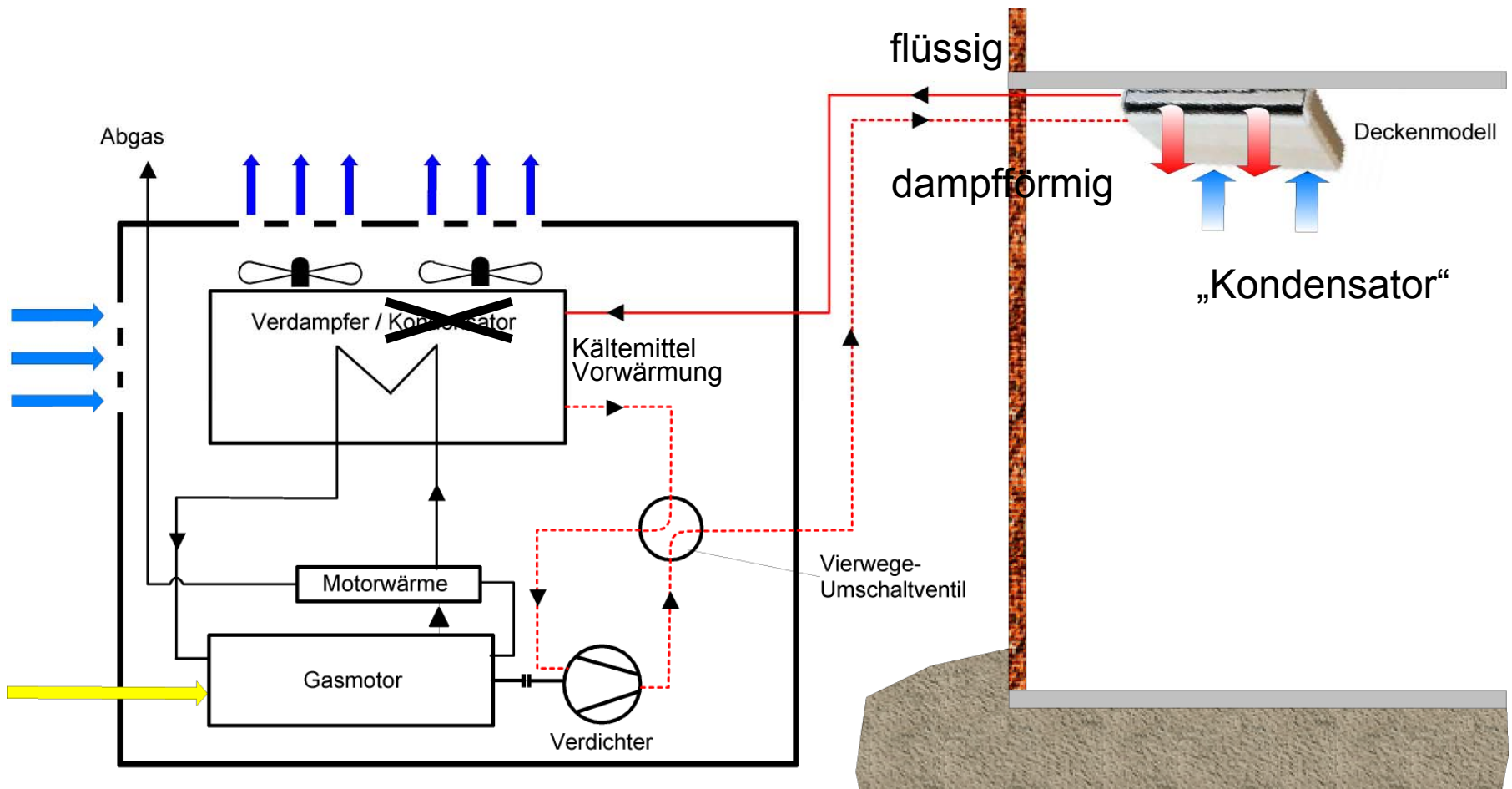
flexible Leistungsanpassung durch Drehzahlregelung

hohe Zuverlässigkeit, lange Wartungsintervalle

Praxistauglichkeit in Japan über Jahrzehnte bestätigt

- geringster Platzbedarf im Vergleich zu anderen Systemen
- leicht nachrüstbar
- hohe Leistungsdichte → kurze Aufheiz-/Abkühlphasen
- variable Kältemittel-Umlaufmengen in Verbindung mit energiesparenden Antriebsmotoren → geringer Energieaufwand
- zunehmende Verwendung des Kältemittels R410A reduziert Anlagentechnik sowie Energieverbrauch
- individuelle Bedienbarkeit (Beeinflussbarkeit) durch Fernsteuerung schafft Höchstmaß an Nutzer-Komfort, leichte individuelle Einstellbarkeit hohe Zufriedenheitsraten der Systembenutzer

GHP Heizbetrieb



Der Heizfall mit Wärmerückgewinnung bis AT 10°C

Luftausstritt mit
5 % Strahlungsverlust

45% Umweltenergie

Lufteintritt

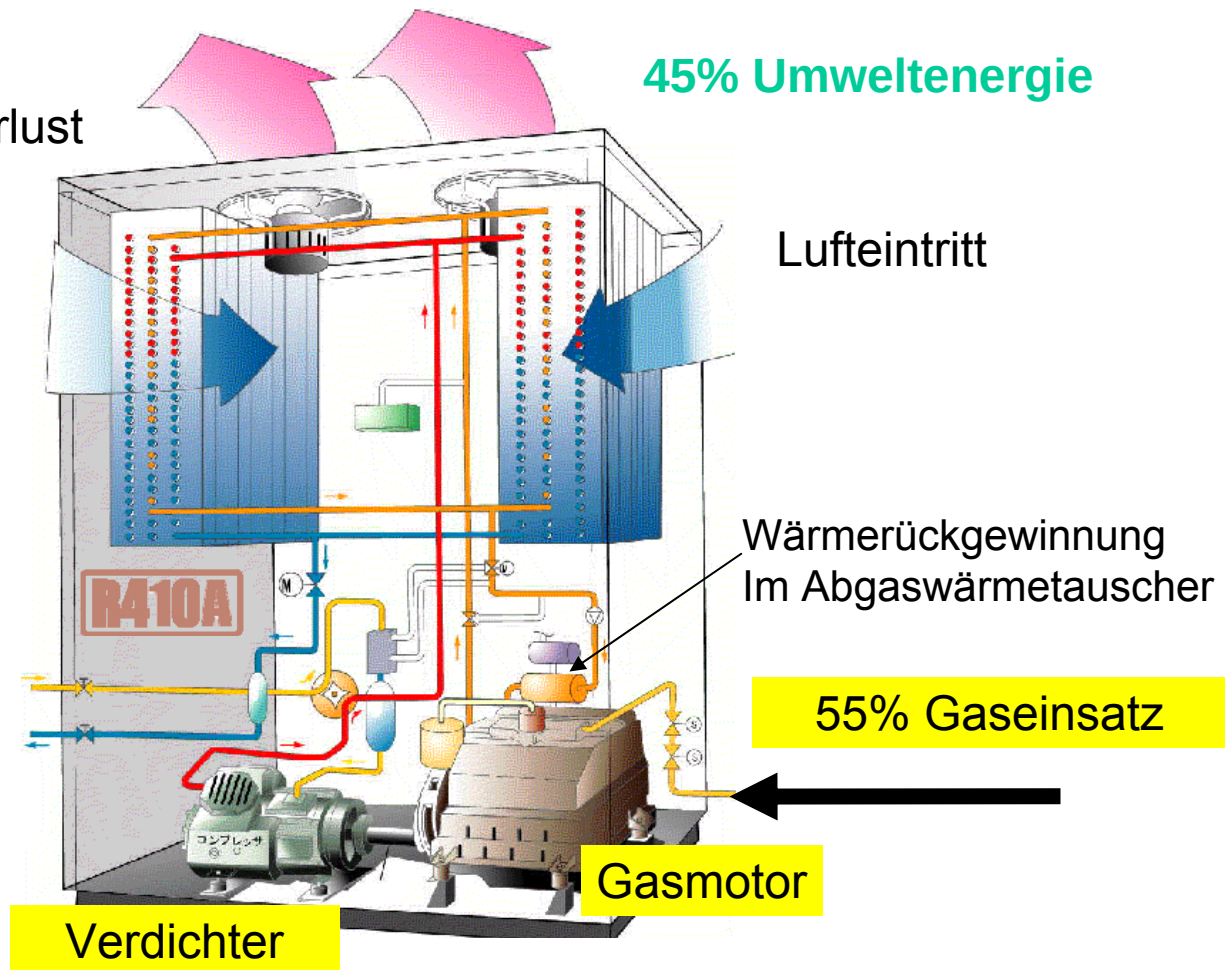
100%
Heizenergie

Wärmerückgewinnung
Im Abgaswärmetauscher

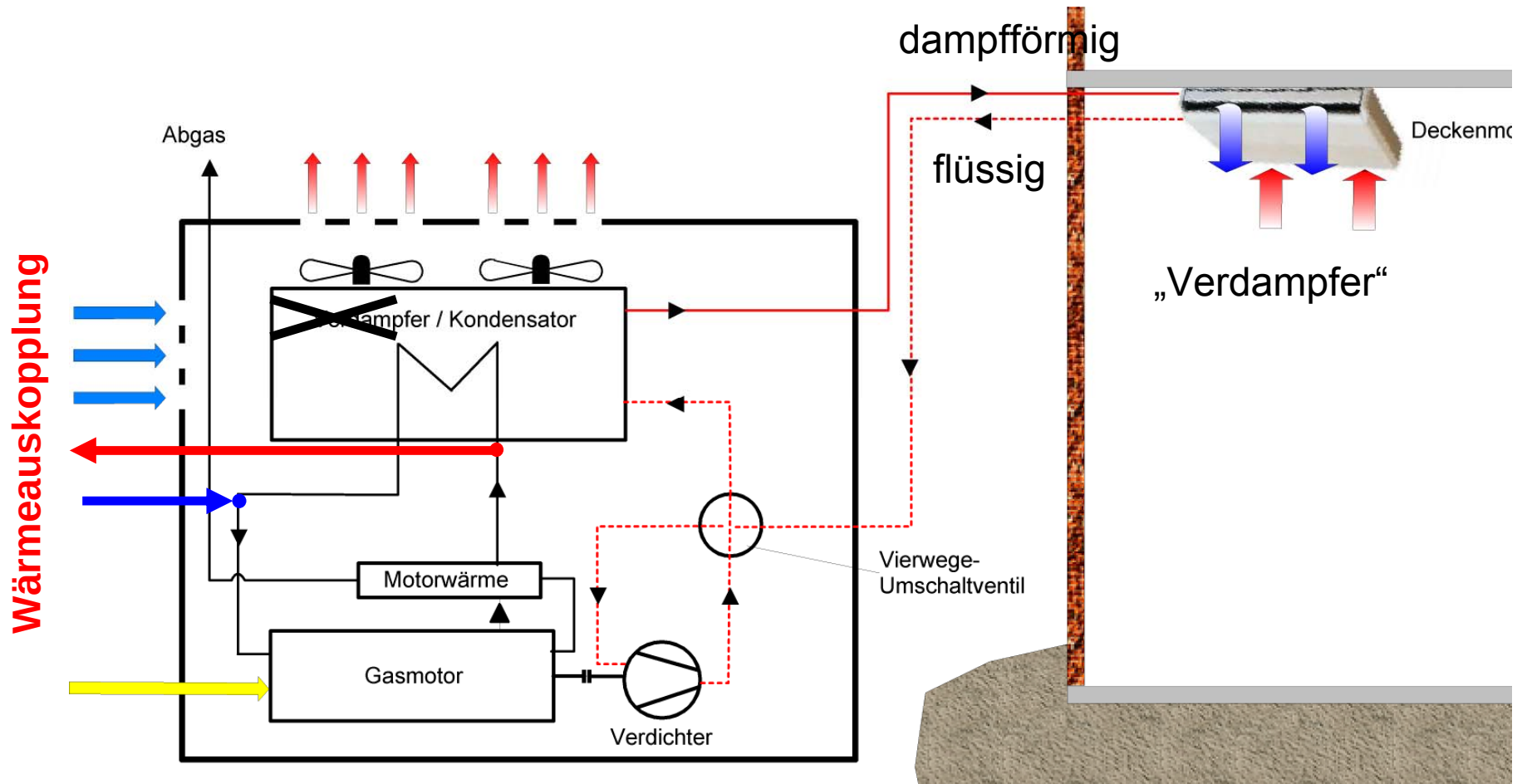
55% Gaseinsatz

Gasmotor

Verdichter

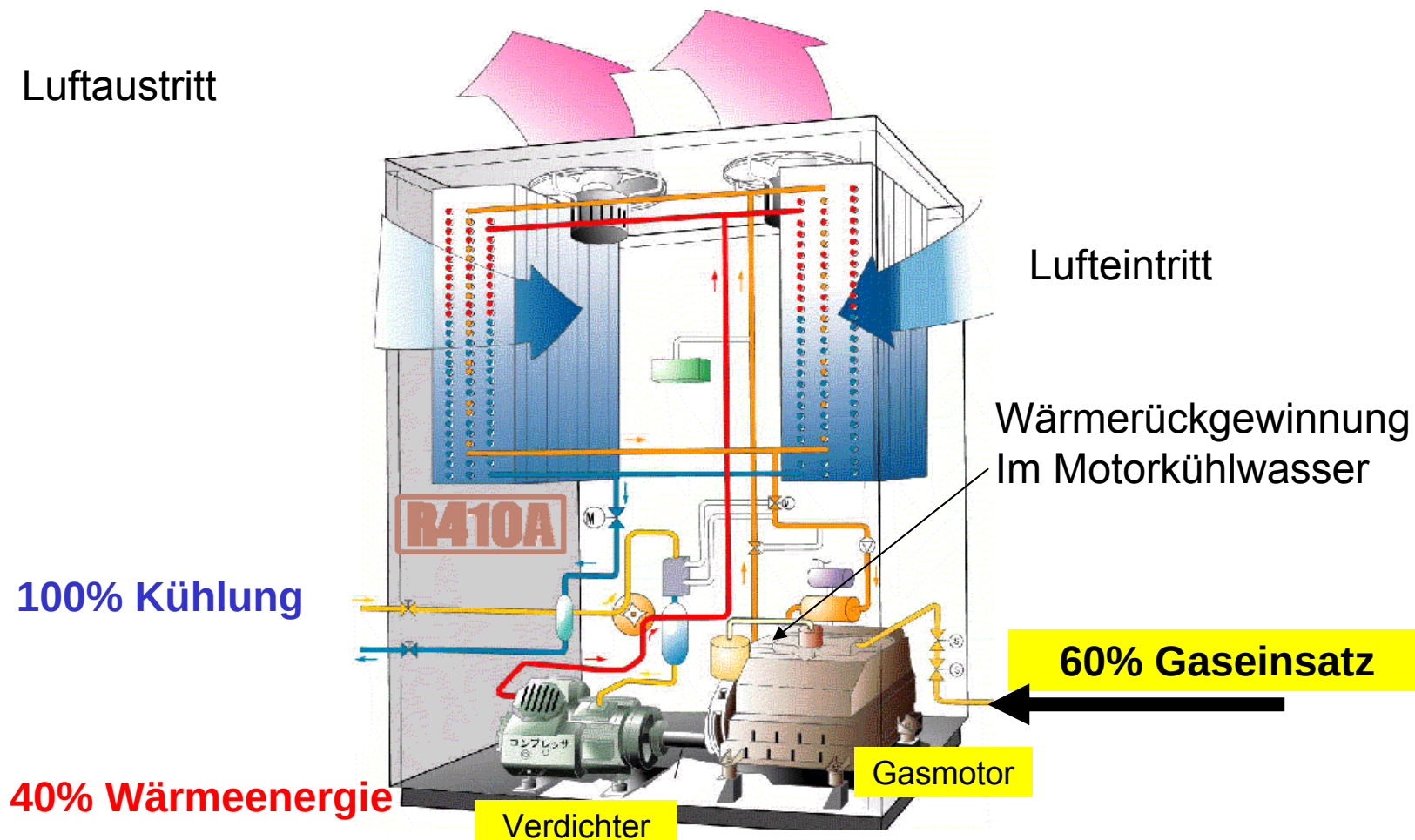


GHP Kühlbetrieb

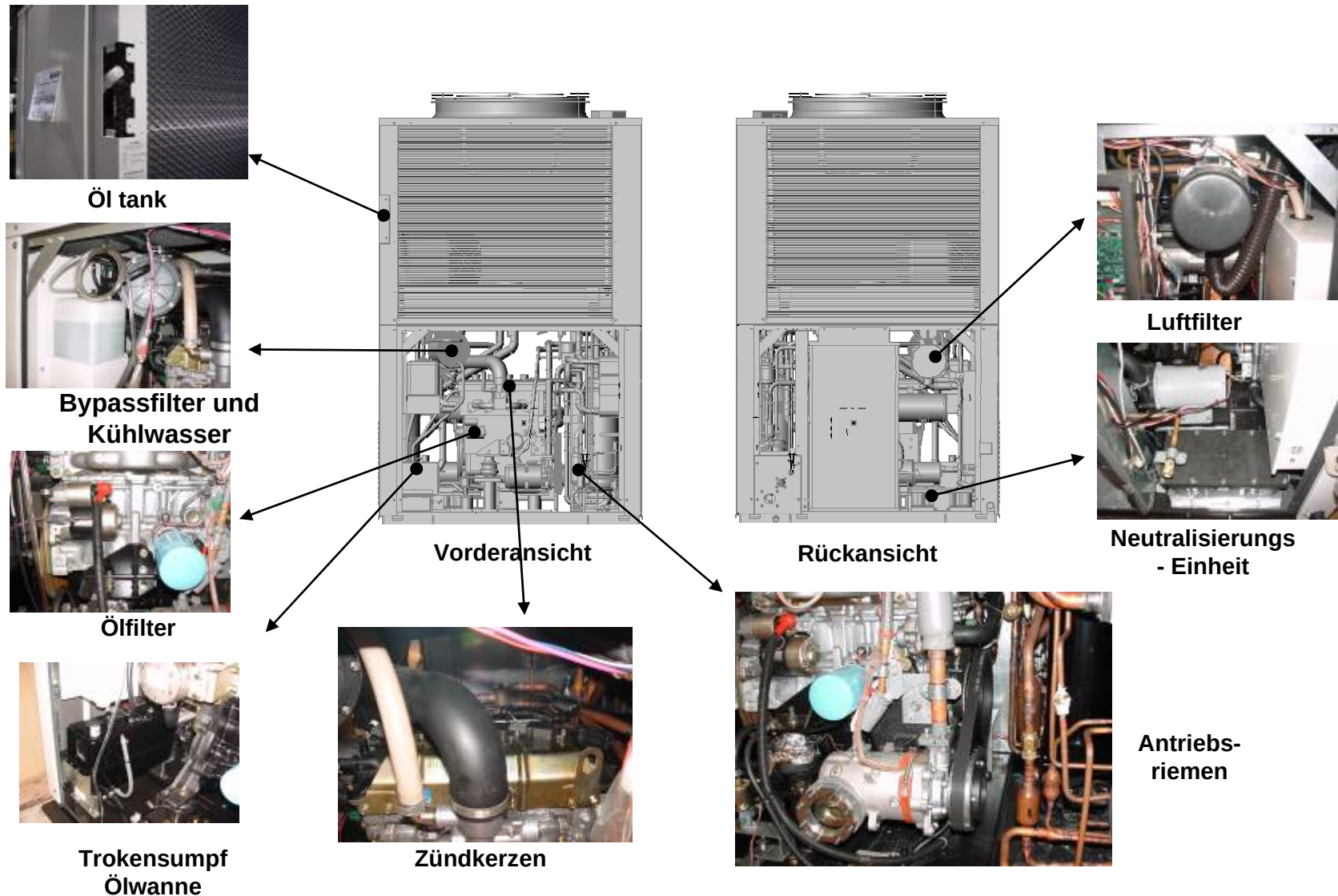


GHP Kühlbetrieb

Der Kühlfall mit Wärmerückgewinnung



GHP Aufbau





Kassettenmodell für Leichtbauhalle
Erdgeschoss und Obergeschoss

Typ SPW-XDR364GXH56B

Heizen Nennleistung 11,4 kW (69 Watt_{el})

Kühlen Nennleistung 10,6 kW (60 Watt_{el})

Schalldruckpegel max. 39 dB(A)

4-seitiger Luftaustritt

Tauwasserableitung über Pumpe



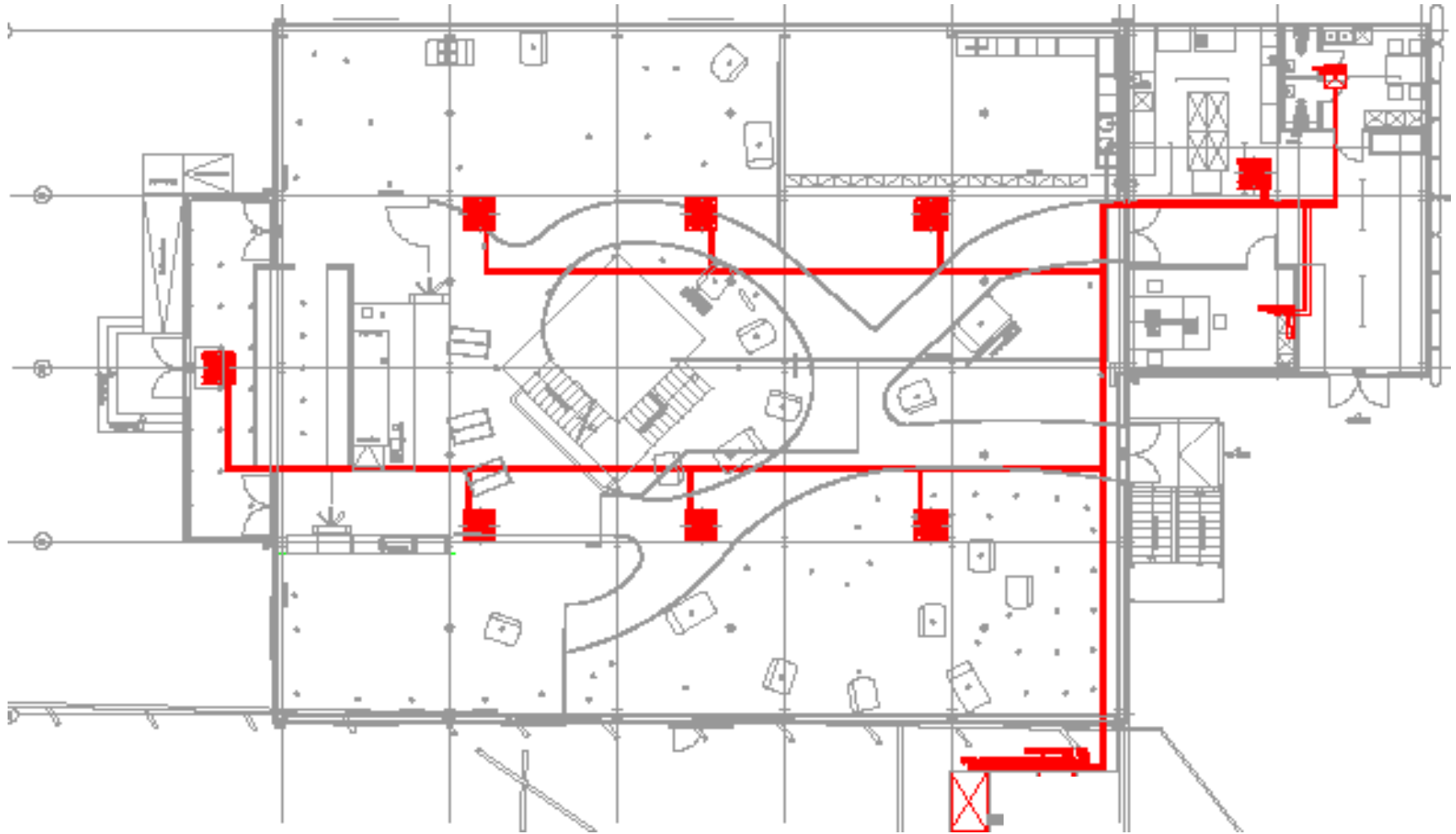
Zwischendeckenmodell für
Anbau Personal

Typ SPW-UR94GXH56B

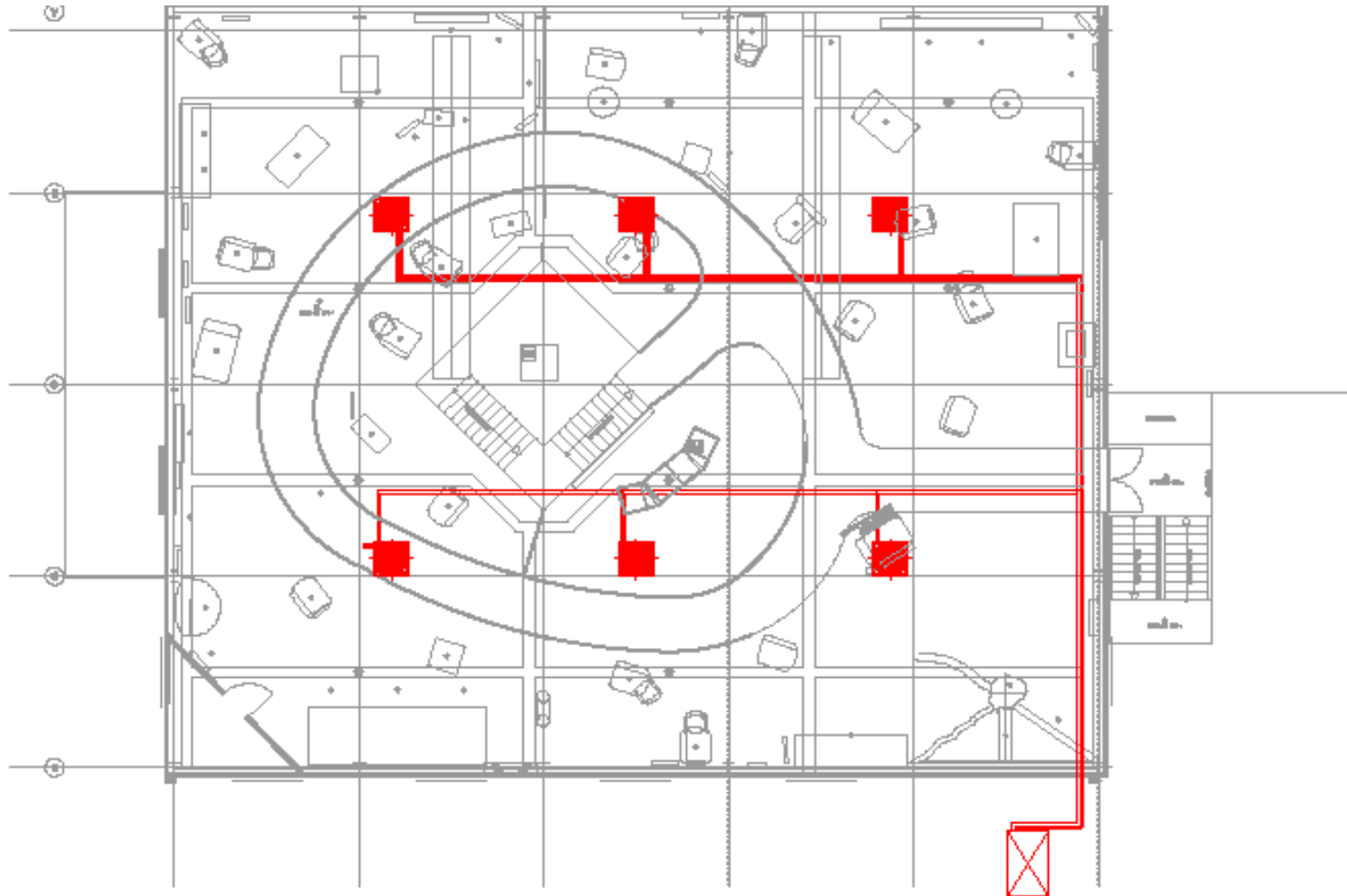


Wandmodell für Windfang

Typ SPW-XDR254GXH56B,



Wärmeauskopplung

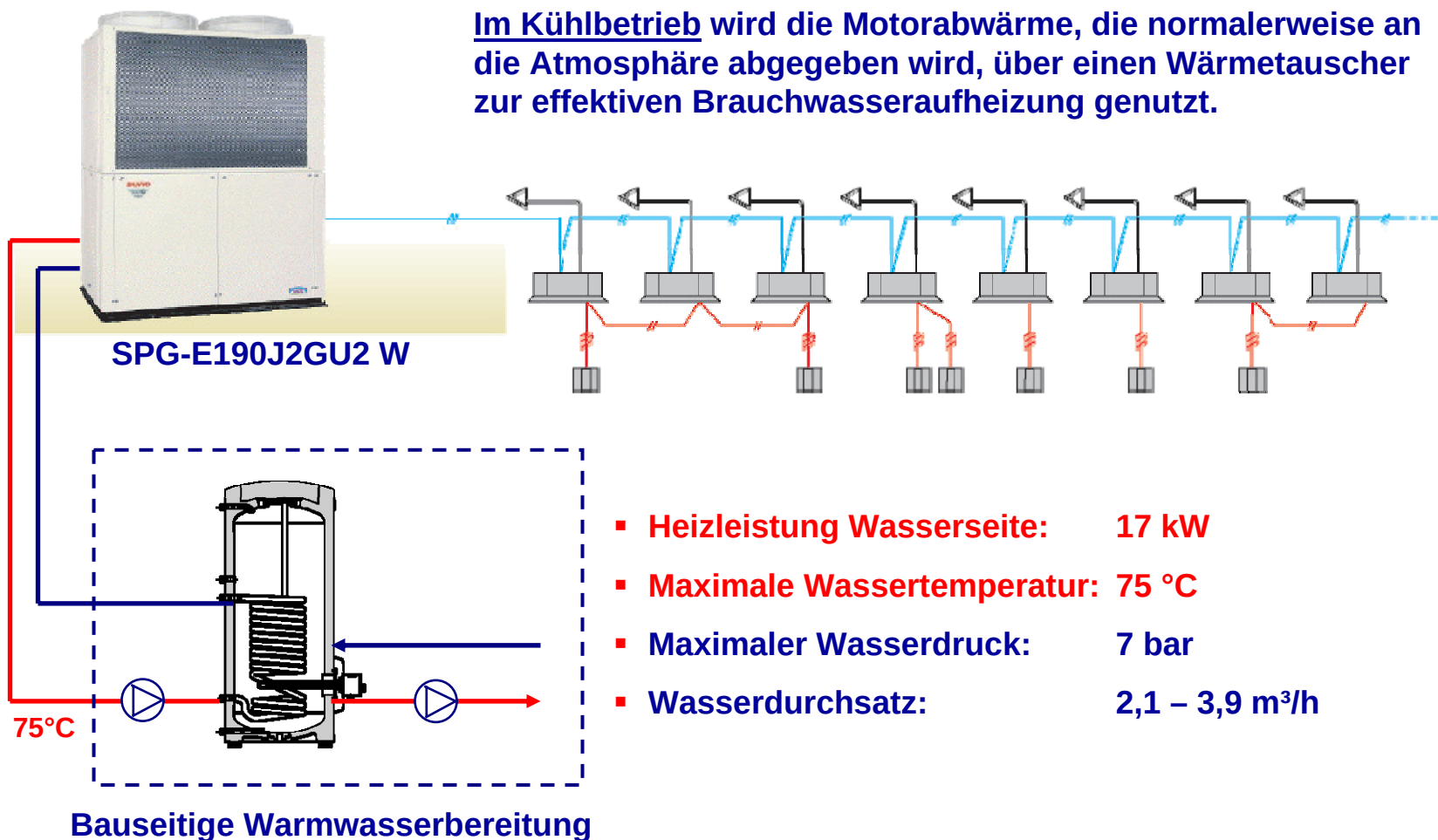


Wärmeauskopplung

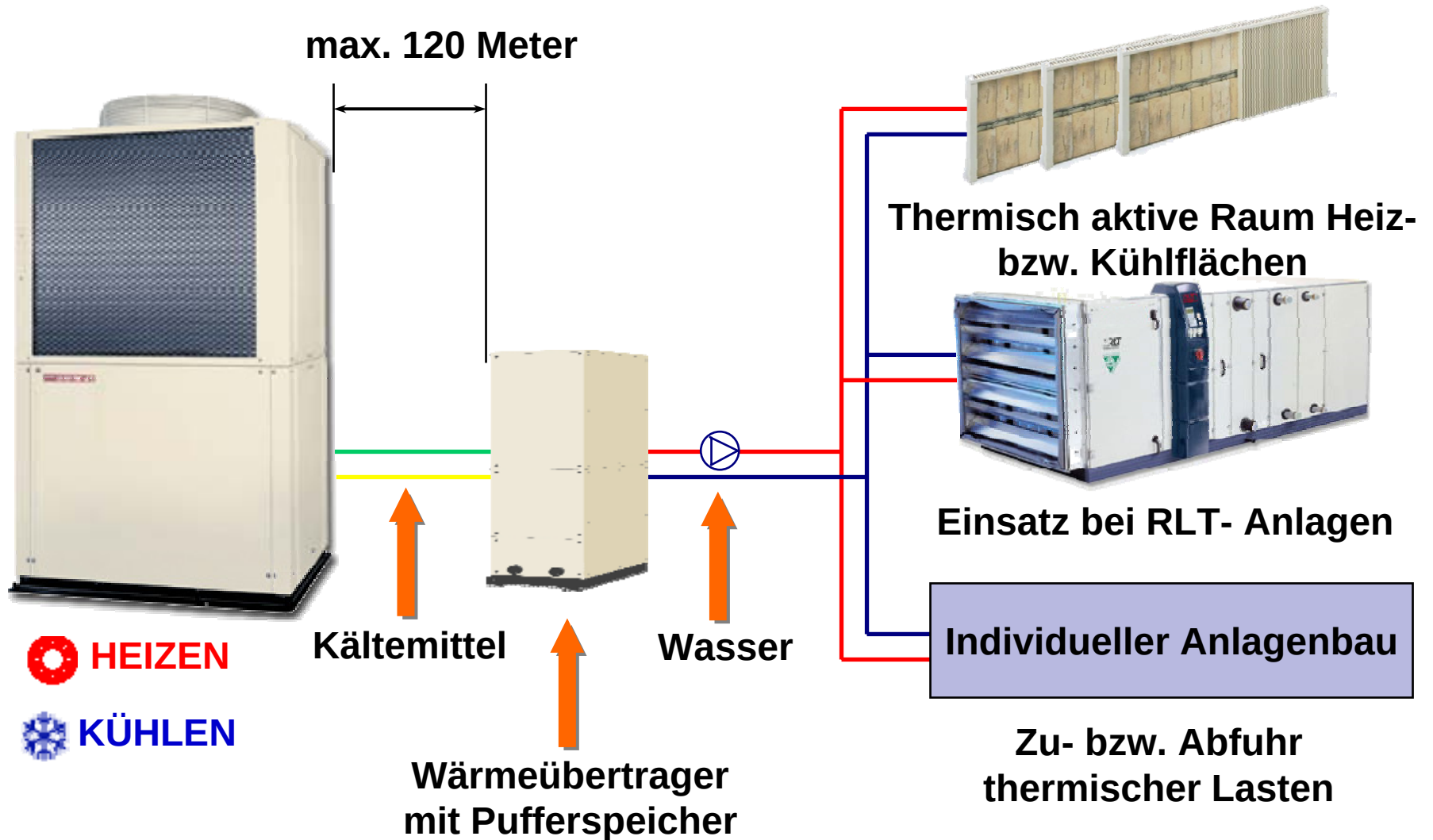
GHP Anlagenkonzept (Prinzipschema)

Zwei Außeneinheiten mit je $67 \text{ kW}_{\text{Wärme}}$ / $56 \text{ kW}_{\text{Kälte}}$
mit direkter **Warmwasserbereitung** (nur im Kühlbetrieb)

Im Kühlbetrieb wird die Motorabwärme, die normalerweise an die Atmosphäre abgegeben wird, über einen Wärmetauscher zur effektiven Brauchwasseraufheizung genutzt.



Alternative Einbindung in die Gebäudetechnik



Steuerbefreiung GHP

➤ Steuerliche Einstufung von GHP

- > Aufgrund hoher Effizienz und geringen CO₂ Emissionen werden GHP vorteilhaft behandelt
- > Durch jährlichen Effizienznachweis wird Mineralölsteuer zurückerstattet
- > Verminderter Mineralölsteuersatz auf Erdgas 0,55 cts./kWh
- > Einfaches standardisiertes Rückerstattungsverfahren

GHP sind befreit von der Mineralölsteuer → günstigere Energiekosten

Jahresnutzungsgrad GHP

Beschreibung	Kürzel	Eingabe
Betriebsstunden	B _h	3.700 h
Erdgasverbrauch laut Gaszähler	E _{Erd} [in m ³]	6.300 m ³
Umrechnungsfaktor von m ³ in kWh	-	10,49 kWh/m ³
Erdgasverbrauch in kWh (unterer Heizwert)	E _{Erd} [in kWh]	66.087 kWh
Leistungsaufnahme Strom im Heizfall	P _{el}	1,24 kW
Mechanische Leistung Motor	P _{mech}	13,91 kW
Thermische Leistung Motor	P _{th}	24,95 kW
Leistungsaufnahme Gas im Heizfall	P _{Gas}	40,90 kW
Nutzungsgrad Verdichter	η _v	90,00%
Heizfaktor für Deutschland nach VDI	h _F	0,855
Jahresnutzungsgrad Gasklimagerät	η	76,02%

$$\frac{h_F \cdot (B_h \cdot (P_{mech} \cdot \eta_v + P_{th}) \cdot E_{erd})}{E_{Erd} + (P_{el} \cdot B_h \cdot E_{erd})} \cdot \frac{1}{(B_h \cdot P_{Gas})}$$

Anmerkung:

Rot = Eingabefelder Meßwerte (im ersten Betriebsjahr: Prognose)

Blau = Herstellerdaten von Fa. Kaut

schwarz = Berechnung

lila = VDI, DIN Vorgabe

➤ Monitoring

Datenerfassung → Datenanalyse → Optimierungsmaßnahmen

- Bestimmung Jahresenergiebedarf nach Heizperiode (kWh/m²)
- Anzahl Starts verringern, Laufzeit pro Start erhöhen
→ zeitliche Verriegelung Neustart nach Abschaltung
- Programmierung einer Verriegelung des Betriebsmodus in Abhängigkeit von Außentemperatur

➤ Öffentlichkeitsarbeit

- Flyer über Projektvorhaben
- Veranstaltung Europa Park am 29.01.2008 (badenova)
- Veranstaltung HLS und Kältetechniker im Apr 2008 (Fa. Kaut/badenova)
- Führungen

Jahresnutzungsgrad GHP

Beschreibung	Kürzel	Eingabe
Betriebsstunden	B _h	3.700 h
Erdgasverbrauch laut Gaszähler	E _{Erd} [in m³]	6.300 m³
Umrechnungsfaktor von m³ in kWh	-	10,49 kWh/m³
Erdgasverbrauch in kWh (unterer Heizwert)	E _{Erd} [in kWh]	66.087 kWh
Leistungsaufnahme Strom im Heizfall	P _{el}	1,24 kW
Mechanische Leistung Motor	P _{mech}	13,91 kW
Thermische Leistung Motor	P _{th}	24,95 kW
Leistungsaufnahme Gas im Heizfall	P _{Gas}	40,90 kW
Nutzungsgrad Verdichter	η _v	90,00%
Heizfaktor für Deutschland nach VDI	h _F	0,855
Jahresnutzungsgrad Gasklimagerät	η	76,02%

$$\frac{h_F \cdot (B_h \cdot (P_{mech} \cdot \eta_v + P_{th}) \cdot E_{erd})}{E_{Erd} + (P_{el} \cdot B_h \cdot E_{erd})} \cdot \frac{1}{(B_h \cdot P_{Gas})}$$

Anmerkung:

Rot = Eingabefelder Meßwerte (im ersten Betriebsjahr: Prognose)

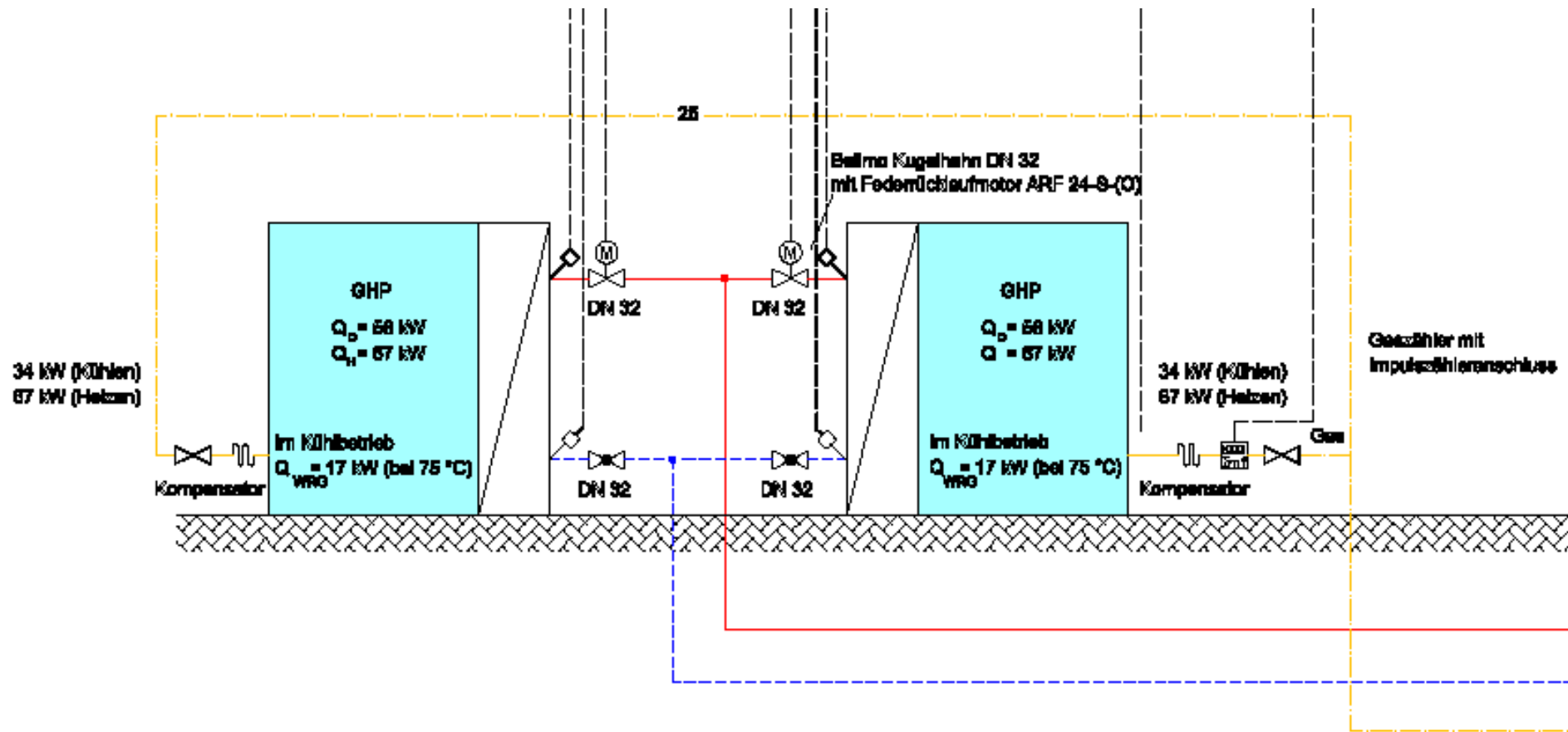
Blau = Herstellerdaten von Fa. Kaut

schwarz = Berechnung

lila = VDI, DIN Vorgabe

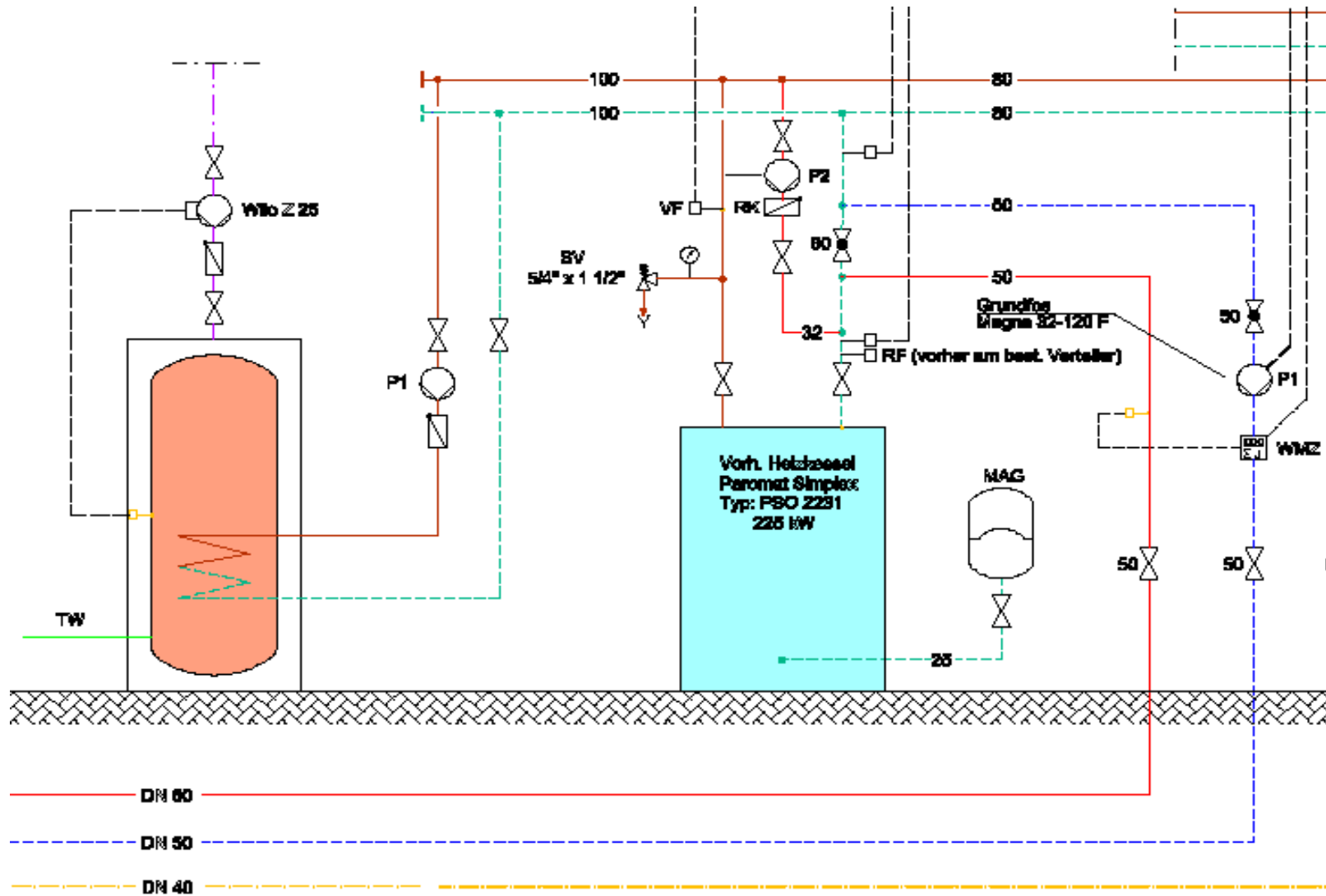
Wärmeauskopplung

Kühlbetrieb - Verrohrung für WRG



Wärmeauskopplung

Kühlbetrieb - Verrohrung für WRG



Wärmeauskopplung

Kühlbetrieb - Baukosten für WRG

➤ Baukosten Wärmeauskopplung

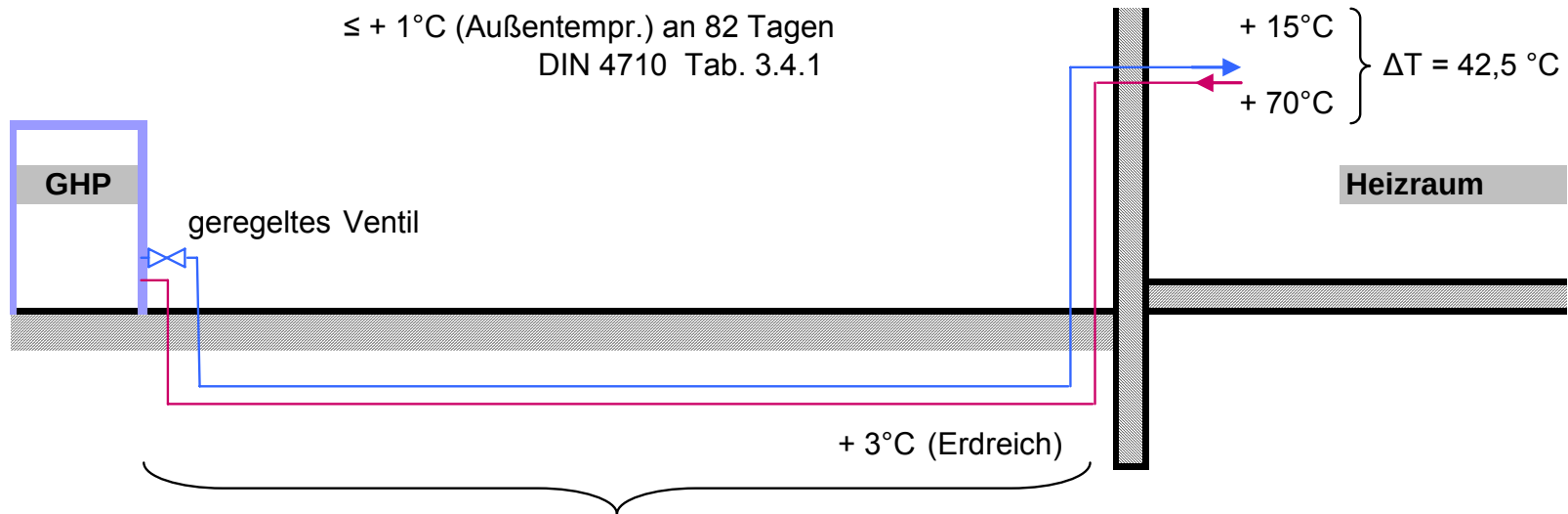
Wärmeleitungen Erdreich	2.500 €
Verrohrung GHP und Heizzentrale	1.000 €
Pumpe, Armaturen, MSR	3.500 €
Elektroverkabelung	500 €
Gesamtaufwand	7.500 €

➤ Betriebs- und Energiekosten

Stromkosten für Pumpe Einfrierschutz (82 d)	35 €/a
Stromkosten für MSR	wird vernachlässigt!
Wartung und Unterhalt (ca. 1 % p. a)	100 €/a

Wärmeauskopplung

Kühlbetrieb – Kosten „Einfrierschutz“



$$\left. \begin{array}{l} k_{\text{ROHR}} = 0,18 \text{ W/(mK)} \\ t_{\text{VORLAUF}} = 70^{\circ}\text{C} \\ t_{\text{RÜCKLAUF}} = 15^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} t_{\text{MITTEL}} = 42,5^{\circ}\text{C}$$

ca. 60 Trassenmeter
ges. 120 m Rohrnetz

$$\Delta T = t_{\text{MITTEL}} - t_{\text{ERDREICH}} = 42,5^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C} = 39,5^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{\text{VERLUST}} = 120 \text{ [m]} \cdot 0,18 \text{ [W/mK]} \cdot 39,5 \text{ [K]} \cdot 82 \text{ [d]} \cdot 24 \text{ [h/d]}$$

$$Q_{\text{VERLUST}} = 1.680 \text{ kWh}$$

Arbeitspreis Erdgas von 4,3 ct./KWh (Jan 2007)

➤ Wärmearbeitspreis (+20 %) = 5,2 ct./kWh

Kosten (Einfrierschutz) = 87 €/a

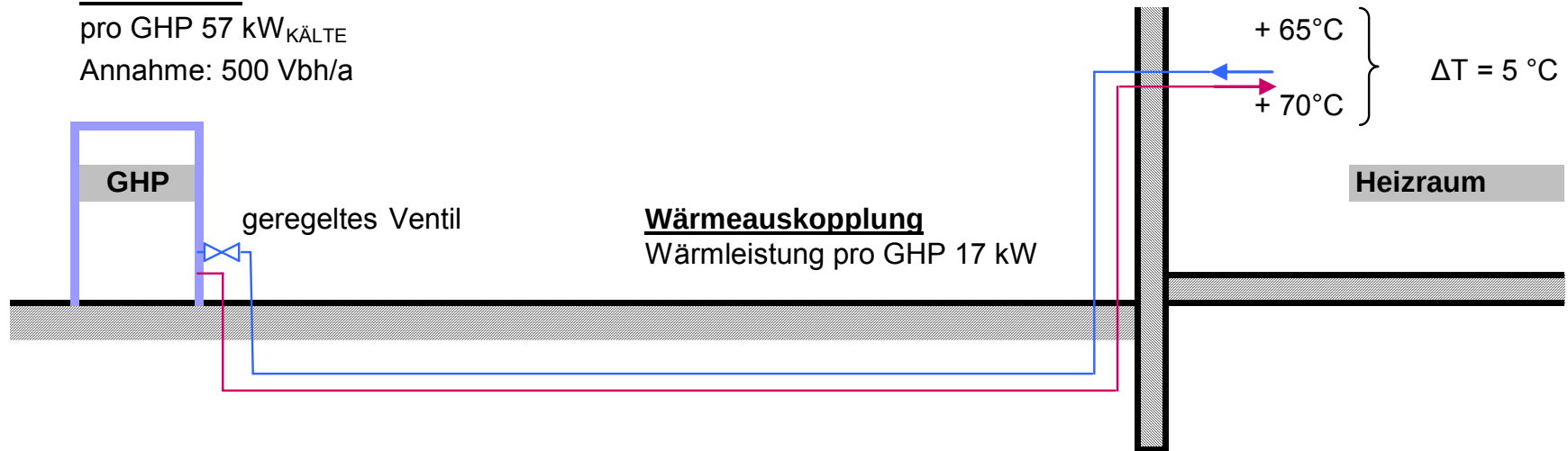
Wärmeauskopplung

Kühlbetrieb - Wärmegutschrift

Kühlbetrieb

pro GHP 57 kW_{KÄLTE}

Annahme: 500 Vbh/a



Kühlbetrieb

max. Kälteleistung pro GHP 57 kW

max. Kälteleistung ges. GHP 114 kW

(ausgekoppelte) Wärmleistung pro GHP 17 kW

(ausgekoppelte) Wärmleistung ges. GHP 34 kW

Vollbenutzungsstunden (Kühlen) 500 Vbh

Kältebereitstellung (ges.) 57 MWh

Wärmeauskopplung (ges.) 17 MWh

Wärmearbeitspreis 52 €/MWh

Wärmegutschrift **884 €/a**

Wärmeauskopplung

Kühlbetrieb - Wirtschaftlichkeit

Erlöse

Wärmegutschrift	884 €/a
-----------------	---------

Kosten

Kosten "Einfrierschutz"	87 €/a
-------------------------	--------

Baukosten Wärmeauskopplung	7.500 €
----------------------------	---------

Annuität (20a, 6%)	8,72 %
--------------------	--------

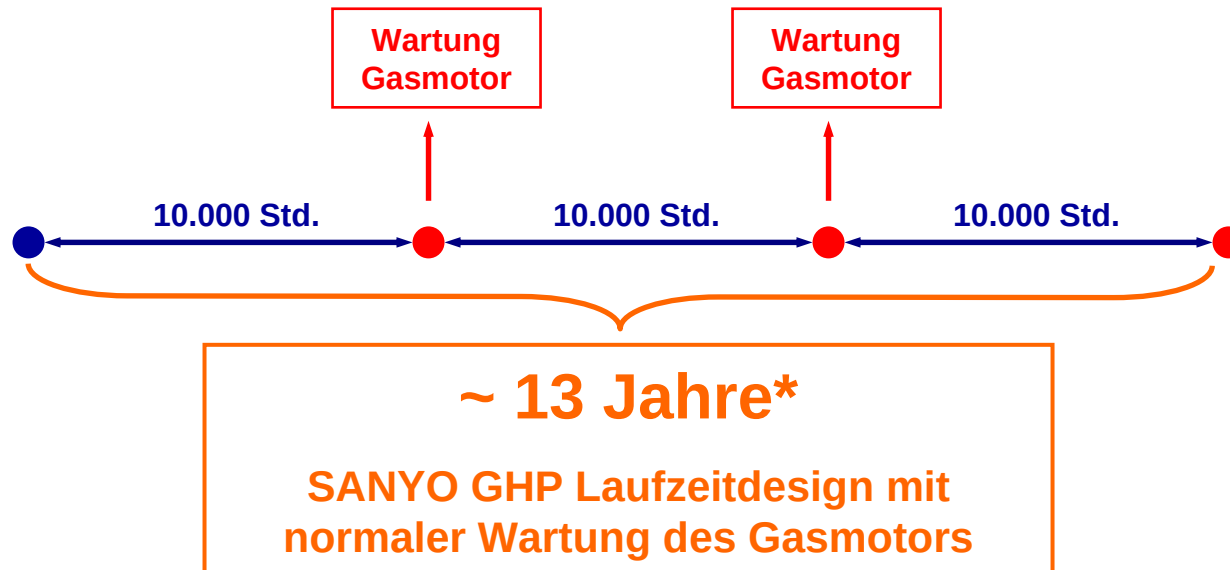
Kapitaldienst	652 €/a
---------------	---------

Betriebs- und Energiekosten	135 €/a
-----------------------------	---------

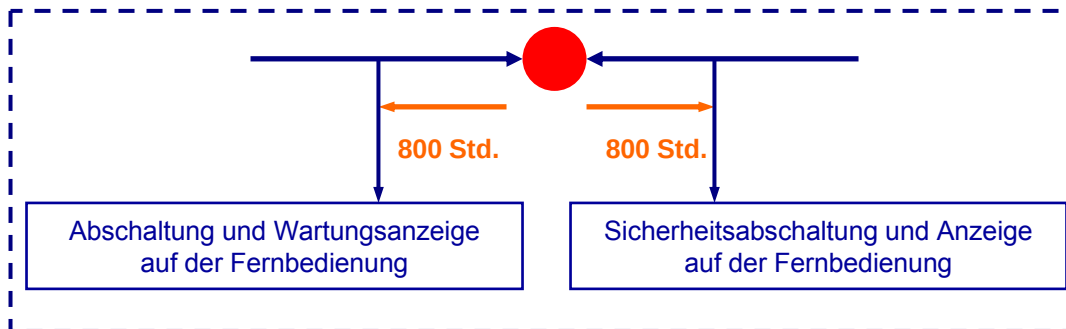
Bilanz

Ertrag	<u>10</u> €/a
--------	---------------

GHP Wartung lt. Hersteller



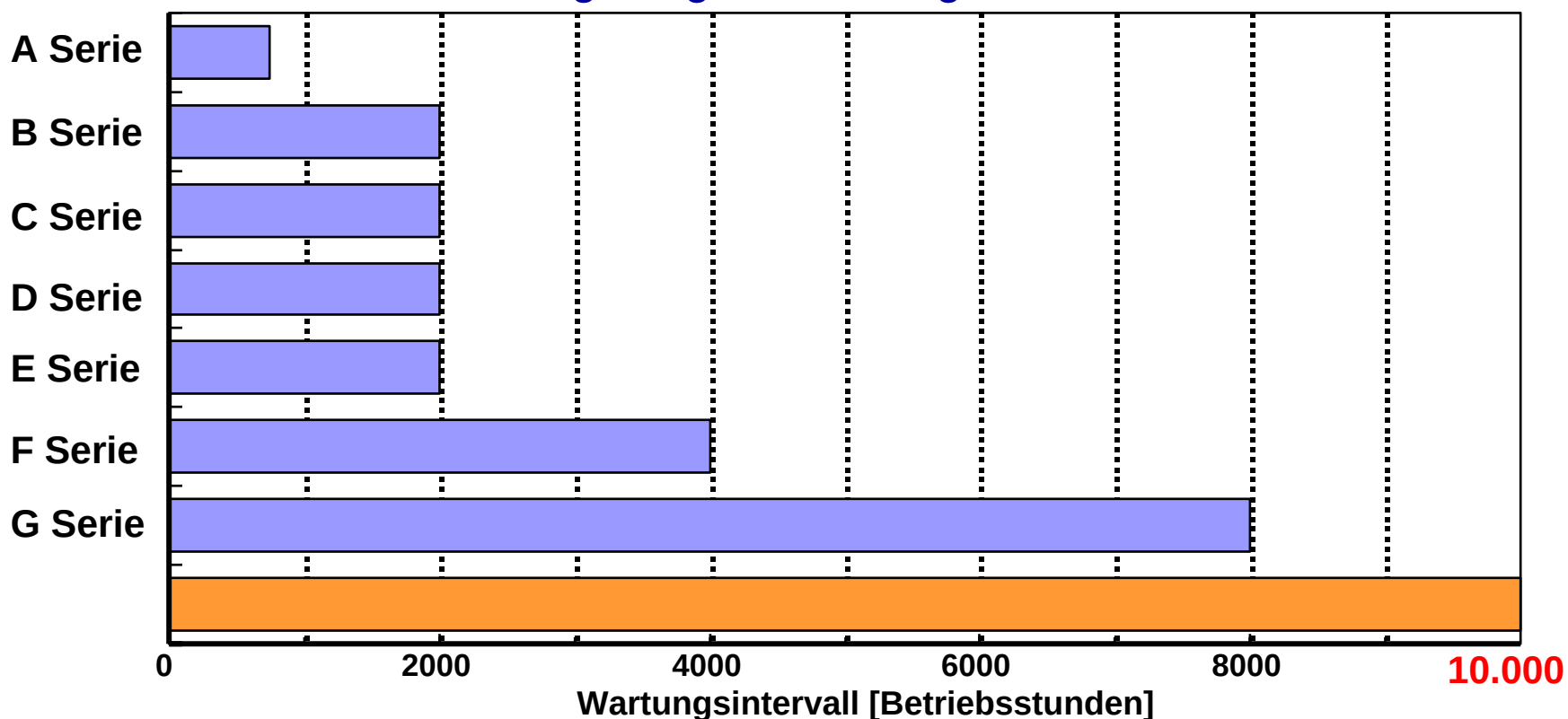
Automatische Wartungsmitteilung



- **Wartungsintervalle des Gasmotors**

GHP Wartung lt. Hersteller

Die Perfektionierung der Gas-VRF- Technik zeigt sich auch in der Verlängerung der Wartungsintervalle



Im Vergleich zu einem PKW, sind **10.000 Betriebsstunden** äquivalent zu einer Laufleistung von ca. **500.000 Kilometer!**

GHP Erfahrungen Errichtung

- Bauzeit ca. 8 Wochen
- Beteiligte Firmen / Schnittstellen
 - Gerätelieferant (Fa. Kaut)
 - Kälte- und Klimatechnik (Fa. Wörner)
 - Heizungs- Sanitärtechnik (Fa. Walter)
 - Tief- und Rohrleitungsbauer (Fa. Klumpp)
 - MSR-Technik (Fa. H&S)
 - Elektrotechnik (Fa. Sautter)
- Nachrüstung
 - Kältetechniker haben nicht die Erfahrung im Heizungsbereich
 - automatische Umschaltung Betriebsmodus
 - gegenseitige Verriegelung
 - Nachtabsenkung
 - externe Sollwertverschiebung
 - USV

GHP Erfahrungen 10 Monate Betrieb

- Inbetriebnahme 20.Feb 2007
- Vertragsbeginn (Wärme-/Kältelieferung) 01.Apr 2007
- Anzahl Störungen: 2
 - Stromausfall im Versorgungsnetz
 - Defekt an einer Inneneinheit
- „Mängelbeseitigung“
 - anfänglich Probleme mit Software Fa. Kaut (KEMACCS)
 - Aufwand für Nachrüstungen
 - Feintuning bei Solltemperatureinstellung/Nutzerwünsche
 - Umprogrammierung Inneneinheiten
- Erdgaseinsatz
 - ca. 7.100 Bm³ entspricht rund 81 MWh in 10 Monaten
 - geschätzter Jahreserdgasbedarf: 104 MWh/a
 - rund 43 % unter Prognosewert (lt. Vertrag: 180 MWh/a)

GHP Monitoring

➤ Hardware

PC für zentrale Datenerfassung (Kontrolle, Parametrierung)

DDC-Unterstation, Fritz-ISDN-Card, Serielle Schnittstelle, W&T Interface

USV, RT-Fühler, Fernmelde- und M-Busleitung

Fernwirktechnik mit Modem für Störmeldeübertragung

Controller, System-Fernbediengung, Parallel Interface

➤ Software

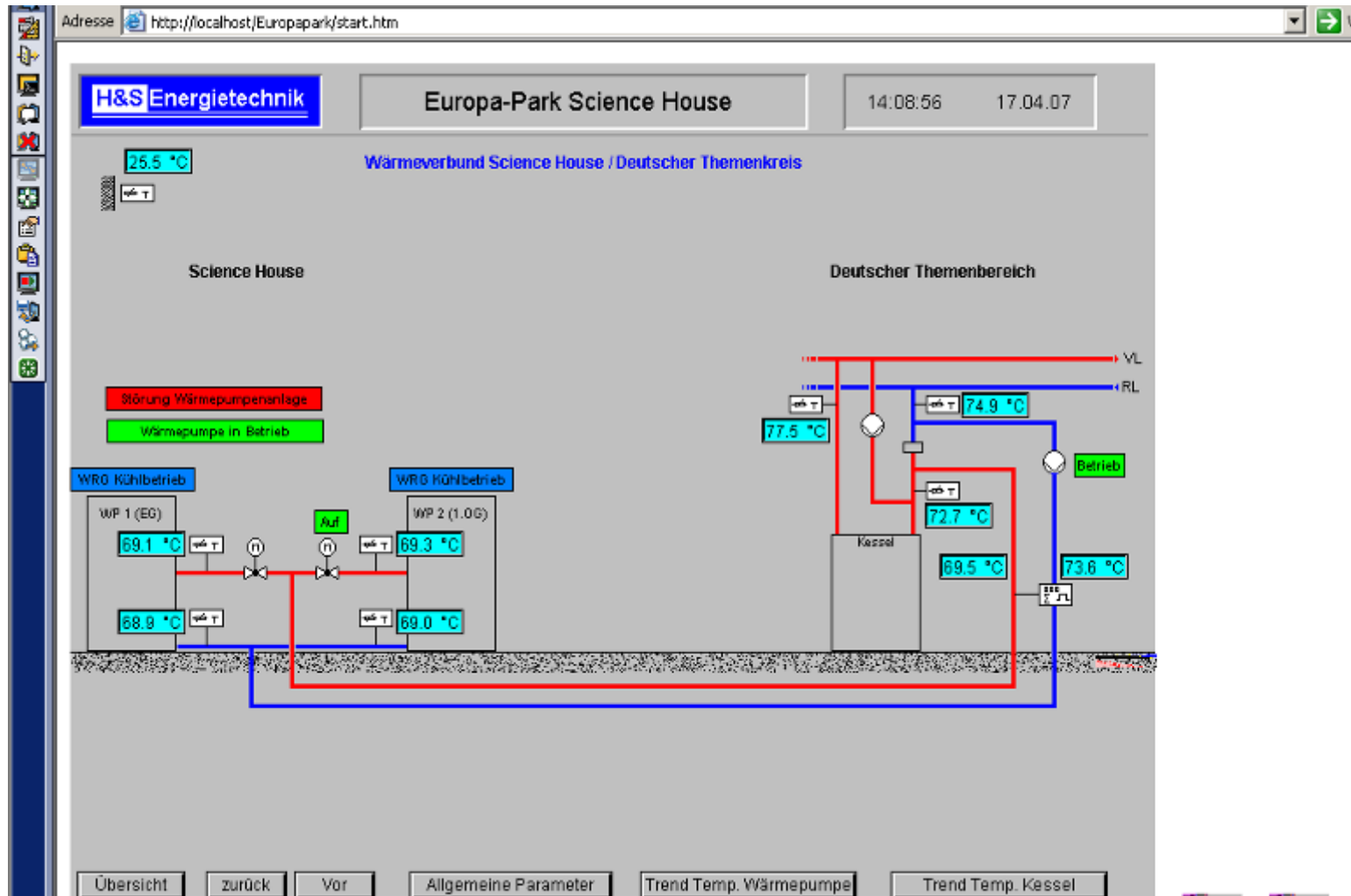
Fernzugriff über pcAnywhere

Web-Zugriff über Saia-Software

Kemaccs für Programmierung und Steuerung

Checker Software für Betriebsdaten Gasklimageräte

GHP Monitoring



GHP Monitoring

Adresse <http://localhost/Europapark/start.htm> → Wechseln zu

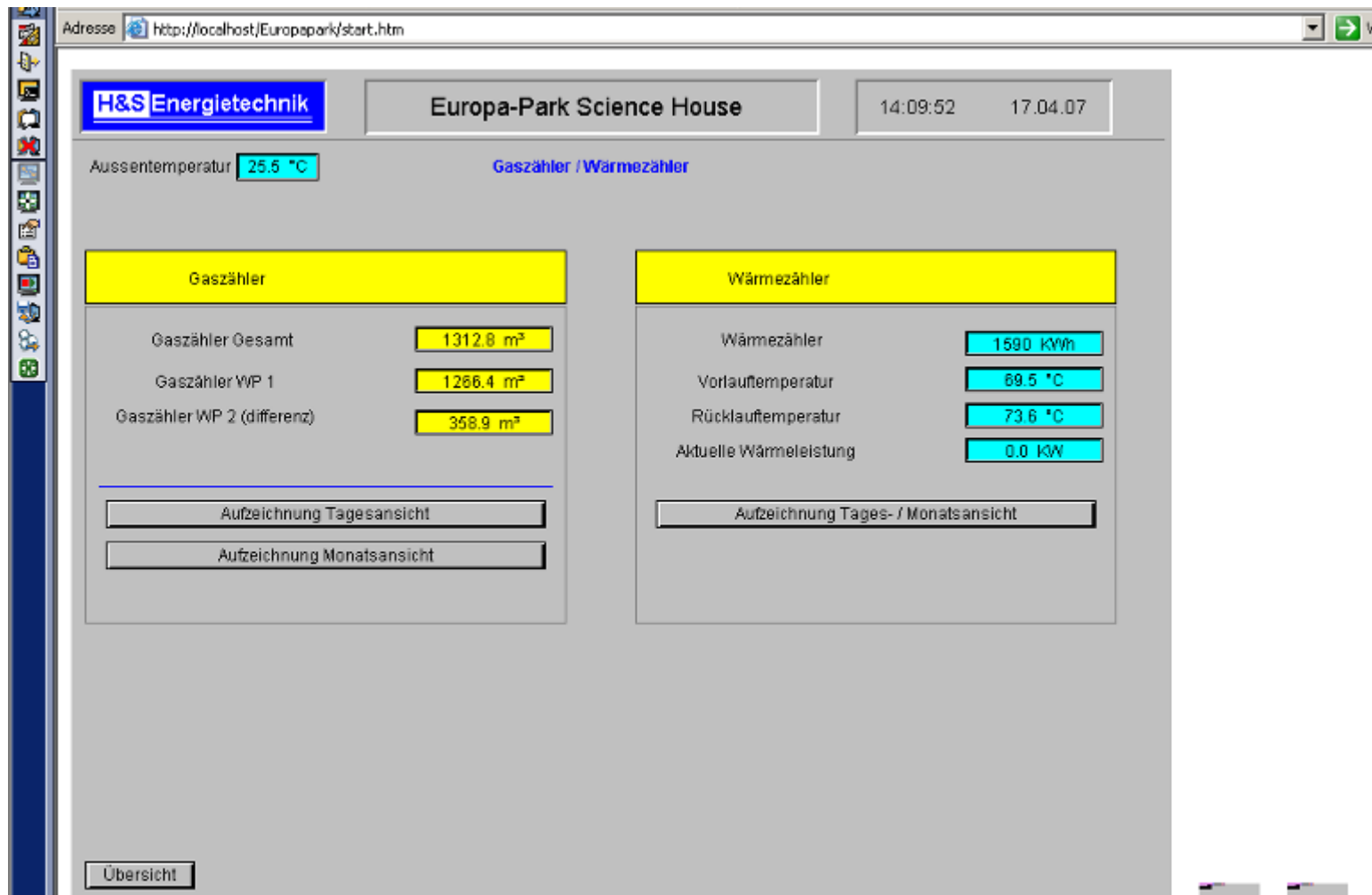
H&S Energietechnik **Europa-Park Science House** 09:22:11 17.04.07

Tagesauszug Gaszähler gesamt		Tagesauszug Gaszähler Wärmepumpe 1		Tagesauszug Gaszähler Wärmepumpe 2	
Datum	Verbrauch	Datum	Verbrauch	Datum	Verbrauch
12.04.2007	17.0 m³	12.04.2007	5.2 m³	12.04.2007	11.9 m³
22.03.2007	58.6 m³	22.03.2007	47.6 m³	22.03.2007	11.1 m³
12.04.2007	17.0 m³	12.04.2007	5.2 m³	12.04.2007	11.9 m³
13.04.2007	21.8 m³	13.04.2007	8.7 m³	13.04.2007	13.2 m³
14.04.2007	19.2 m³	14.04.2007	8.3 m³	14.04.2007	10.9 m³
15.04.2007	18.3 m³	15.04.2007	7.6 m³	15.04.2007	10.7 m³
16.04.2007	12.9 m³	16.04.2007	5.2 m³	16.04.2007	7.7 m³
27.03.2007	12.2 m³	27.03.2007	9.6 m³	27.03.2007	2.7 m³
28.03.2007	52.9 m³	28.03.2007	35.0 m³	28.03.2007	17.9 m³
29.03.2007	33.0 m³	29.03.2007	24.9 m³	29.03.2007	8.2 m³
30.03.2007	41.8 m³	30.03.2007	30.8 m³	30.03.2007	11.1 m³
31.03.2007	39.5 m³	31.03.2007	31.7 m³	31.03.2007	7.9 m³
01.04.2007	40.0 m³	01.04.2007	28.0 m³	01.04.2007	12.0 m³
02.04.2007	38.3 m³	02.04.2007	24.2 m³	02.04.2007	14.1 m³
03.04.2007	32.7 m³	03.04.2007	19.0 m³	03.04.2007	13.7 m³
04.04.2007	35.2 m³	04.04.2007	24.6 m³	04.04.2007	10.7 m³
05.04.2007	40.7 m³	05.04.2007	20.9 m³	05.04.2007	19.9 m³
06.04.2007	36.4 m³	06.04.2007	18.1 m³	06.04.2007	18.3 m³
07.04.2007	32.5 m³	07.04.2007	16.3 m³	07.04.2007	16.2 m³
08.04.2007	33.9 m³	08.04.2007	18.2 m³	08.04.2007	15.7 m³
09.04.2007	29.2 m³	09.04.2007	13.9 m³	09.04.2007	15.4 m³
10.04.2007	25.3 m³	10.04.2007	12.4 m³	10.04.2007	13.0 m³

Hinweis: Werte werden um 23.55 gespeichert

Übersicht zurück Monatsansicht Trendkurve Tageswerte

GHP Monitoring



GHP Monitoring

MONITORING OPERATION...													INTERVAL 10SEC.
													NO. OF INDOOR UNIT:10
No.	Capa (Mdl)	Model	ON/OFF	Mode	The rmo	Set (deg)	in (deg)	out (deg)	E1 (deg)	E2 (deg)	E3 (deg)	Fan	Exp_V ala (STEP)
1	112	SH	RUN	COOL	OFF	25	24.5	24.5	24.5	-35.0	23.0	L	-- 20
2	112	SH	RUN	COOL	OFF	25	24.0	24.0	23.5	-35.0	22.5	L	-- 20
3	80	SH	RUN	COOL	OFF	25	24.5	24.0	24.0	-35.0	24.0	L	-- 20
4	112	SH	RUN	COOL	OFF	25	24.5	24.5	18.5	-35.0	21.0	L	-- 20
5	28	KH	RUN	COOL	OFF	25	25.5	25.0	16.5	-34.5	16.0	H	-- 20
6	28	BH	STOP	COOL	OFF	25	27.5	25.5	24.0	-35.0	23.5	Stop	-- 20
7	112	SH	RUN	COOL	OFF	25	24.5	24.5	23.5	-35.0	21.0	L	-- 20
8	112	SH	RUN	COOL	OFF	25	24.5	24.5	24.0	-35.0	22.0	L	-- 20
9	112	SH	RUN	COOL	OFF	25	24.5	24.5	24.0	-35.0	24.0	L	-- 20
10	80	SH	RUN	COOL	OFF	25	26.0	25.5	24.0	-35.0	12.0	L	-- 20
11													
12													
13													
14													

O/D No. 2 Model H560K1 Gas_type Natural gas(HI) RQM Ver 1.09												
Comp LP	0.96	MPa	Throttle	100	STEP							
Comp HP	1.78	MPa	Ign Timing	13								
Comp In	11.6	deg	CompOilLevel	0								
Comp Out	36.1	deg	Oil Change	451	Hour							
H/R1 In	30.5	deg	Engine Run	451	Hour							
H/E2 In	-46.0	deg		2805	Cnts							
H/E1 Mid	0.0	deg	Starter Run	3966	Sec							
H/E2 Mid	0.0	deg		2805	Cnts							
H/E Out	0.0	deg	Clutch Run	195	Hour							
Ambi	35.0	deg		1910	Cnts							
Exh Gas	55.5	deg										
Water	69.7	deg										
Starter	0.0	deg										
ClutchCoil	44.0	deg										
OilLevel H	0.0	deg										
OilLevel L	-46.0	deg										
SH	563.2	deg										

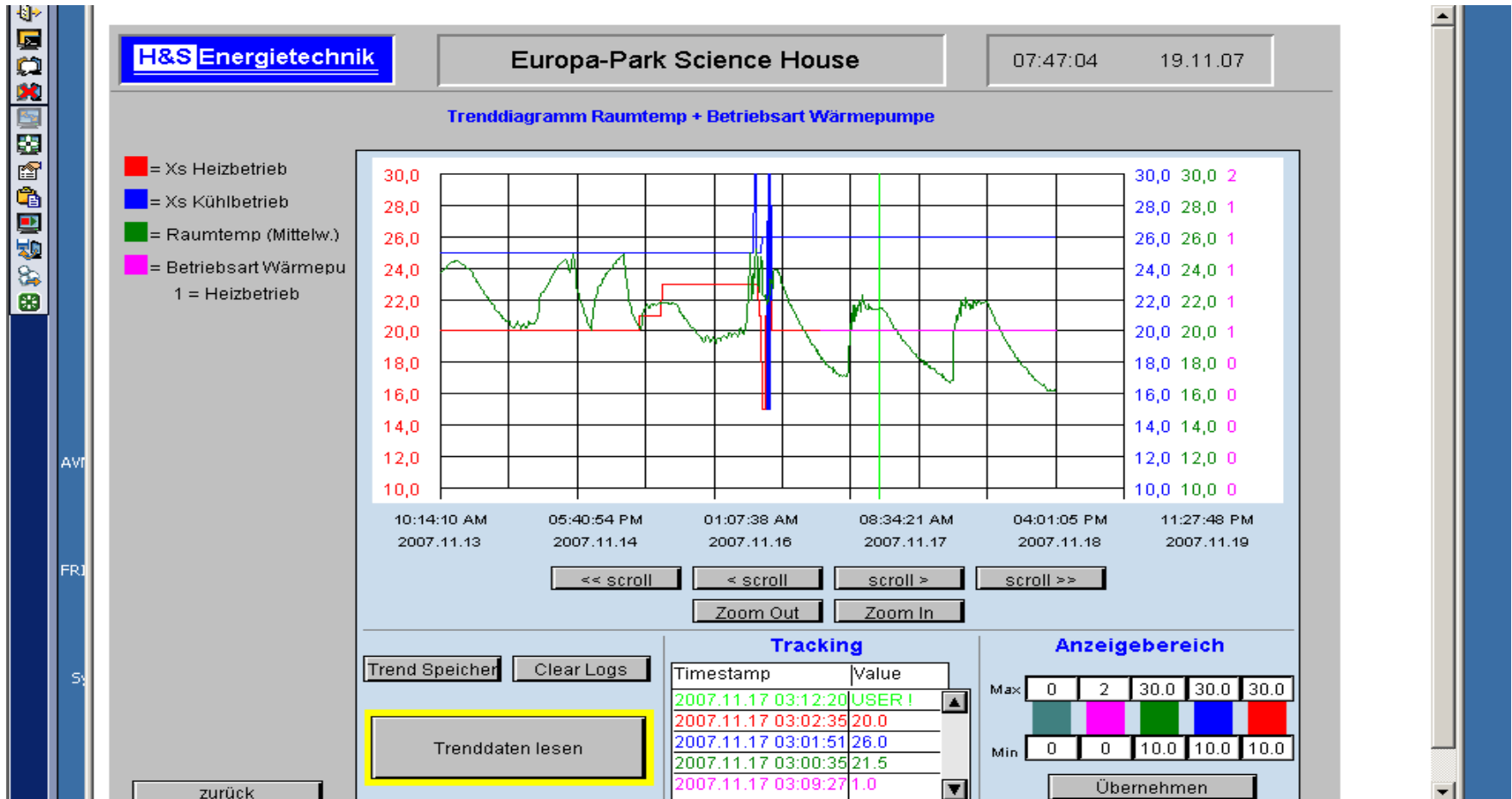
--EG speed	0	rpm
--O/D Fan	18	%
--Gas Cnt V	450	STEP
--Exp Valve1	100	STEP
--Exp Valve2	100	STEP
--Liquid	0	STEP
--Bypass	0	STEP
--Water 3Way	50	STEP
--Hot Water	1000	STEP
--4Way Valve	OFF	
--Clutch	OFF	
--Gas Valve1	OFF	
--Gas Valve2	OFF	
--Oil Valve1	OFF	
--Oil Valve2	OFF	
--Oil Pump	OFF	
--Oil Return	OFF	
--Oil Recov	OFF	
--Flushing	OFF	
--Balance	OFF	
--Ref Close	OFF	
--Starter	OFF	
--StartPower	ON	

CHECKER FOR GHP

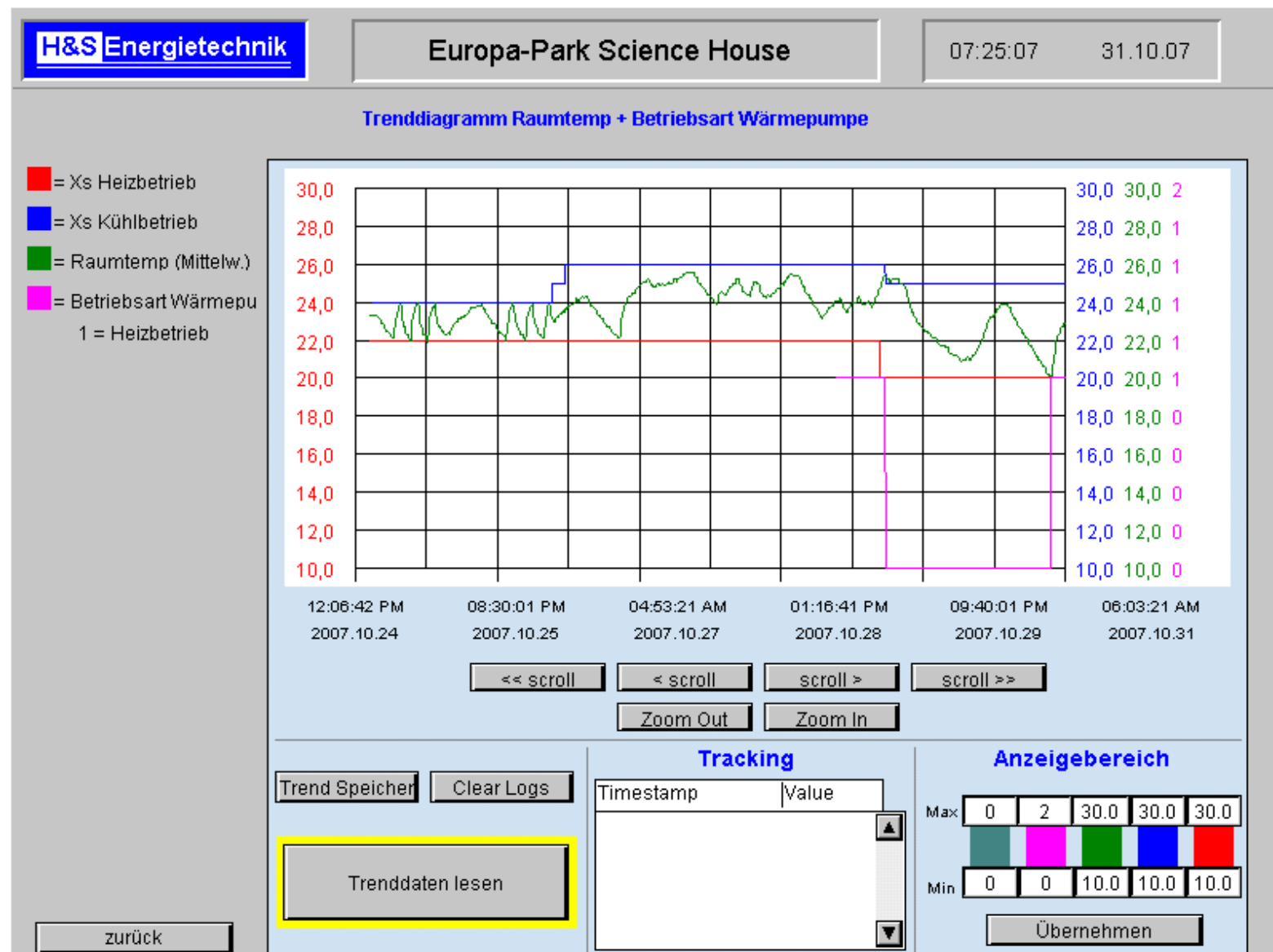
➤ Inneneinheit Anzeige von:
An/Aus, Betriebsmodus,
Temperaturen in/out
Ventilatorstufe
Ventilsstellung

➤ GHP Anzeige von:
Betriebsstunden
Anzahl Starts
Statusmeldungen (Pumpen,
Ventile, Starter, Ventile, etc.)
Motordrehzahl,
Drücke und Temperaturen

GHP Monitoring



GHP Monitoring



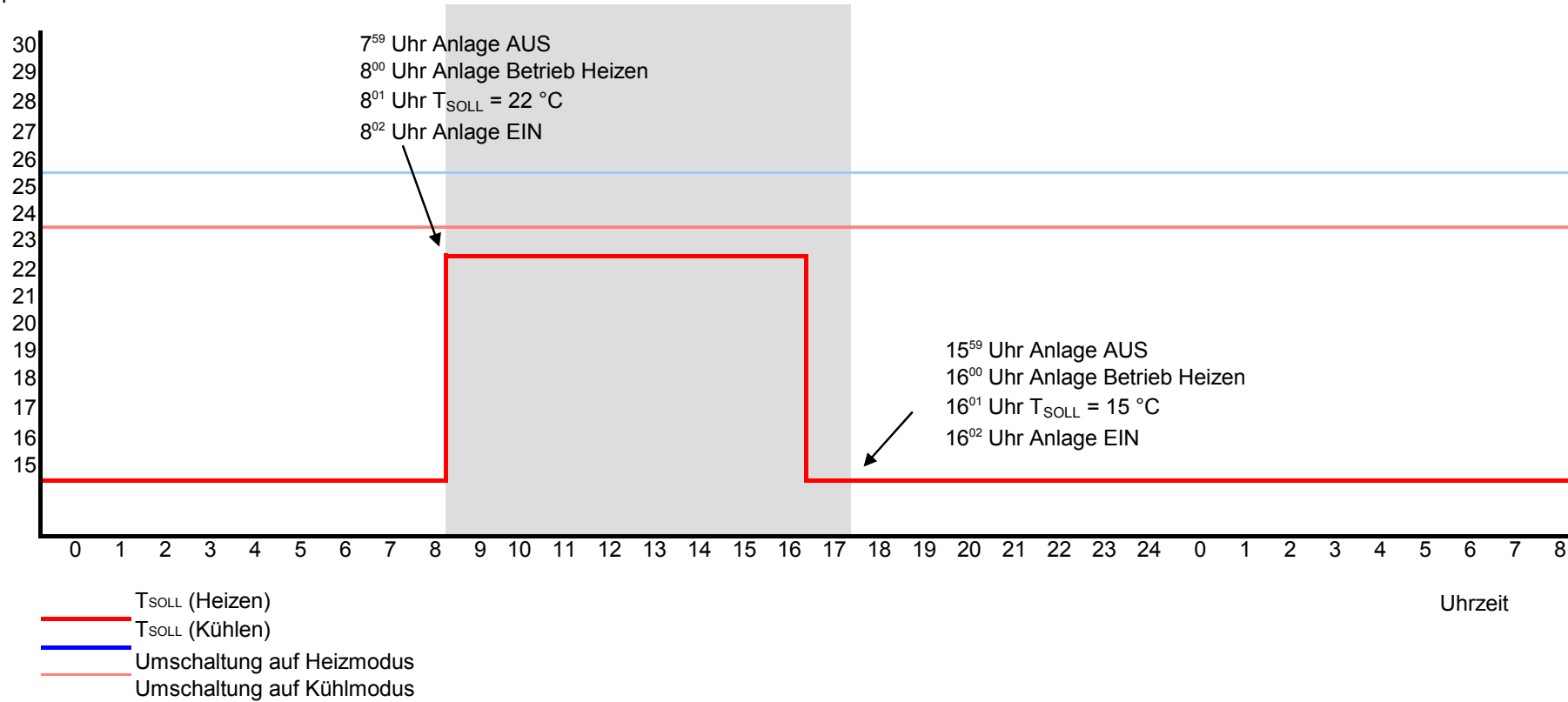
GHP Monitoring

Einstellung Zeitprogramm Kemaccs

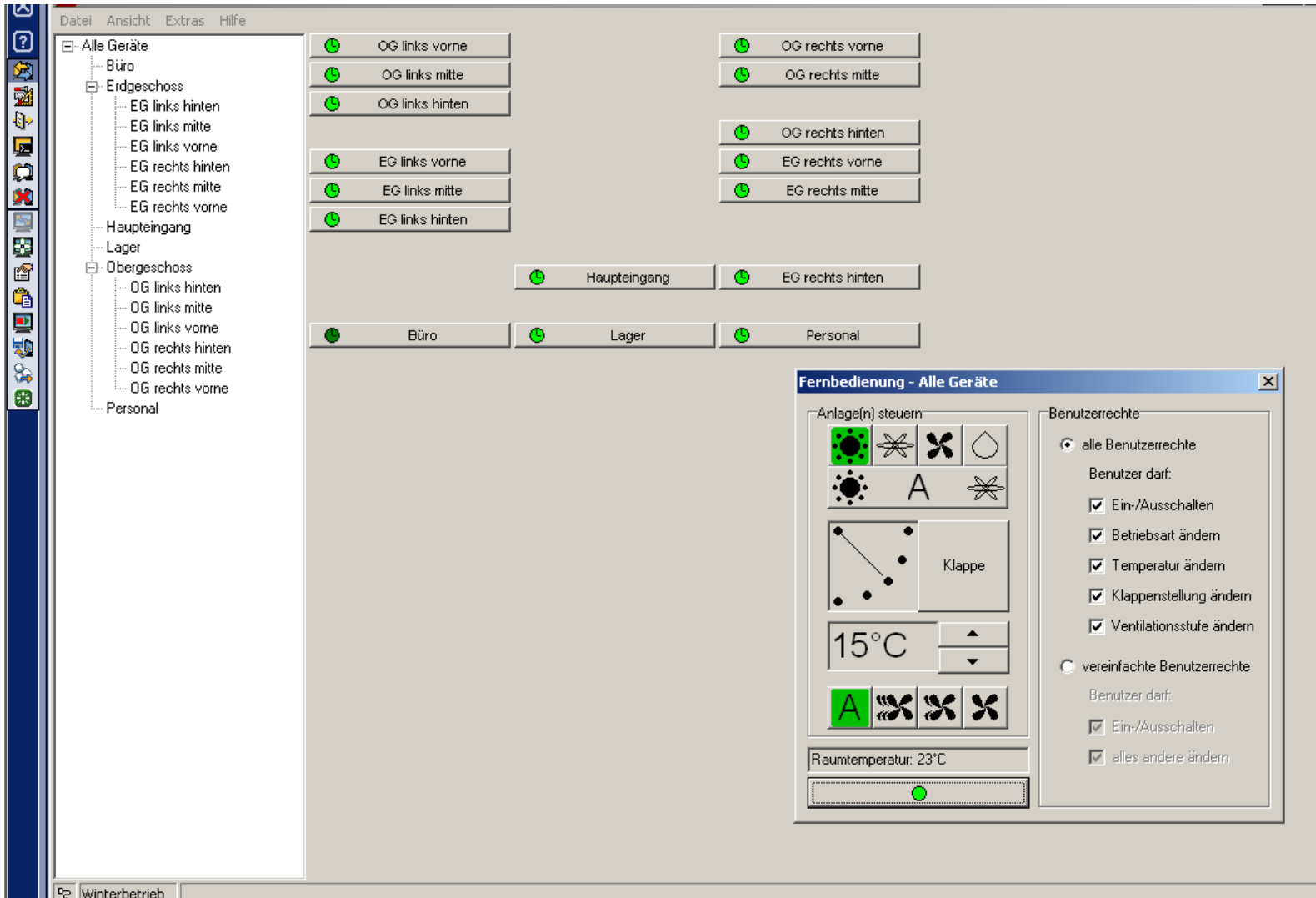
Programmierung am 15.11.2007

für alle Wochentage und für die gesamten Inneneinheiten

Raumtemperatur



GHP Monitoring



The screenshot displays the GHP Monitoring software interface. The main window has a menu bar (Datei, Ansicht, Extras, Hilfe) and a toolbar on the left. The left pane shows a tree view of devices:

- Alle Geräte
 - Büro
 - Erdgeschoss
 - EG links hinten
 - EG links mitte
 - EG links vorne
 - EG rechts hinten
 - EG rechts mitte
 - EG rechts vorne
 - Haupteingang
 - Lager
 - Obergeschoss
 - OG links hinten
 - OG links mitte
 - OG links vorne
 - OG rechts hinten
 - OG rechts mitte
 - OG rechts vorne
 - Personal

The right pane contains a grid of status buttons, each with a green circle icon:

- OG links vorne
- OG links mitte
- OG links hinten
- OG rechts vorne
- OG rechts mitte
- OG rechts hinten
- EG links vorne
- EG links mitte
- EG links hinten
- EG rechts hinten
- EG rechts vorne
- EG rechts mitte
- Haupteingang
- EG rechts hinten
- Büro
- Lager
- Personal

The 'Fernbedienung - Alle Geräte' dialog box is open, showing control options for a device. It includes a section for 'Anlage(n) steuern' with icons for fan, sun, and other functions, a temperature display showing 15°C, and a section for 'Benutzerrechte' (User Rights) with checkboxes for various permissions.

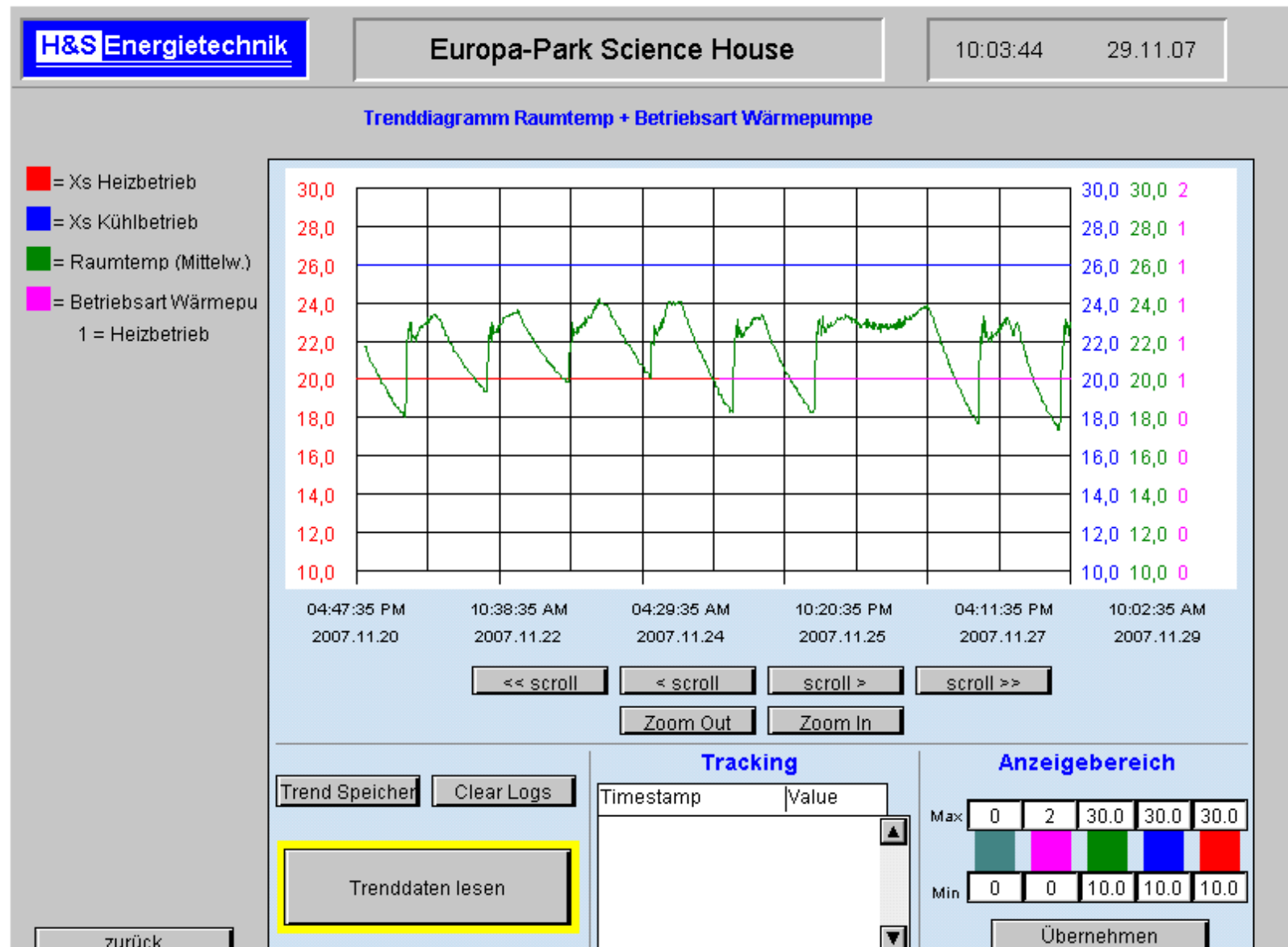
Benutzerrechte:

- ☒ alle Benutzerrechte
- Benutzer darf:
 - ☒ Ein-/Ausschalten
 - ☒ Betriebsart ändern
 - ☒ Temperatur ändern
 - ☒ Klappenstellung ändern
 - ☒ Ventilationsstufe ändern
- ☐ vereinfachte Benutzerrechte
- Benutzer darf:
 - ☒ Ein-/Ausschalten
 - ☒ alles andere ändern

The status bar at the bottom indicates 'Winterbetrieb'.

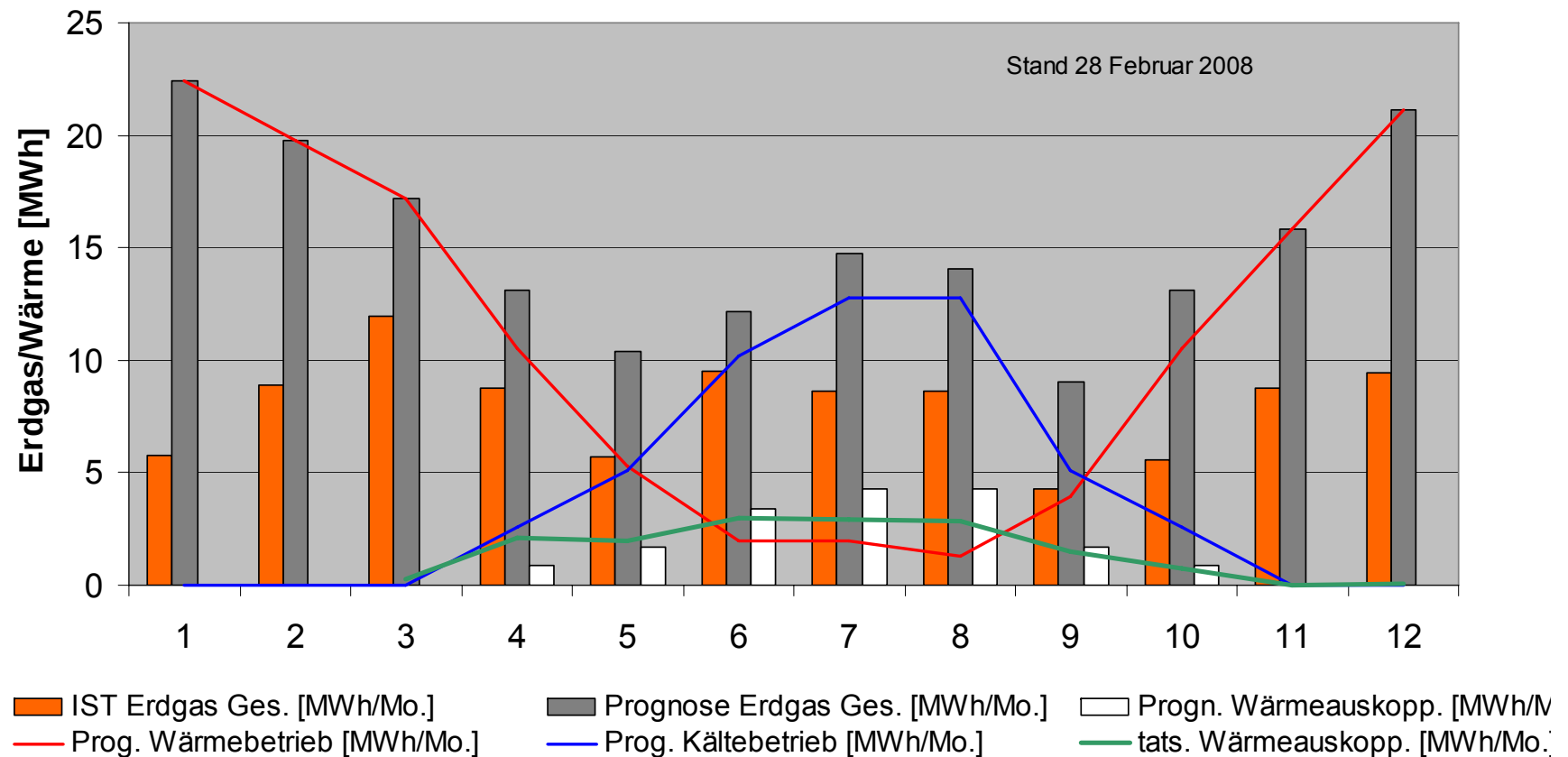
 Winterbetrieb

GHP Monitoring



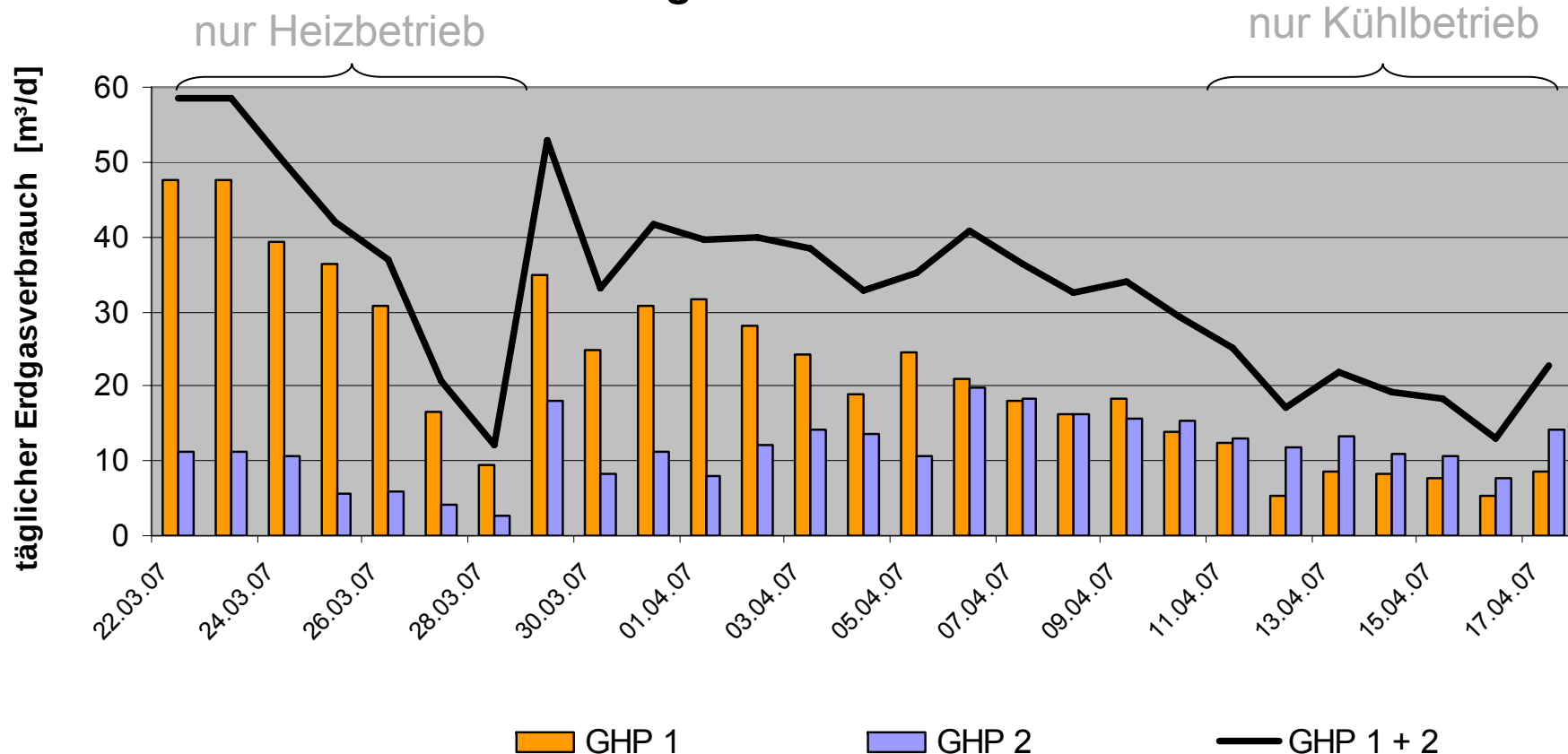
Erdgasverbrauch/Wärmeauskopplung

Vergleich: Prognose mit Verbrauchsdaten

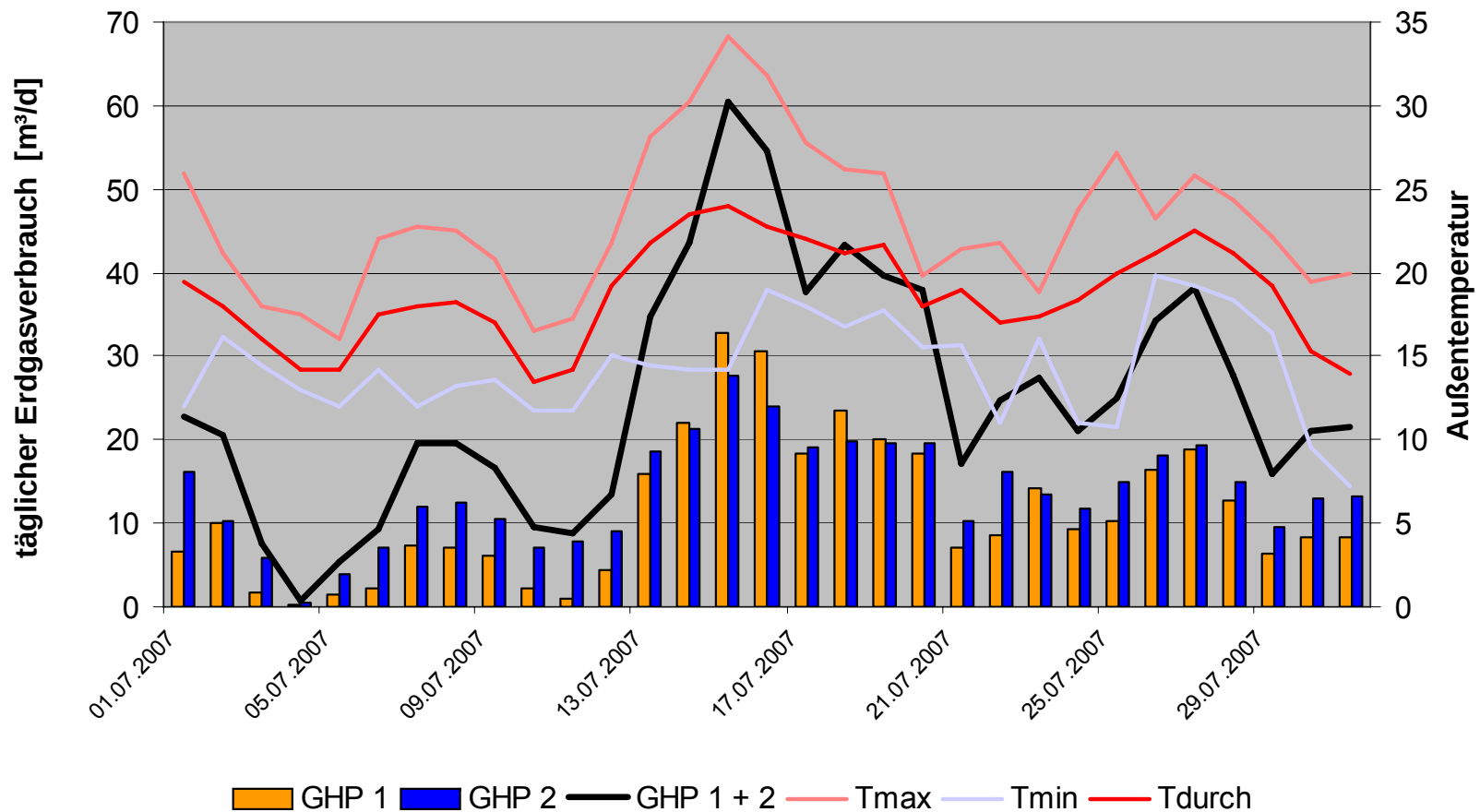


GHP Auswertungen Frühjahr

Science House (Europa Park) Erdgaseinsatz GHP

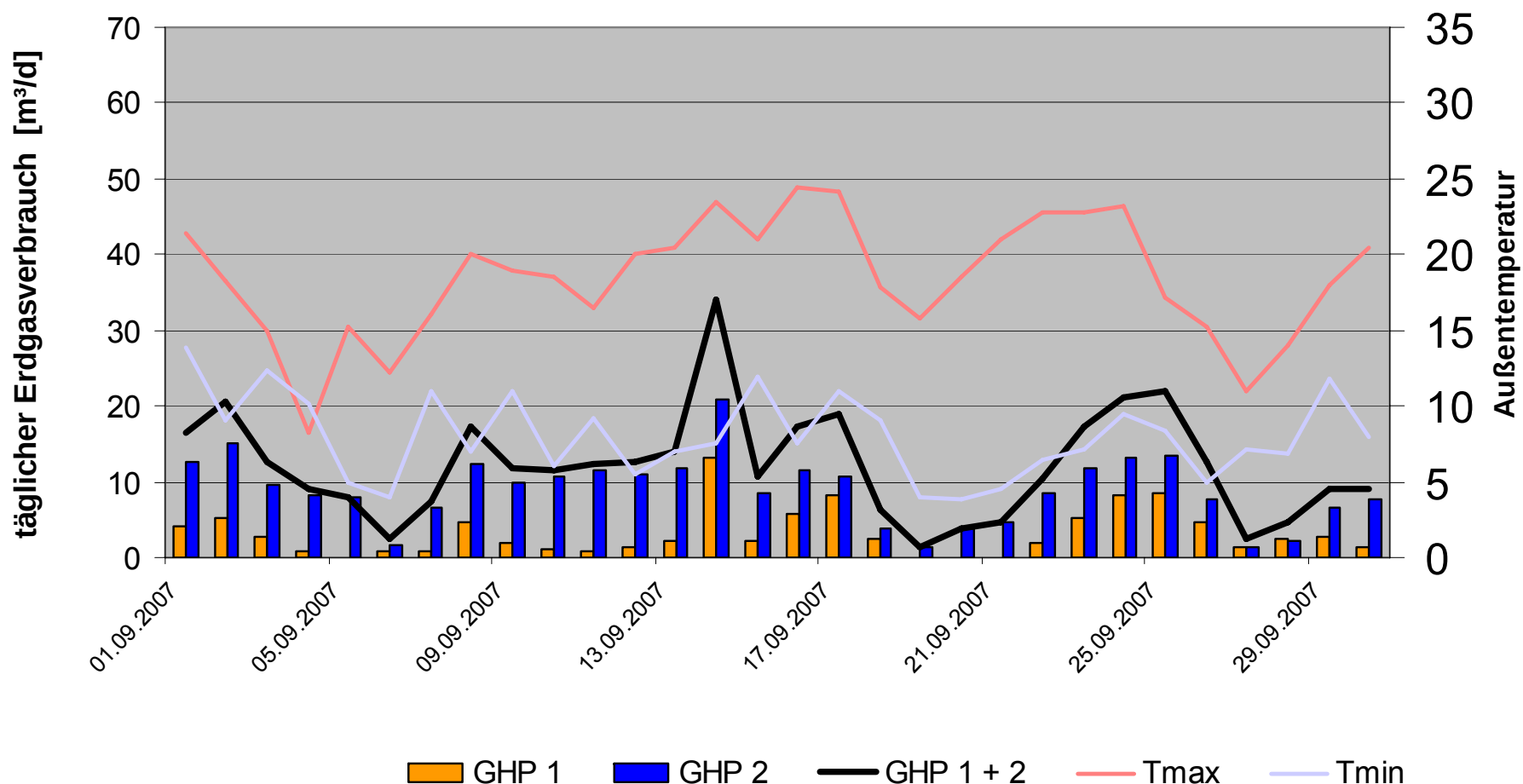


Science House (Europa Park) Erdgaseinsatz GHP Juli 2007



GHP Auswertungen Frühjahr

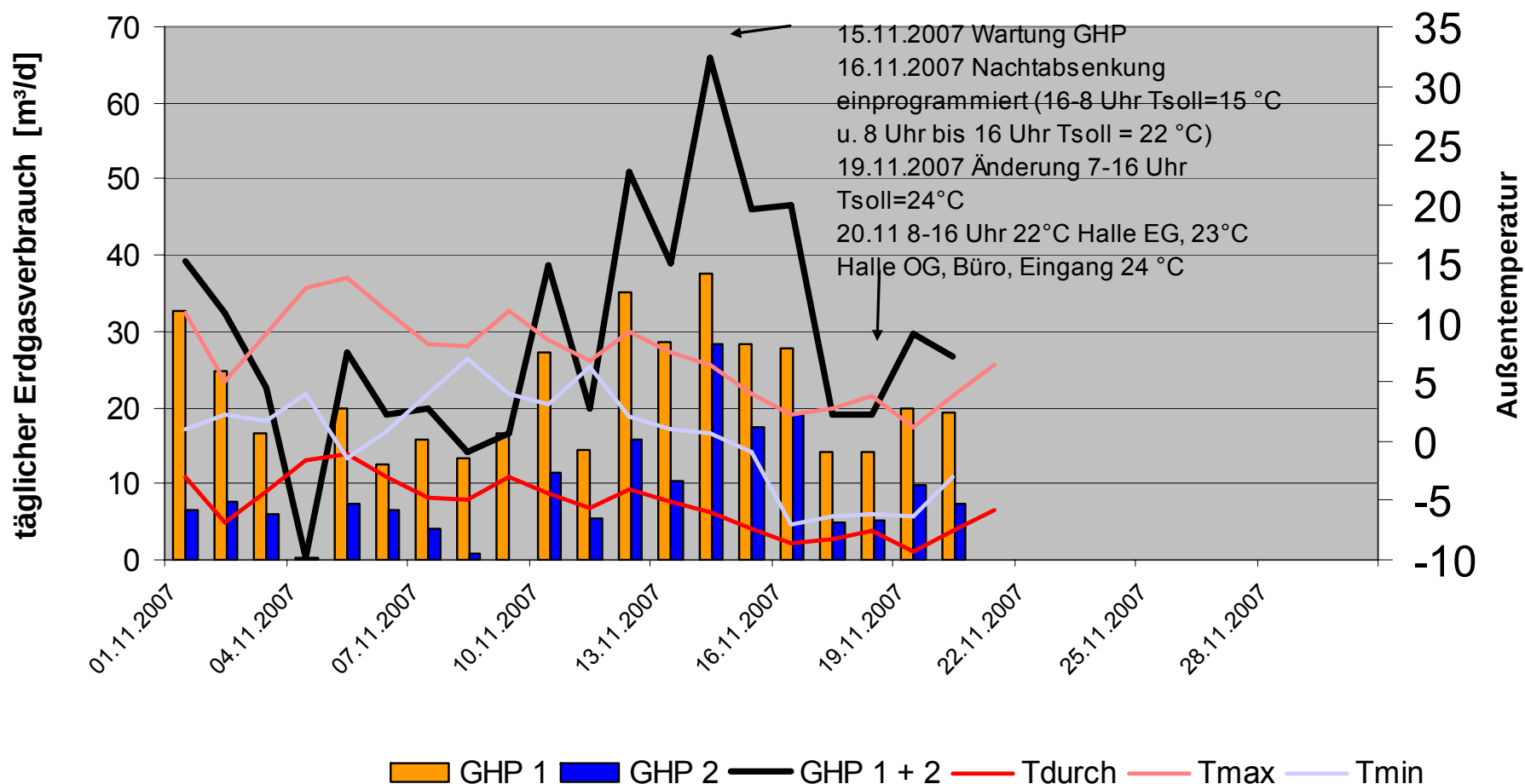
Science House (Europa Park) Erdgaseinsatz GHP September 2007



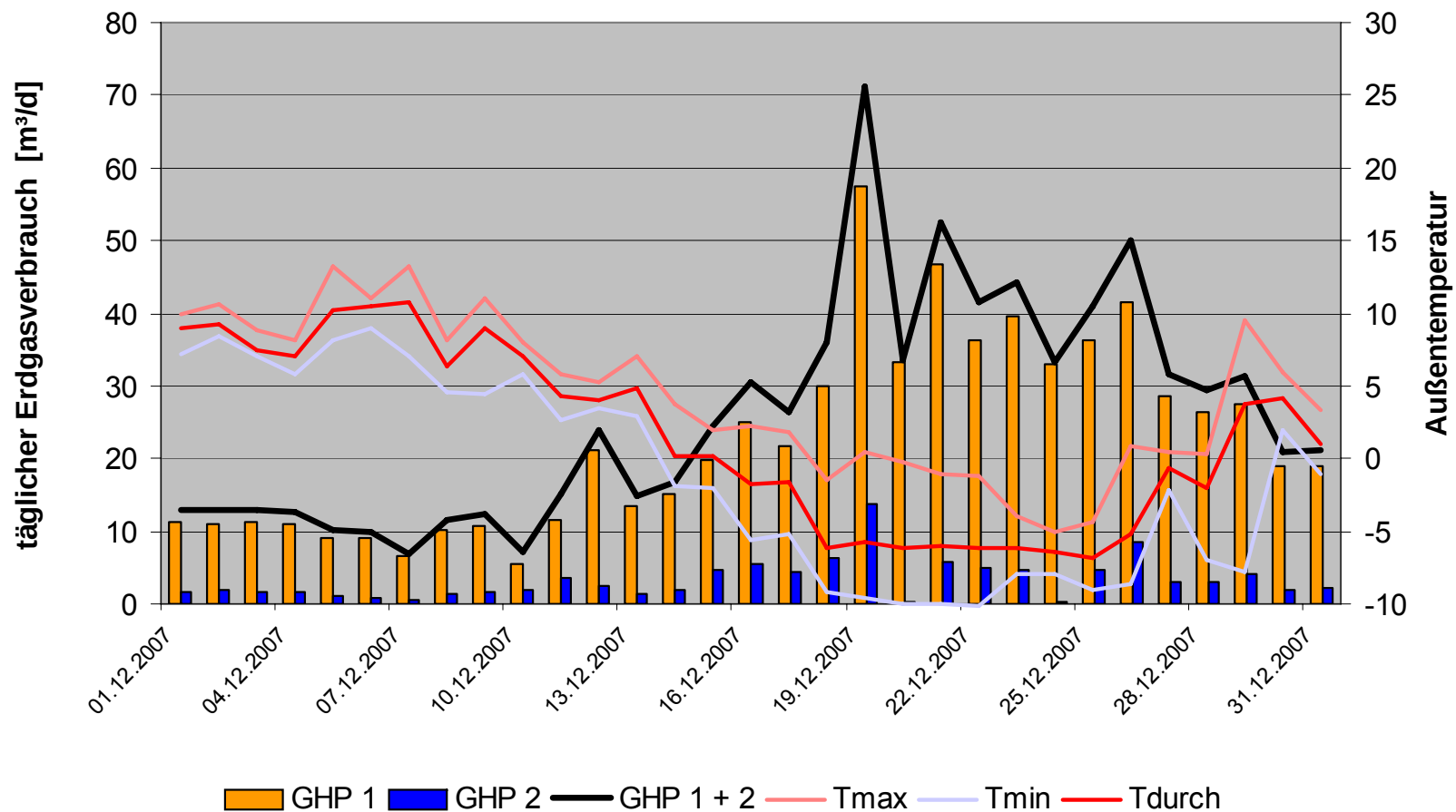
GHP Auswertungen Frühjahr

Science House (Europa Park)

Erdgaseinsatz GHP November 2007



Science House (Europa Park) Erdgaseinsatz GHP Dezember 2007



GHP Auswertungen Mär 07 – Feb 08

Erdgasbedarf	Summe [MWh]	für Kühlen [MWh]	für Heizen [MWh]
Mrz. 07	12		12
Apr. 07	9	4	4
Mai. 07	6	6	
Jun. 07	10	10	
Jul. 07	9	9	
Aug. 07	9	9	
Sep. 07	4	4	
Okt. 07	6	3	3
Nov. 07	9		9
Dez. 07	9		9
Jan. 08	6		6
Feb. 08	9		9
Summe	96	44	52
mit A=1000 m ² ergibt sich für:		Kälteerzeugung	Wärmeerzeugung
COP (Quelle: Kaut)		1,25	1,59
spez. Fäch.bedarf [kWh/m ²]		55	83

Legende:

¹⁾ Umrechnung von m³ zu kWh mit Durchschnittswert von 11,4 kWh/m³
(kann von der tatsächlichen Rechnungsstellung abweichen!)

➤ Monitoring

Datenerfassung → Datenanalyse → Optimierungsmaßnahmen

- Bestimmung Jahresenergiebedarf nach Heizperiode (kWh/m²)
- Anzahl Starts verringern, Laufzeit pro Start erhöhen
- Programmierung einer Verriegelung des Betriebsmodus in Abhängigkeit von Außentemperatur

➤ Öffentlichkeitsarbeit

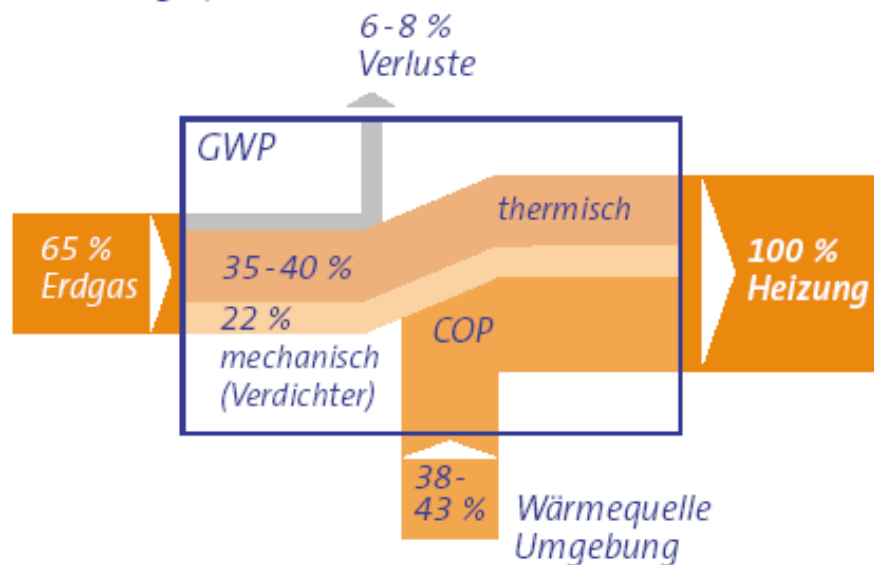
- Flyer über Projektvorhaben
- Planerschulung am 29.01.2008 (badenova)
- Schulung HLS und Kältetechniker im Apr 2008 (Fa. Kaut/badenova)
- Führungen

GHP Energetische Bilanz

Energieeffizienz

Heizbetrieb

(bezogen auf Nennleistung $t_a > 0^\circ\text{C}$ Außentemperatur, ohne elektr. Hilfsenergie)



Heizung: COP = Coefficient of performance

Kühlung: EER = Energy efficiency ratio

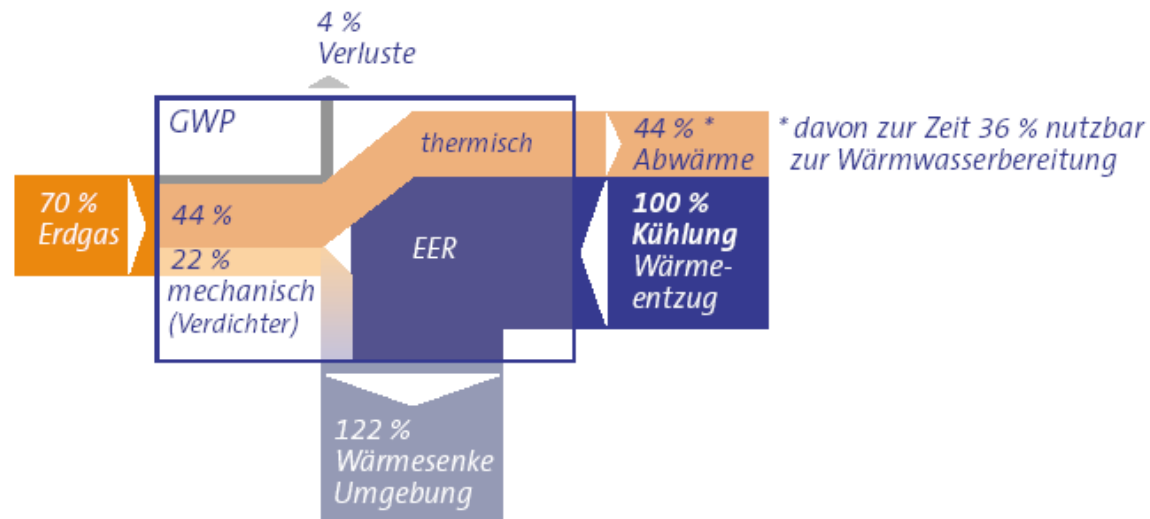
Leistungszahlen der Gaswärmepumpe im Heiz- bzw. Kühlbetrieb, die Auskunft über die Effizienz geben.

Quelle: Firma Kaut, Dr. Arndt, 10/2007

GHP Energetische Bilanz

Kühlbetrieb

(bezogen auf Nennleistung $t_a > +10$ °C Außentemperatur, ohne elektr. Hilfsenergie)

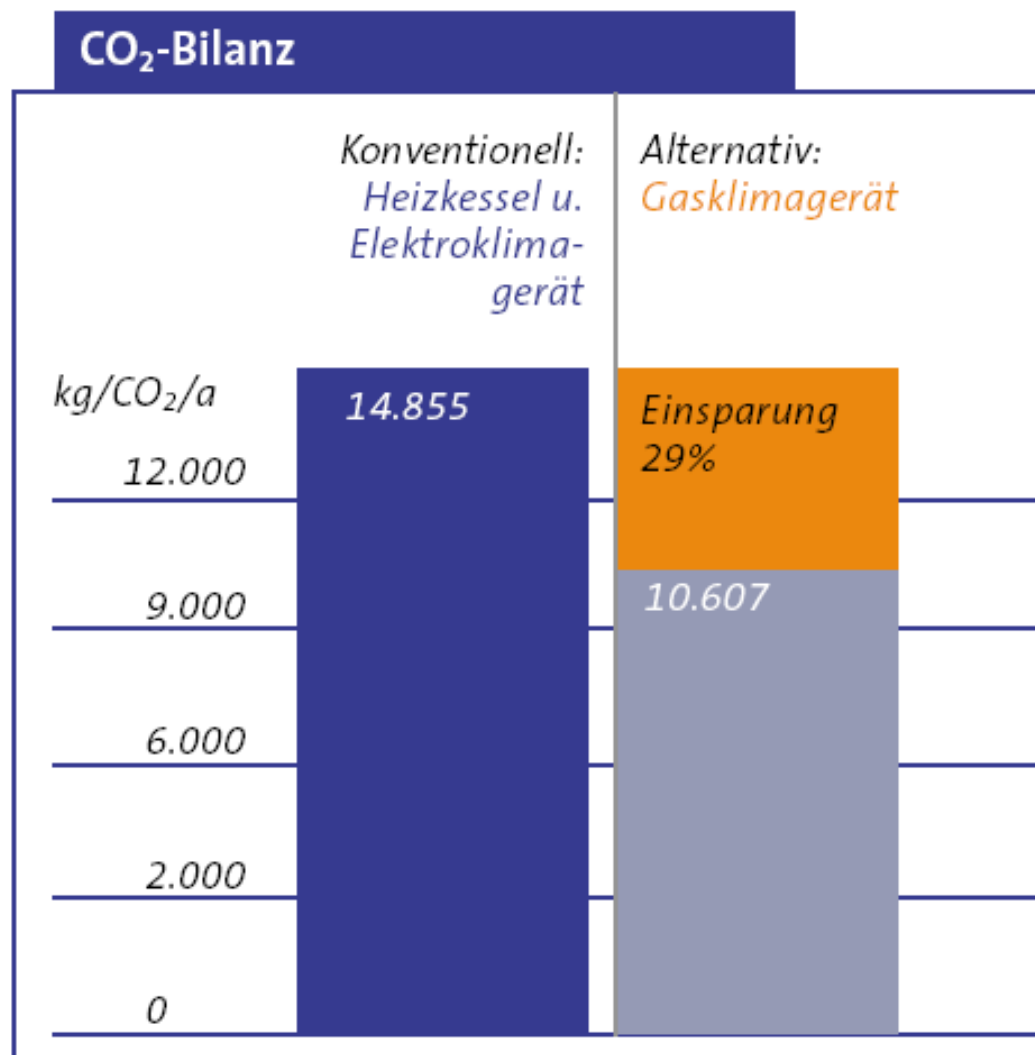


Heizung: COP = Coefficient of performance

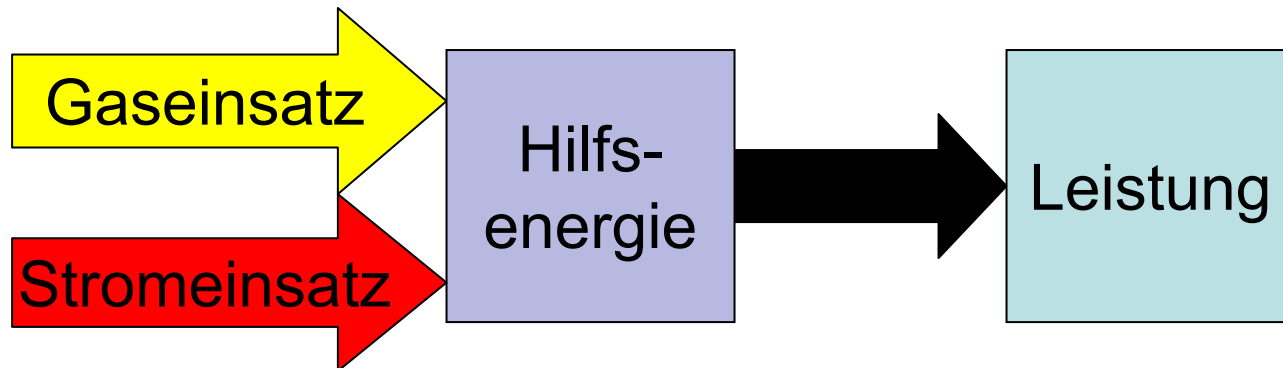
Kühlung: EER = Energy efficiency ratio

Leistungszahlen der Gaswärmepumpe im Heiz- bzw. Kühlbetrieb, die Auskunft über die Effizienz geben.

GHP CO₂ Bilanz



Quelle: GEMIS



Bsp. Kühlen

Kälteleistung= 56 kW

Gasverbrauch= 43.5kW

E-Leistungsaufnahme= 1.18kW

COP = 56/(43,5+1.18)=1.253

Kraftwerkswirkungsgrad= 36.6%

Gasverbrauch → Stromverbrauch

$43,5 * 0.366 = 15.92\text{kW}$

COP = 56/(15,92+1.18)=3.27

Bsp. Heizen

Heizleistung= 67kW

Gasverbrauch= 40,9kW

E-Leistungsaufnahme= 1.29kW

COP = 67/(40.9+1.15)=1.593

Kraftwerkswirkungsgrad= 36.6%

Gasverbrauch → Stromverbrauch

$40,9 * 0.366 = 14.96\text{kW}$

COP = 67/(14.96+1.29)=4.14

$$\text{COP} = (3.27 + 4.14) / 2 = 3.71$$

Gefühlte Temperatur bei unterschiedlicher Luftfeuchtigkeit

Raumtemperatur rel. Feuchte gefühlte Temperatur

24°C

50%

24°C

24°C

60%

26°C

24°C

70%

29°C

26°C

50%

28°C

26°C

60%

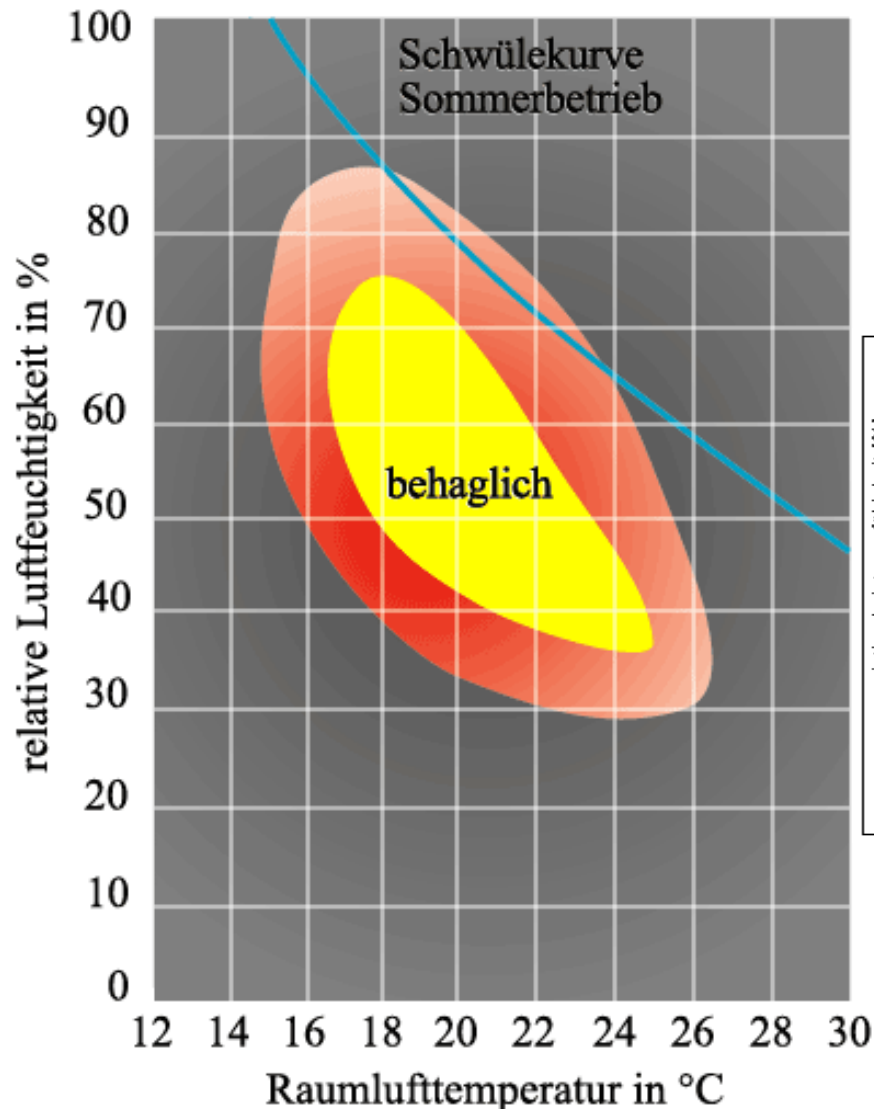
32°C

26°C

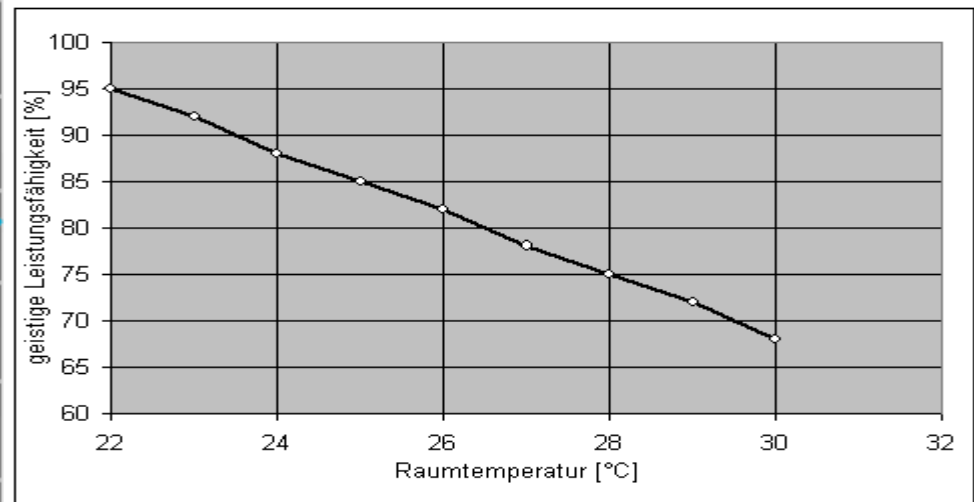
70%

33°C

Behaglichkeit



Die Leistungsfähigkeit des Menschen bei untersch. Raumtemperaturen und Luftfeuchtigkeiten



Luftfeuchtigkeit und Temperatur sind für das Behaglichkeitsgefühl nicht trennbar.



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation



Baudokumentation

