

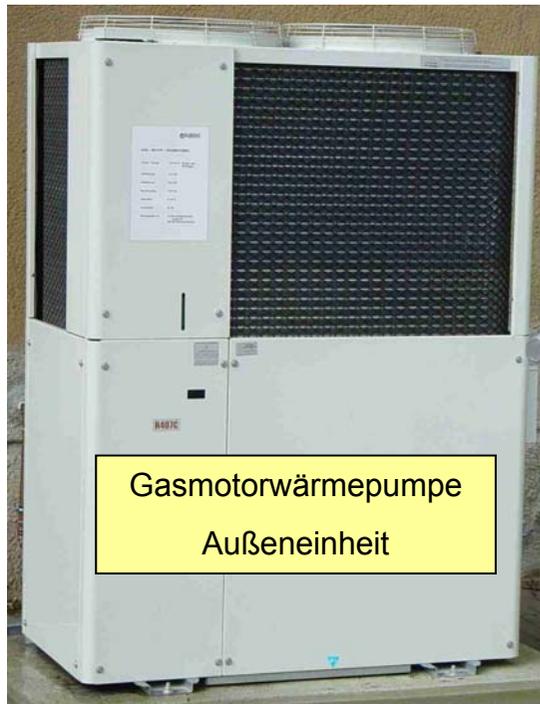
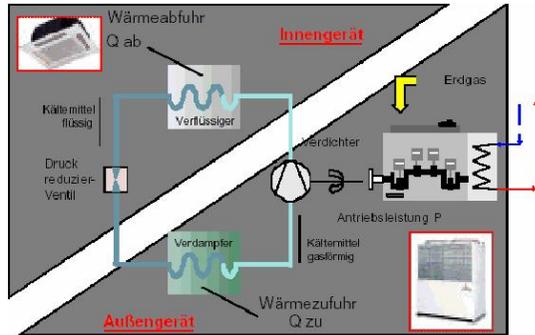
Innovative, energieeffiziente Lösung zur Kälte-Wärme-Kopplung und Kraft-Wärme-Kopplung mittels einer Gasmotor-Wärmepumpe

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schmidt

Dipl.-Ing. Franz Scheffel

Steigendes Interesse an Wärmepumpen

⇒ Senkung Primärenergieeinsatz / CO₂-Emissionen



- Verdopplung der Nachfrage 2006 für Heizungswärmepumpen im Vergleich zu 2005¹⁾

2006: 44.980 + 7000²⁾

2007: 45.300 + 7000²⁾

2008³⁾: 77.000

2009³⁾: 66.000

- Nutzung: Erdreich, Wasser, Luft

- Heizung/Warmwasserbereitung

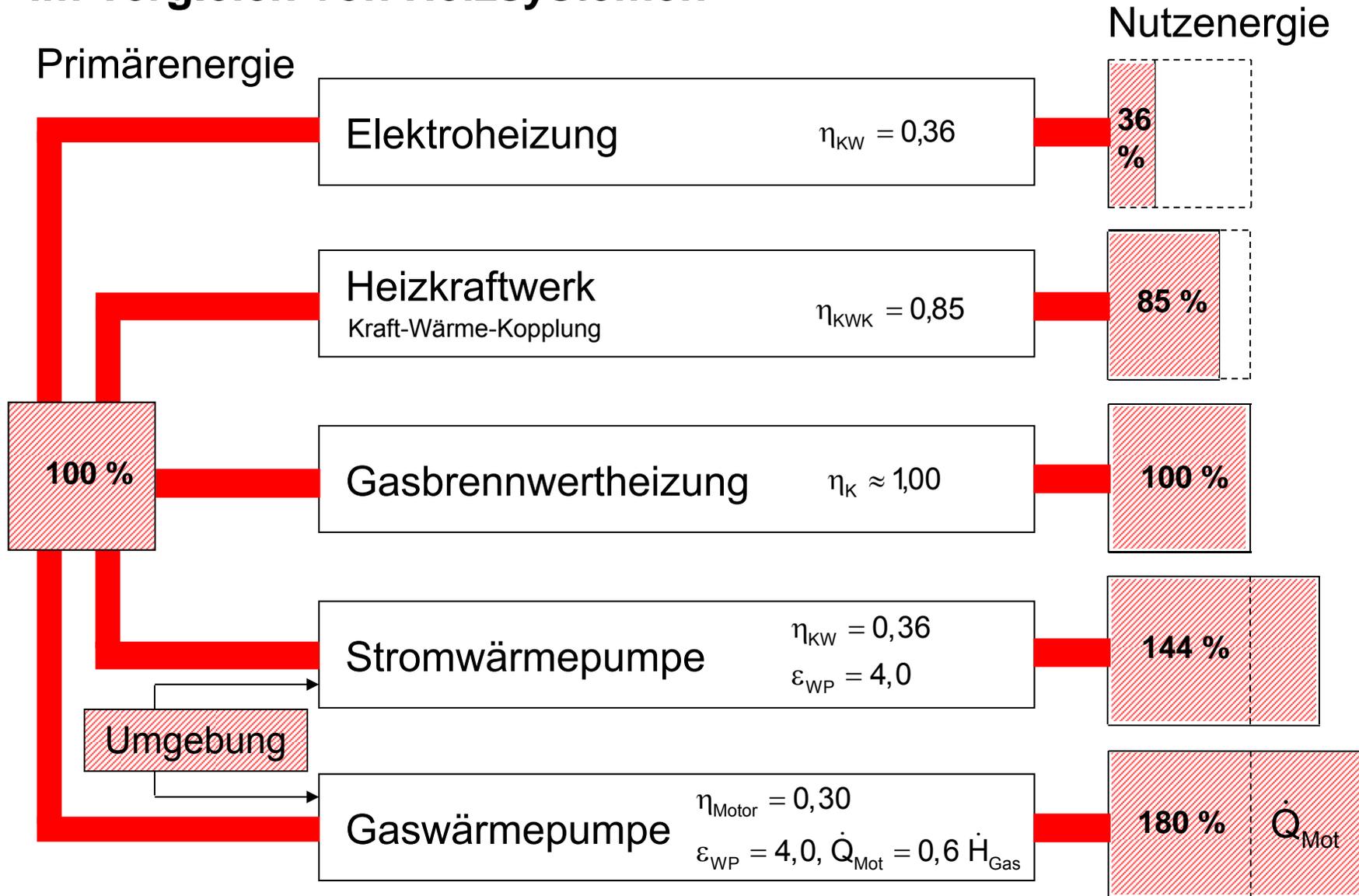
+ Klimatisierung

¹⁾ VDI-Nachrichten 07.11.08

²⁾ Brauchwassererwärmung

³⁾ Heizungs- und Brauchwasser-WP (VDI-Nachrichten 28/29 vom 16.07.2010)

Vorteile der Gasmotorwärmepumpe (GWP) im Vergleich von Heizsystemen

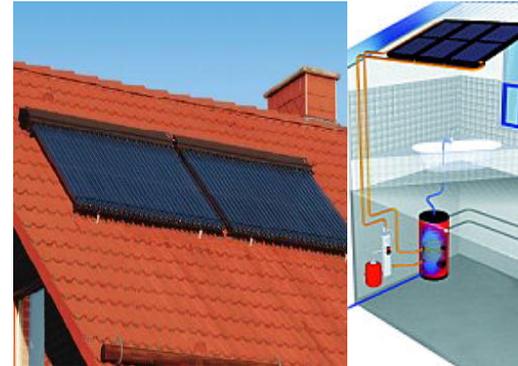


Innovative, energieeffiziente Technologien

Windenergie

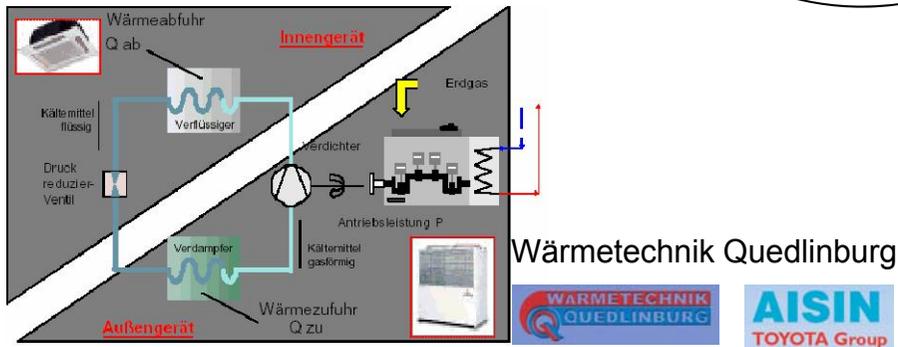


Solarenergie



Senkung
- der CO₂-Emissionen
- des Primärenergie-
einsatzes

Wärmepumpen

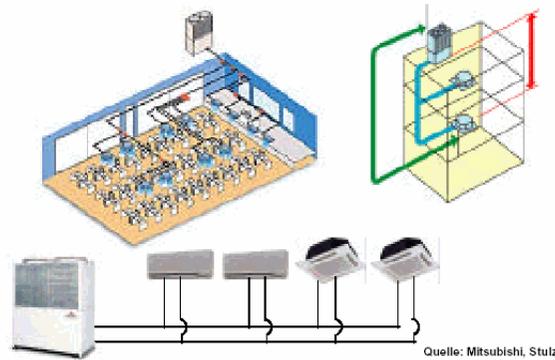


Photovoltaik



Standarddeinsatzfall

→ Anwendung der Splittechnik



bivalenter Betrieb

- Heizen
- oder
- Kühlen

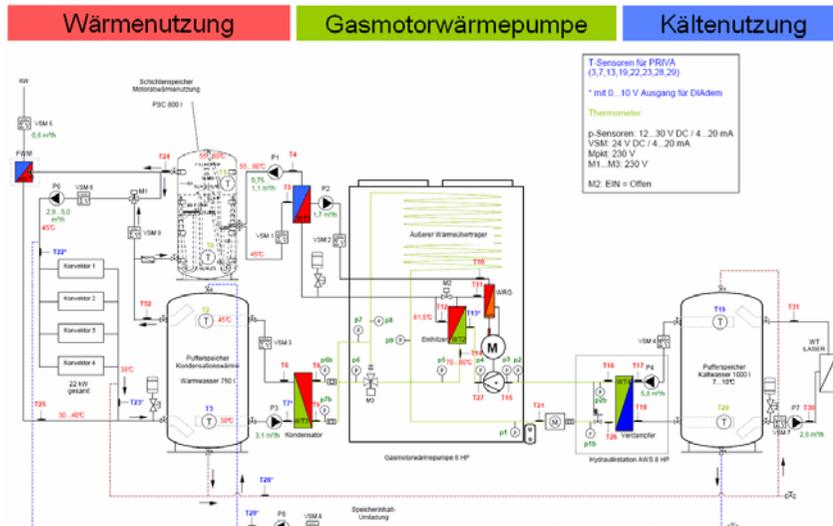
Nutzen

$$\dot{Q}_{\text{Heiz}}$$

$$\dot{Q}_{\text{Kühl}}$$

Innovative Lösung

→ modulares System

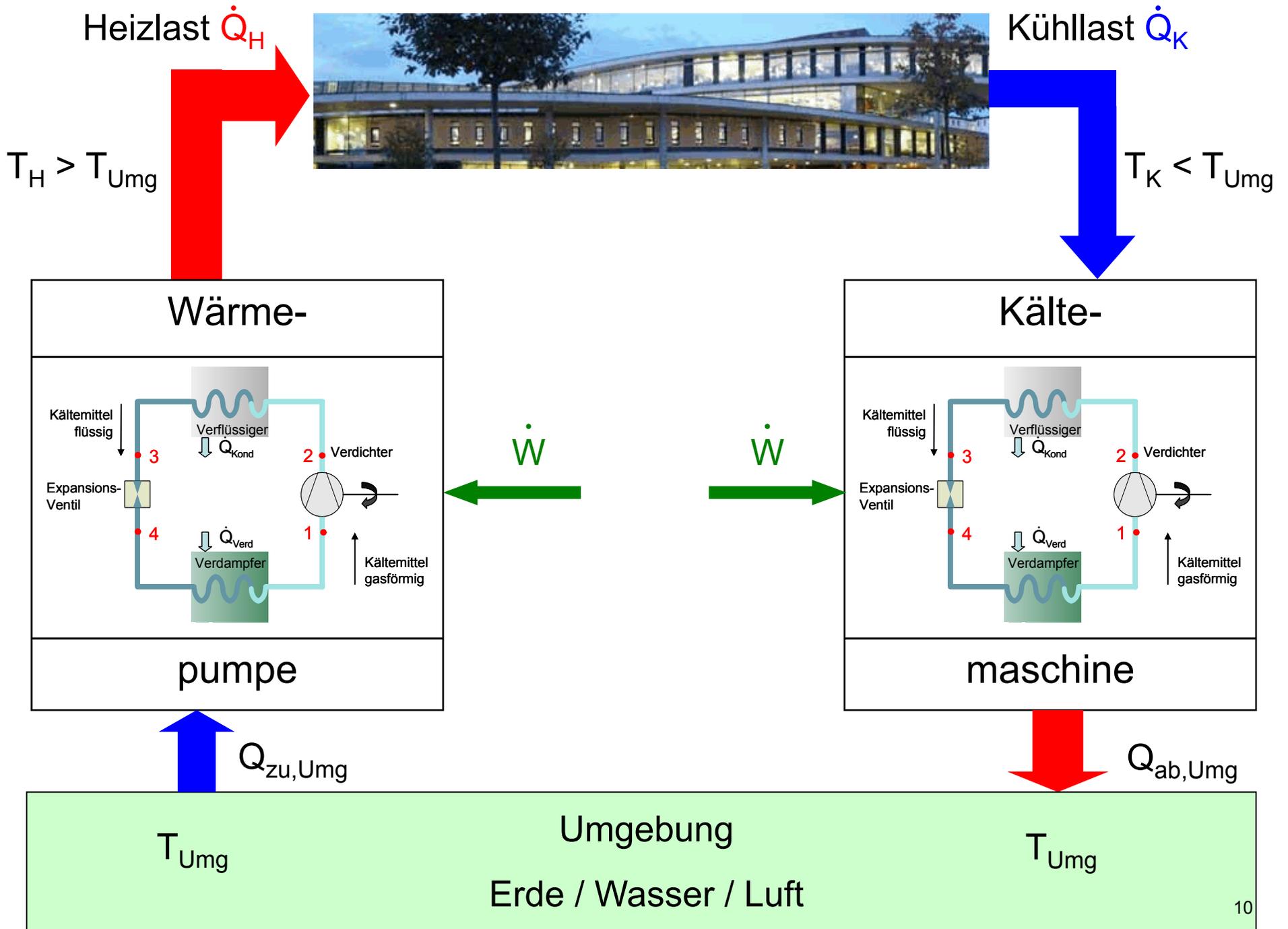


Zielstellung:

Höchste Energieeffizienz durch Kombination von

- Kälte-Wärme-Kopplung
- Kraft-Wärme-Kopplung

$$\dot{Q}_{\text{Heiz}} + \dot{Q}_{\text{Kühl}}$$

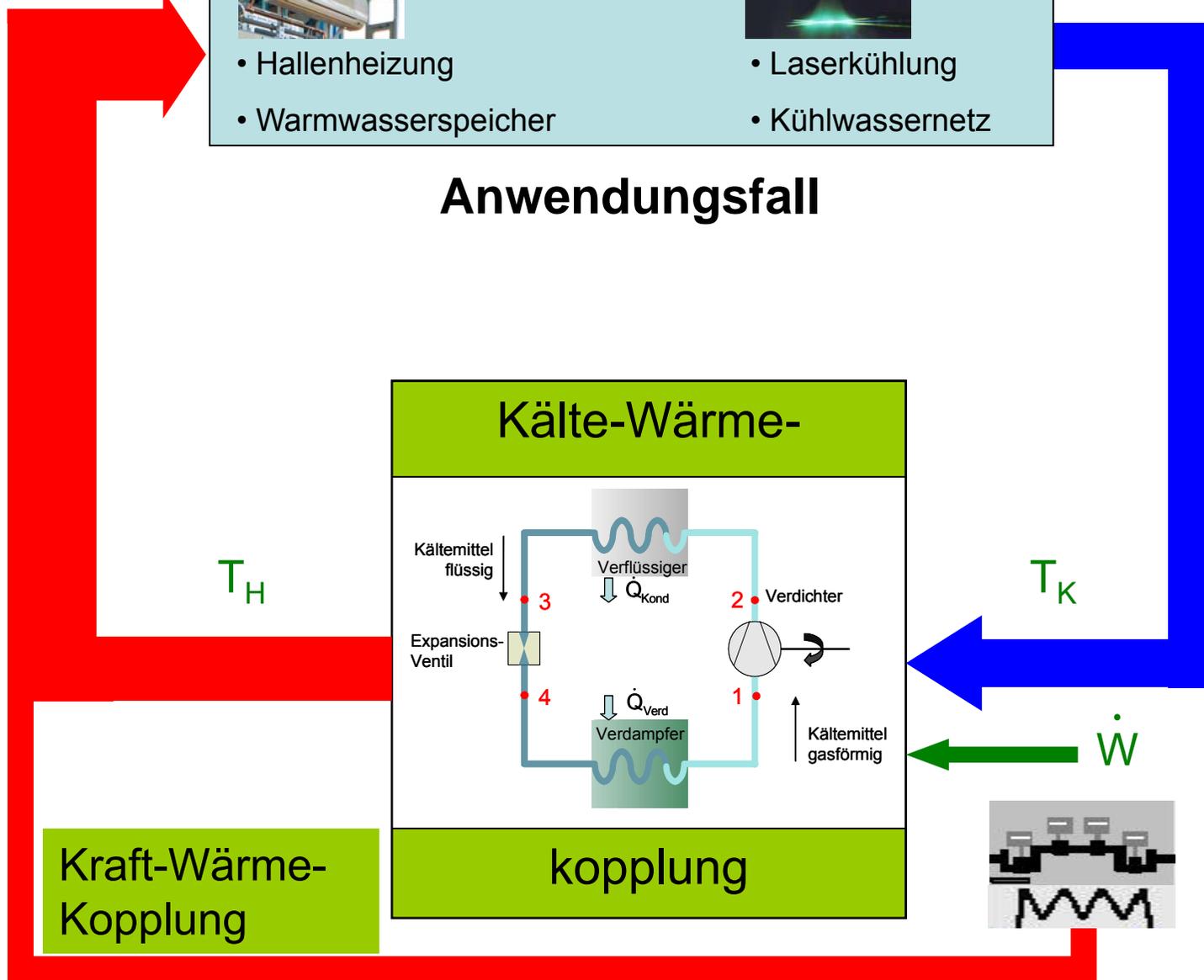


Heizlast \dot{Q}_H

Kühllast \dot{Q}_K

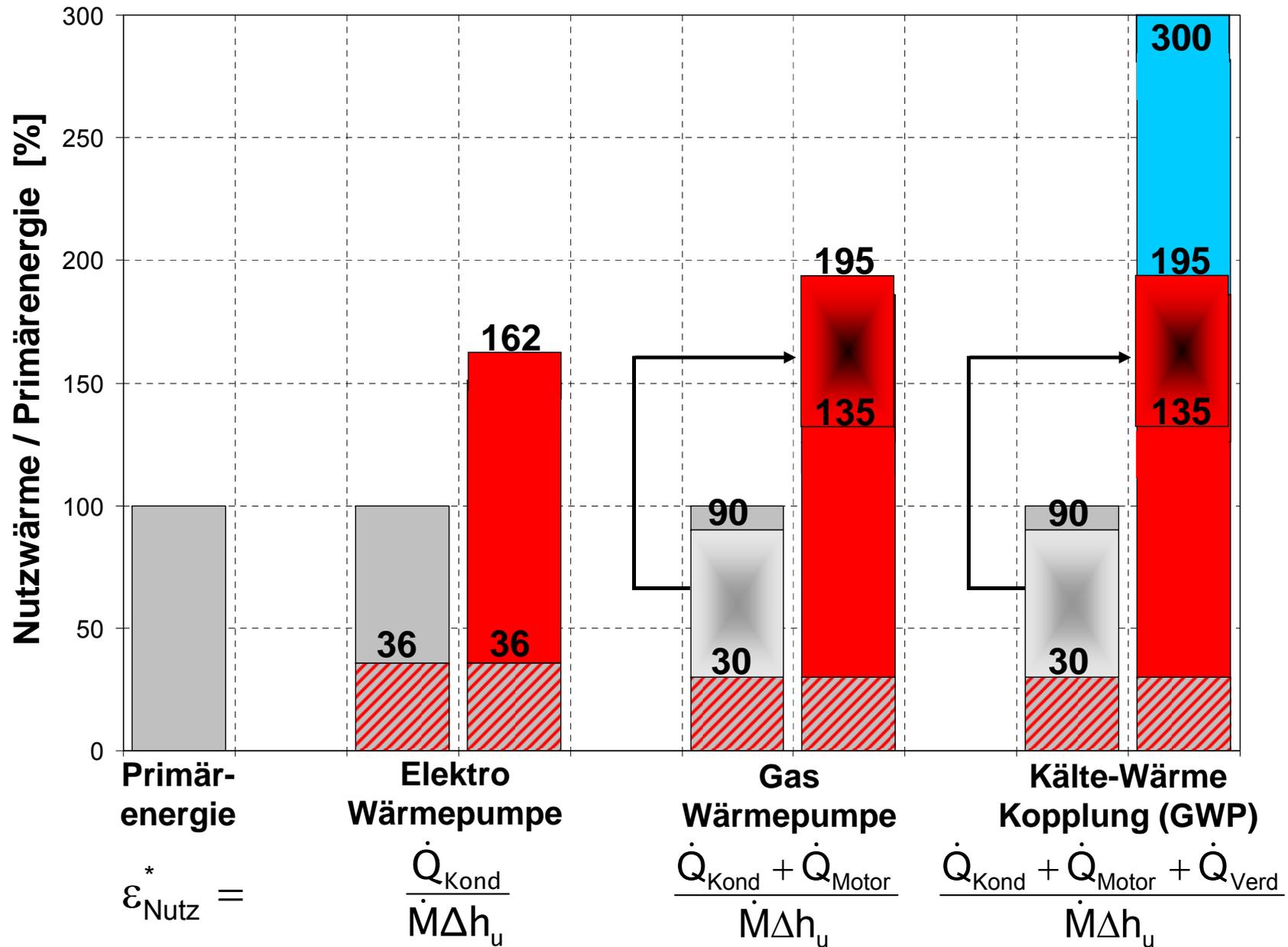


Anwendungsfall



➔ Einsatz einer **Gasmotorwärmepumpe (GWP)**

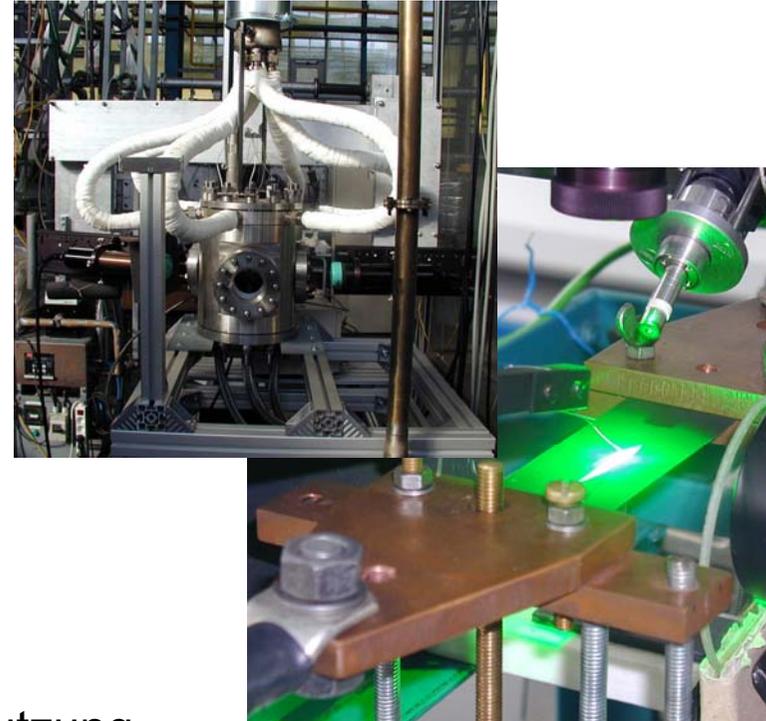
Systemvergleich ($\epsilon_{WP} = 4,5$; $\eta_{KW} = 0,36$; $\eta_{Motor} = 0,30$)



Pilotanlage in der Versuchshalle 15.2 der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Aufgabenstellung:

- Effiziente **Kühlung der Lasersysteme**
(Standardlösung: elektrisch betriebener Chiller)
- Versorgung des **Laborkühlwassernetzes**
(14/18 °C)



Lösung:

Einsatz einer Gasmotorwärmepumpe unter Nutzung

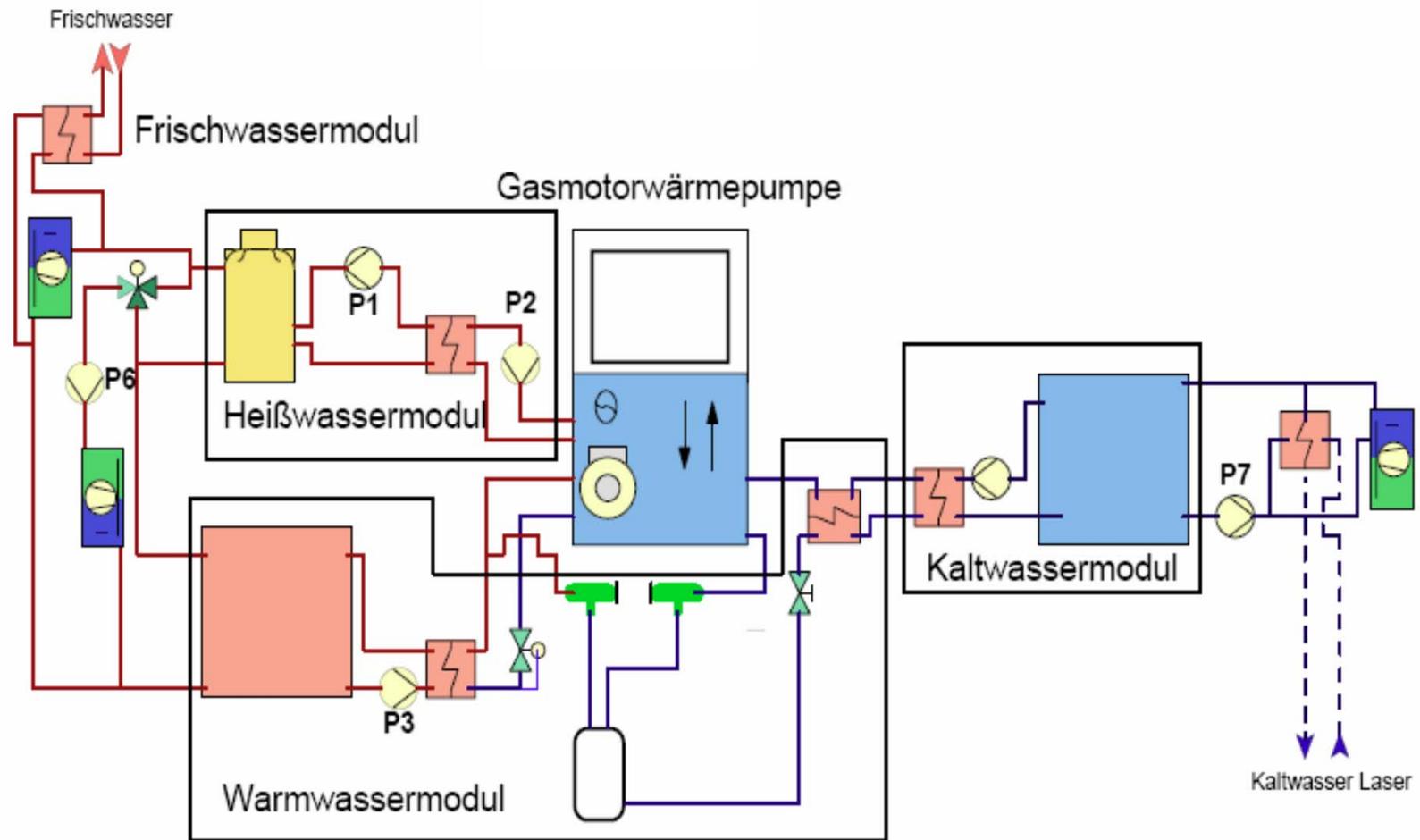
- Kälte-Wärme-Kopplung
 - Kraft-Wärme-Kopplung
- } Nutzung der Prozessabwärme
- ↘ **Hallenheizung**
 - ↘ **Brauchwarmwasser**

⇒ Verfahrens- und Modulentwicklung durch die Wärmetechnik
Quedlinburg (WTQ)

Förderung: BMWi

Projektträger: EuroNorm GmbH, Berlin

Prinzipschema der Anlage (kältegeführt)



Gasmotor-Wärmepumpe als Außeneinheit



Typ:

AISIN AXGP 224D1

Technische Daten:

Kälteleistung 22 kW

Heizleistung 28 kW

Kältemittel:

R410A

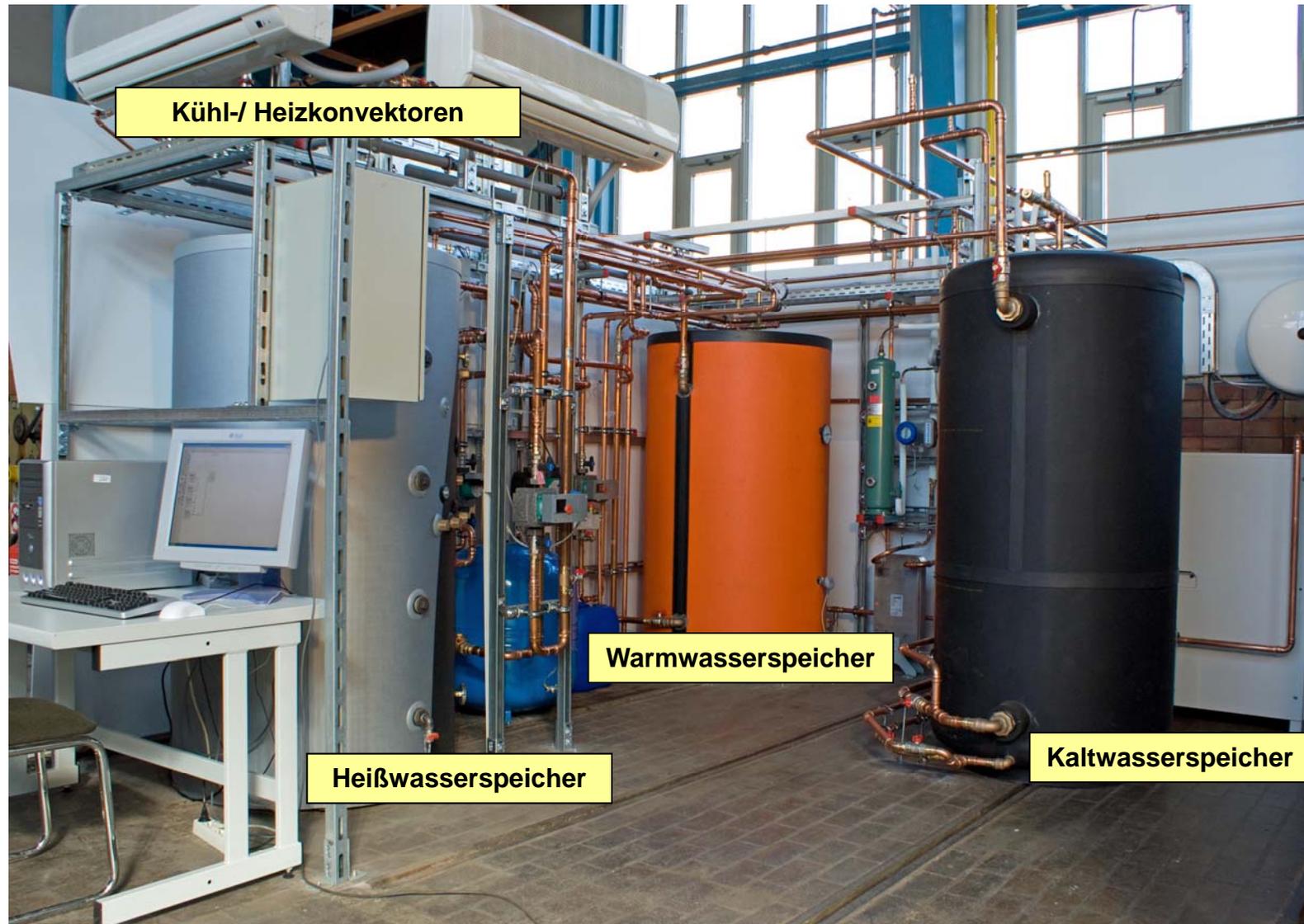
Wartung:

Inspektion nach 10.000

Betriebsstunden

(Ölwechsel nach 30.000 h)

Installation der Innenmodule - Gesamtansicht



Installation der Innenmodule - Komponenten



Anlage mit Messwerterfassung



Messwerterfassung

- Field-Point-System (NI)
- 56 Messkanäle
- Messwertverarbeitung: Diadem
- AISIN-Kontrollprogramm

Kaltwassermodul, Warmwasserversorgung und Heizkonvektoren



Kaltwassermodul

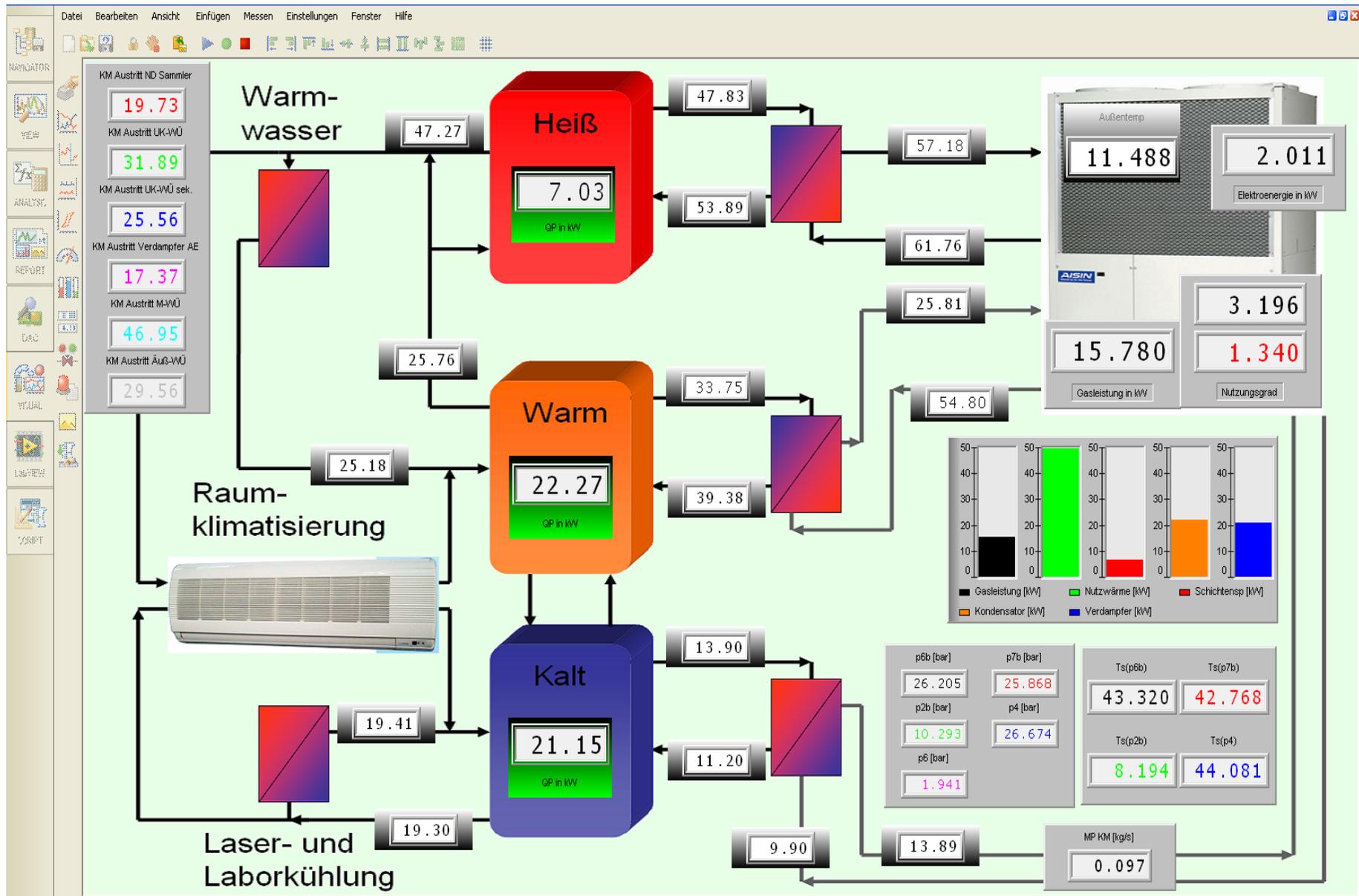
Kühl-/ Heizkonvektoren

Brauchwarmwasserbereitung

Innovative Merkmale der Anlage

- Modularer Aufbau mit hohem Vorfertigungsgrad
 - Kaltwassermodul
 - Warmwassermodul mit Kondensationsdruckregelung und Sammler
 - Heißwassermodul mit Hochdruckenthitzung des Kältemittel in Verbindung mit der Motorwärmenutzung
- temperaturgestufte Zweispeicherlösung für Heizung und Brauchwarmwasser
- regenerativer Sauggaswärmeübertrager
- Minimierung des Verbrauchs an Elektroenergie
(drehzahlgeregelte Pumpen und Lüfter)
- Steuerung und Regelung auf Basis PRIVA mit Fernauslesemöglichkeit

Versuchsbetrieb und Ergebnisse



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

-Berechnungsgrundlage:

- Kälteleistung ($\epsilon_{KM}^* = 1,2$): 20kW
- jährliche Betriebsstunden (Vollast): 2000h
- verfügbare Heizleistung einschließlich Motorwärme: 33kW
- nutzbare Heizleistung (saisonaler Heizbetrieb): $\geq 50\%$
- Energiepreise: 0,20€ / kWh (**E**lektro), 0,06€ / kWh (**G**as)

-Systemvergleich:

	Chiller / Brennwertkessel	Modulares GWP-System
Kälte / nutzbare Wärme	40.000kWh / 35.000kWh	40.000kWh / 35.000kWh
Energieträgereinsatz	10.000kWh(E) / 35.000kWh(G)	33.000kWh (G)
Kosten Kälte / Wärme	2.000€ / 2.100€	1.980€
Gesamtkosten	4.100€	1.980€
Primärenergieverbrauch	68.500kWh	36.300kWh
CO ₂ -Emissionen	20.550 kg	10.890 kg



Hohe Kosteneinsparungen bei energieintensiveren Anwendungen

Zusammenfassung

- Modulsystem ermöglicht energieeffizienten Einsatz von GWP in unterschiedlichen Heiz- und Klimatisierungsanwendungen
- Vorteil der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung ist nutzbar
- Verfahren ist flexibel an unterschiedliche Heiz- und Kühlkonzepte anpassbar (Motorwärme im Kühlbetrieb)
- Höchste primärenergiebezogene Gesamtnutzungsgrade von 250 bis 300 % bei Anwendungen mit Kälte-Wärme-Kopplung und Motorwärmenutzung erzielbar



- Nutzung der Anlage als Referenzlösung