ASUE
Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

Trends, Entwicklungen und Praxisbeispiele in der Gaswärmepumpentechnik

Fachtagung: Einsatzspektrum von Gaswärmepumpen und Gaskältemaschinen, TH Georg Agricola, Bochum

Jürgen Stefan Kukuk, ASUE

ASUE – Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e.V.

- Seit über 40 Jahren ist die ASUE Drehscheibe für innovative Energiespartechniken
- ASUE ist streng technisch ausgerichtet und vertritt keine Unternehmensinteressen
- ASUE fördert die sparsame und effiziente Nutzung von Ressourcen
- ASUE veröffentlicht Broschüren und Informationen zu effizienten Energiesystemen
- Mitglieder der ASUE: 45 Unternehmen der Energiewirtschaft, Hersteller und Anwender
- Über 110 ehrenamtlich engagierte Unterstützer in 5 Arbeitskreisen organisiert
- ASUE im Dialog mit Entscheidern aus: Wissenschaft, Politik, Technik, Medien, Wirtschaft und Interessenverbänden

ASUE Broschüren 2015 - 2017

BHKW-Kennzahlen

GT-Kennzahlen

CO_2-Vermeidung

Umgang m. Risiken

Brennstoffzellen

EnEV-Optionen

KWK f. Energieber.

Erdgas-Fibel

G W P

Stromerz. Heizung

Klimatisierung von IT-Zentren

Spars. Haushalts-geräte

Contracting

KWK-Gesetz

inno. Wärmenetze

Einschränkung von HFKW durch EU-Verodnung

01.01.2015: Verbot des Inverkehrbringens von Haushalts-kühl- und -gefriergeräten mit HFKW (GWP > 150)

01.01.2017: HFKW in vorbefüllten Kälte- und Klimageräten müssen vom Quotensystem erfasst sein

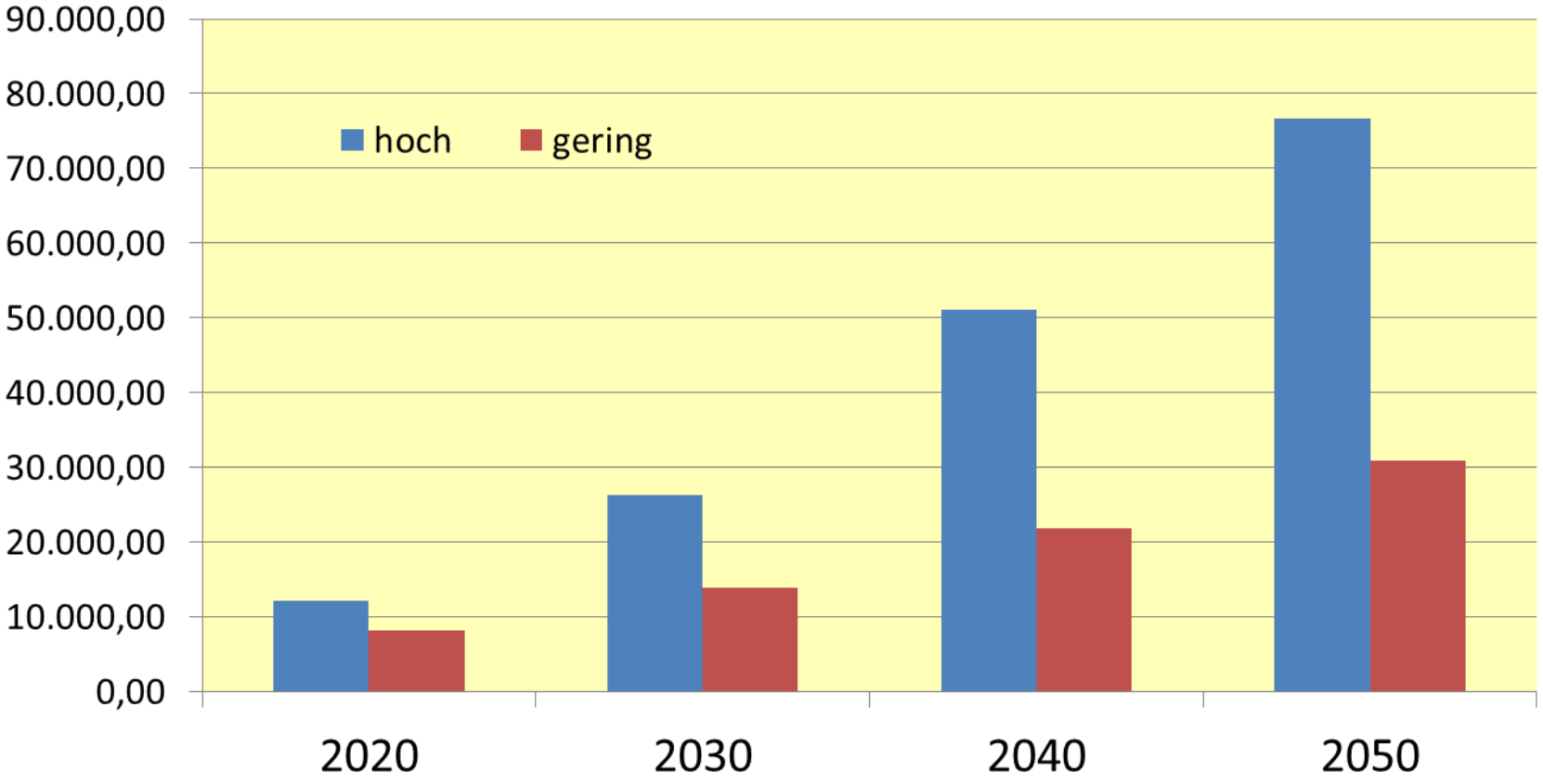
01.01.2020: Verbot von HFKW mit GWP > 2.500

01.01.2022: Verbot von HFKW mit GWP > 150 (gewerblich)

01.01.2020: Verbot von HFKW mit GWP > 750 (auch unter 3 kg Füllmenge)

Steigender Klimatisierungsbedarf

Jahressumme des Klimatisierungsbedarfs nach Bundesländern in GWh/a



Bis zu 7 % des Strombedarfs für Klimatisierung

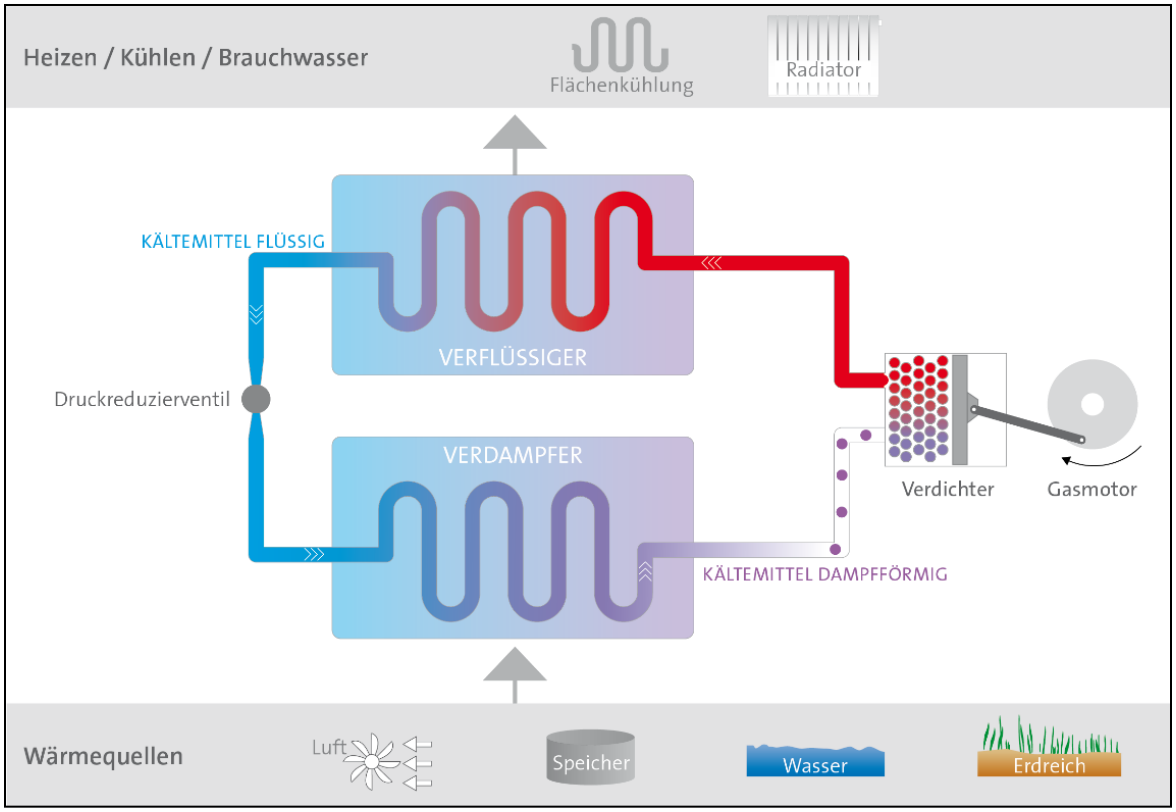
Quelle: Oeko-Institut, 2017

Gas-Wärmepumpen

- Gasmotorwärmepumpen
- Gas-Sorptionswärmepumpen
  - A**d**sorptionspumpen
    - Silica-Gel
    - Zeolith
  - A**b**sorptionspumpen
    - Ammoniak
    - Brom-Lithium

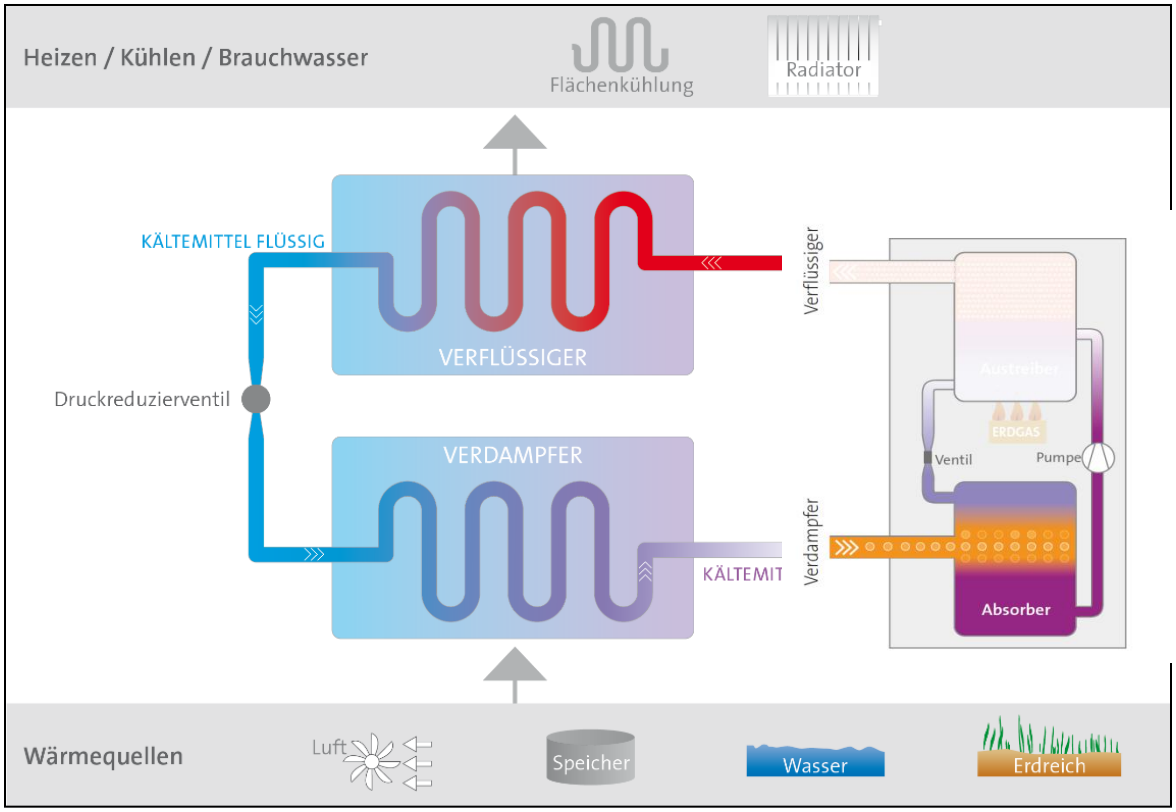
Einsatz von Gaswärmepumpen im Wärme- und Kältebereich

Funktionsprinzip der Gasmotorwärmepumpe (motorischer Verdichter)



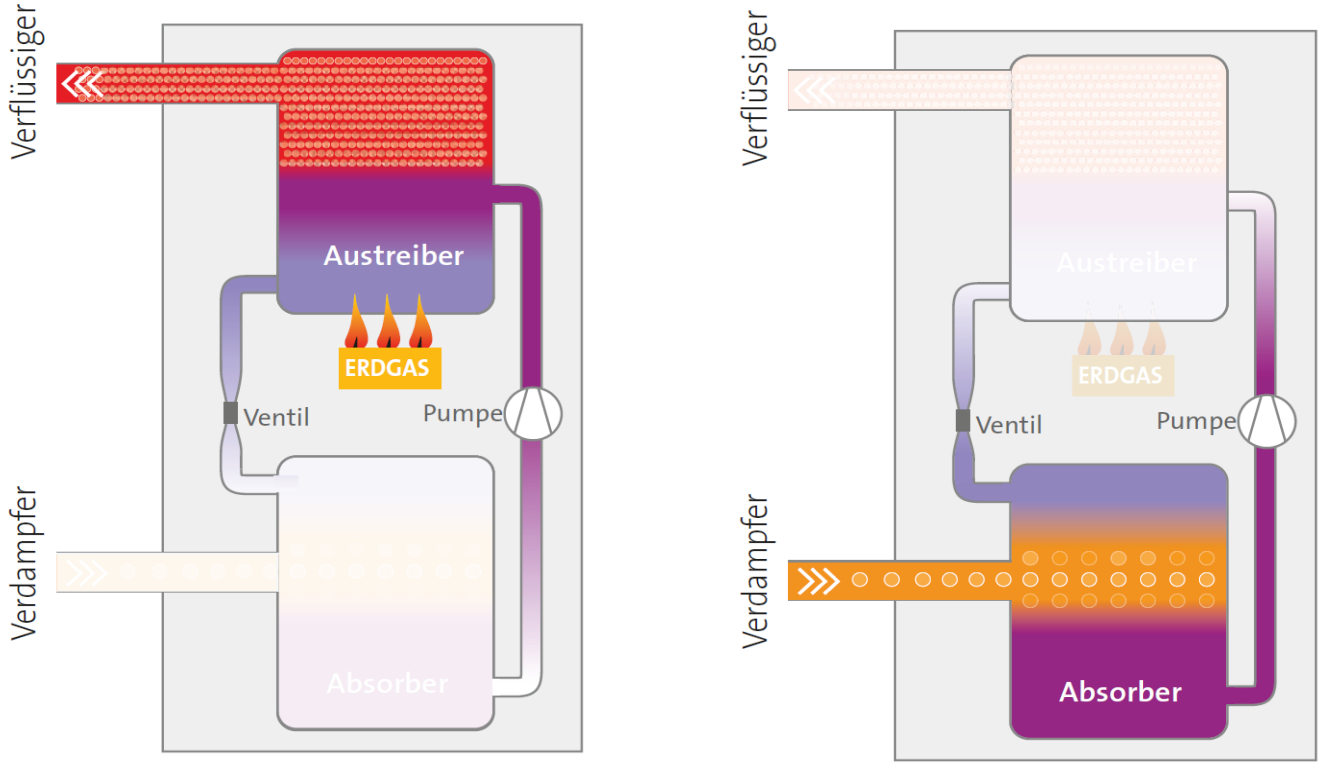
Einsatz von Gaswärmepumpen im Wärme- und Kältebereich

Funktionsprinzip der Gasabsorptionswärmepumpe (thermischer Verdichter)

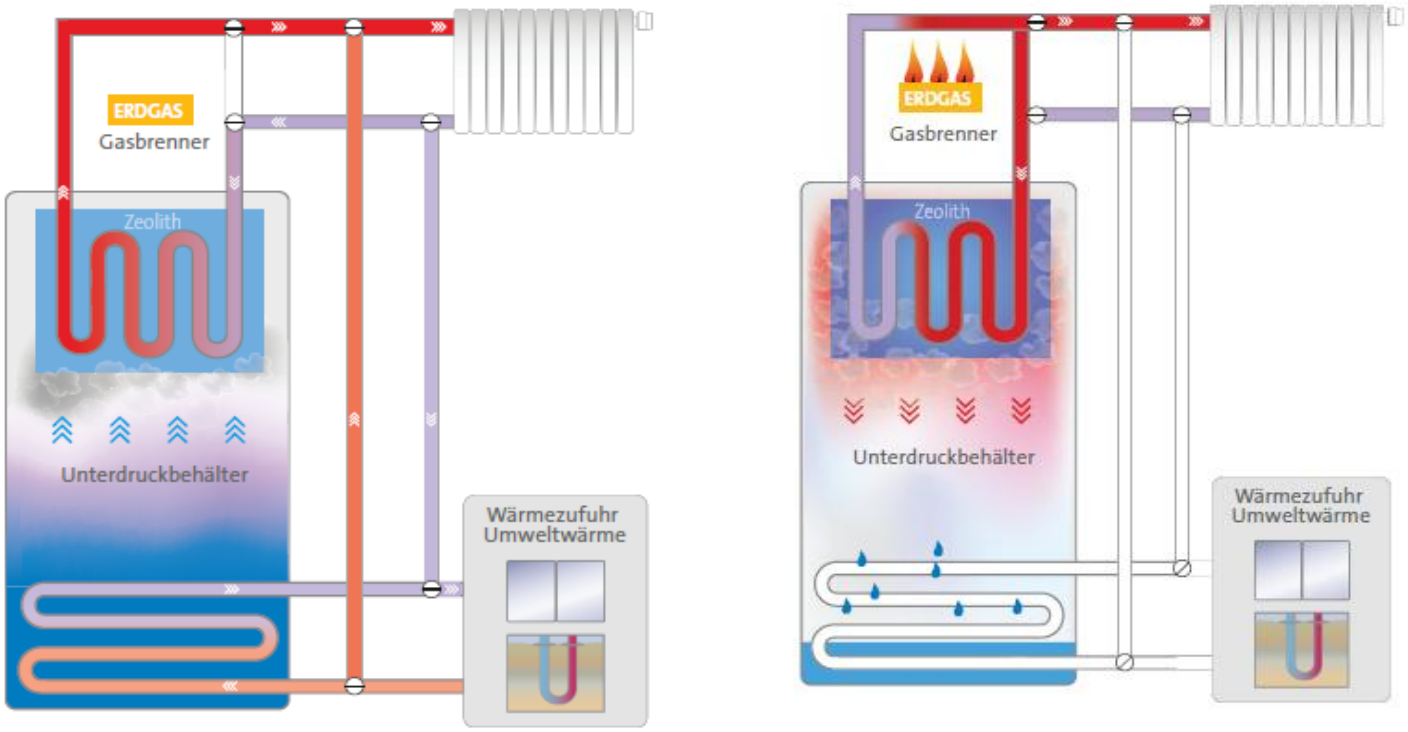


Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung: Absorptionsverfahren

Funktionsprinzip des Absorptionsverdichters



Funktionsprinzip des Adsorptionsverdichters



Einteilung der Gaswärmepumpen/Sorptionsanlagen

	Gasmotorische WP	Absorptions WP	Adsorptions WP
Klimatisierung / Kühlung	Industrie / Gewerbe	Ammoniak/ Brom-Lithium	Zeolith Anwendung
Kälteerzeugung	Neue Markteinführung	Ammoniak-anwendungen	
Wärmeerzeugung	Industrie / Gewerbe	Neu: Hausgeräte in der Markteinf.	häusliche Zeolith-Anwendung

Einteilung der Gaswärmepumpen/Sorptionsanlagen

	Gasmotorische WP	Absorptions WP	Adsorptions WP
Klimatisierung / Kühlung	Industrie / Gewerbe	Ammoniak/ Brom-Lithium	Zeolith Anwendung
Kälteerzeugung	Neue Markteinführung	Ammoniak-anwendungen	
Wärmeerzeugung	Industrie / Gewerbe	Neue Markt-Einführung	häusliche Zeolith-Anwendung

Direkte Gasanwendung

KWKK-Anwendung

Industrielle Kälte aus Abwärme

Lithium Bromid
Absorptions Kältemaschine

Quelle: York

Ammoniak
Absorptions Kältemaschine

Quelle: AGO Energie u. Anlagen

Industrielle Kälte aus Abwärme

Diffusionsabsorptions-Kältemaschine

Quelle: J. Reichelt

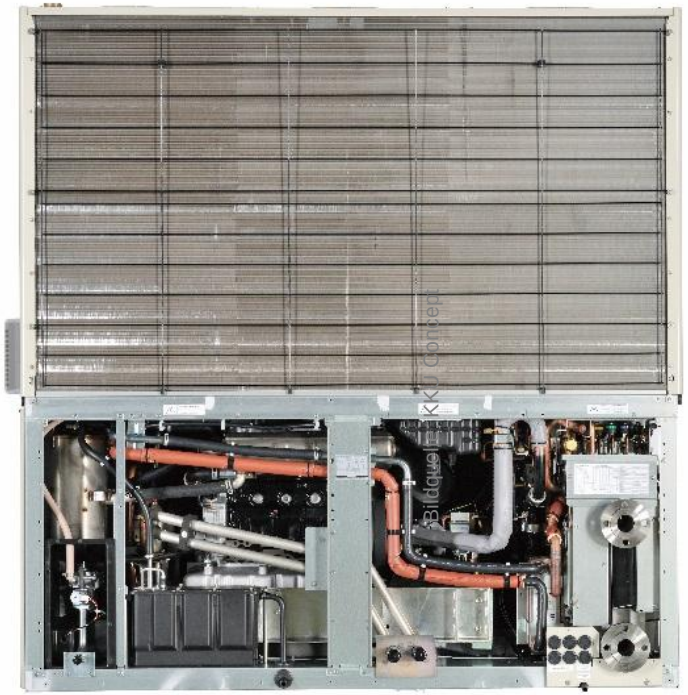
Zeolith-Adsorptions-Kältemaschine

Quelle: Invensor

Gasmotor Wärmepumpe/Kältemaschine

Einsatz Industrie, Gewerbe, Logistik

Gasmotorwärmepumpe



Bildquelle: KKK Concept

motorischer Verdichter: Erdgas-Motor

Bildquelle: Robur

Gas-Sorptionsgeräte mit Erdgasbrenner

Einsatz Wohnungsbau

Bildquelle: Viessmann

Gasadsorptions-wärmepumpe

Bildquelle: Buderus

Gasabsorptions-wärmepumpe

Bildquelle: Robur

Gasabsorptions-wärmepumpe

Verfahren, Temperaturen und Haupteinsatzgebiete

Technologie	*Baugröße Kälteleistung*	*Temp. max min*	*Einsatzbeispiel*
Absorption NH3	18 – 8.000 kW	+ 65°C - 20 °C	Prozesskühlung
Absorption LiBr	20 – 100.000 kW	+ 40 °C + 2 - 4 °C	Klimatisierung; Kühlung
Adsorption Zeolith	40 kW	+ 30 °C + 4 - 6 °C	Gebäudekühlung
Gasmotor-wärme	45 - 80 kW	+ 50 °C - 30 °C	Prozesskühlung Klimatisierung

Einsatzmöglichkeiten

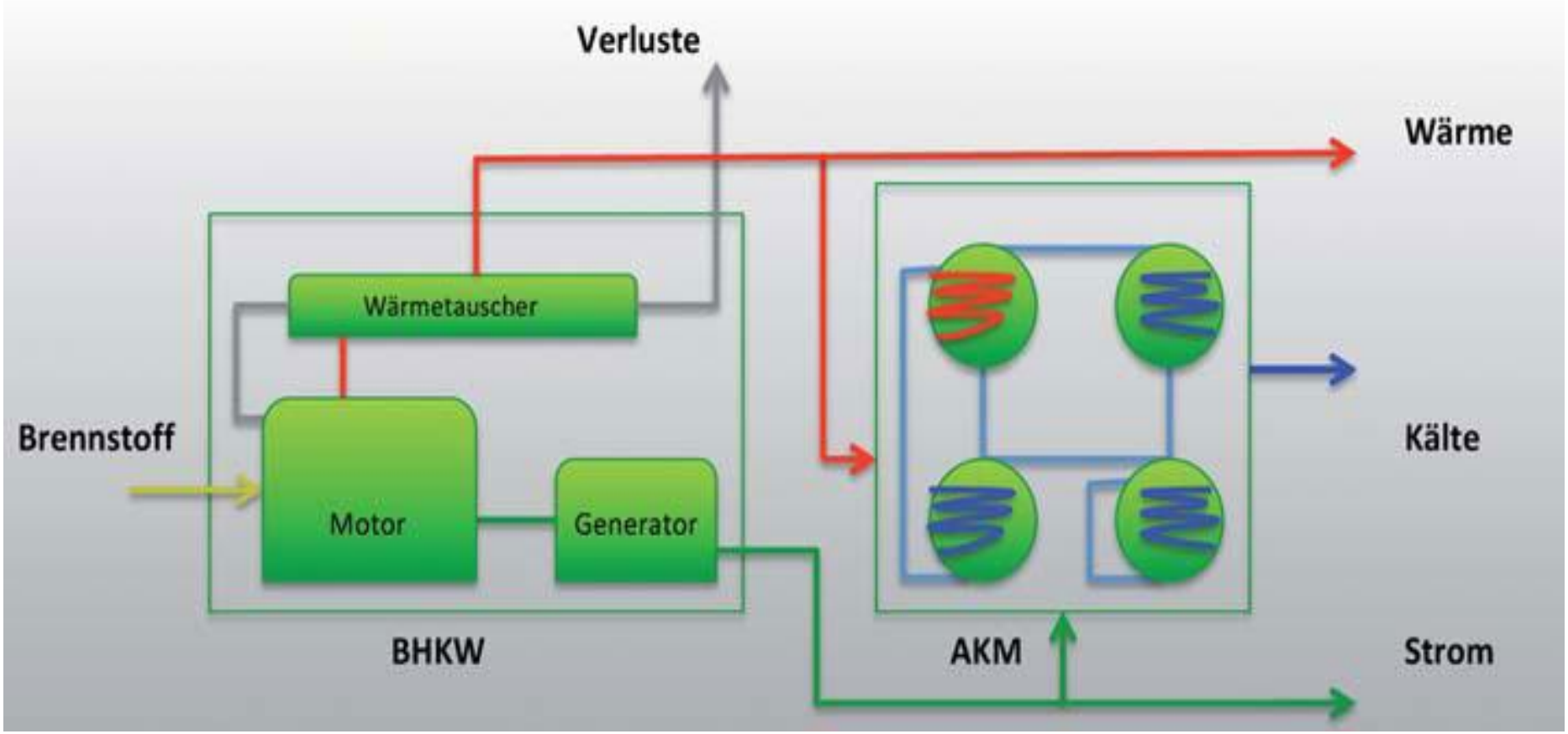
Kühlen und Klimatisieren => **Zeolith oder LiBr KM**

- Klimatisierung von Büro- und Geschäftshäusern
- Gastronomie und Hotels
- Gesundheitswesen
- IT Kühlung

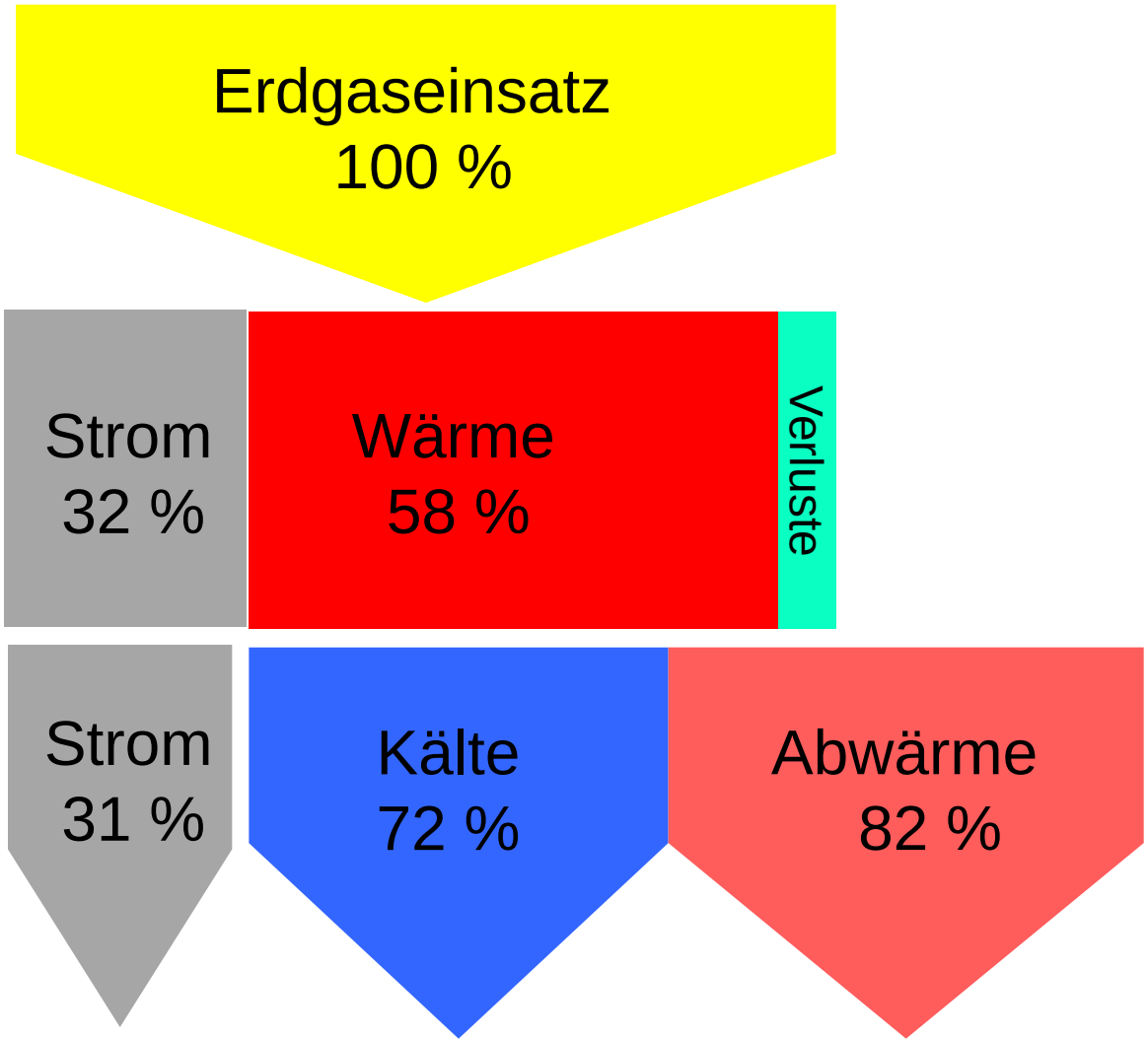
Kältetechnik und Gefrieren => **NH3 und motorische KM**

- Lebensmittelhandel
- Logistik und globalisierte Beschaffung
- Lebensmittelverarbeitung

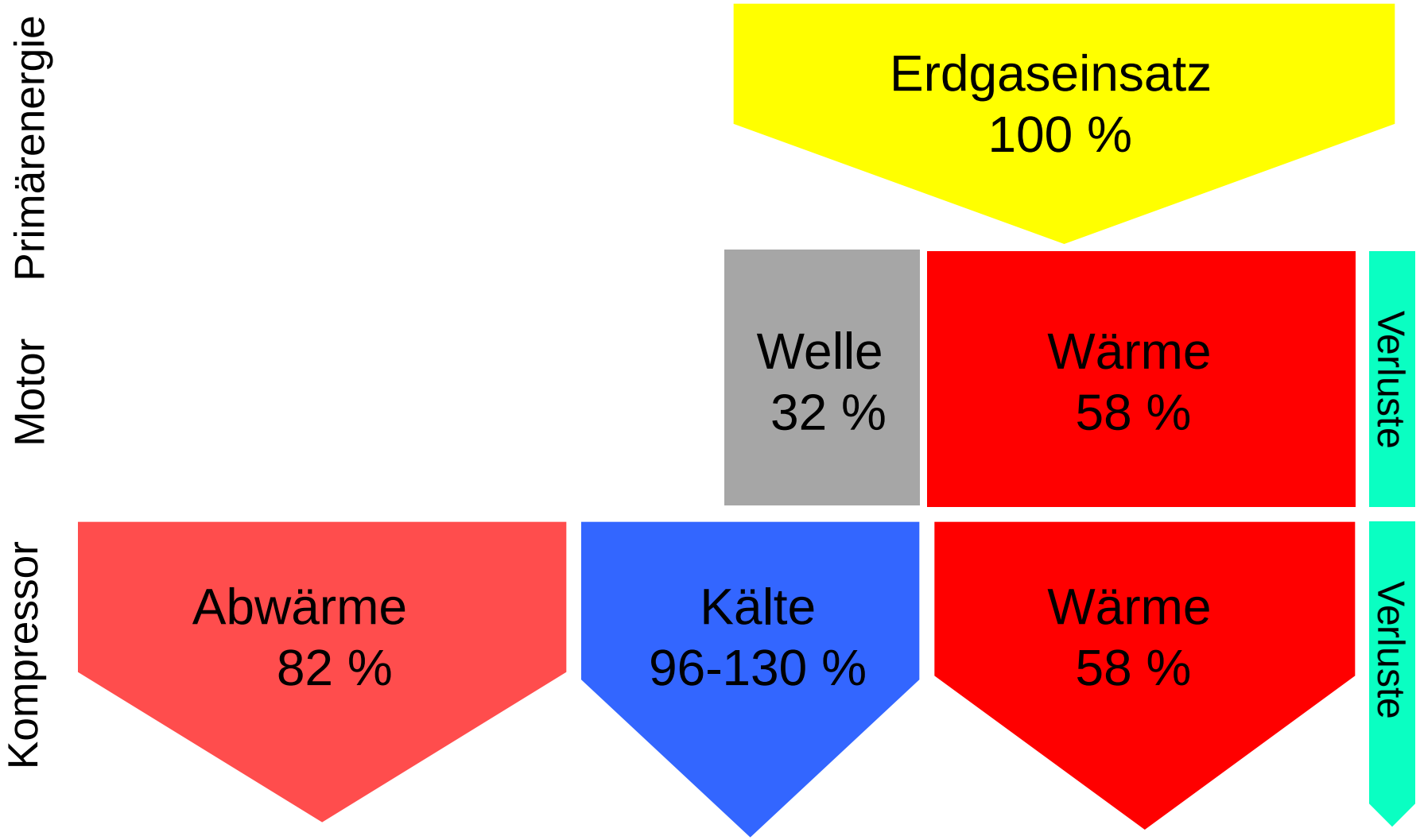
Funktionsweise der Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung



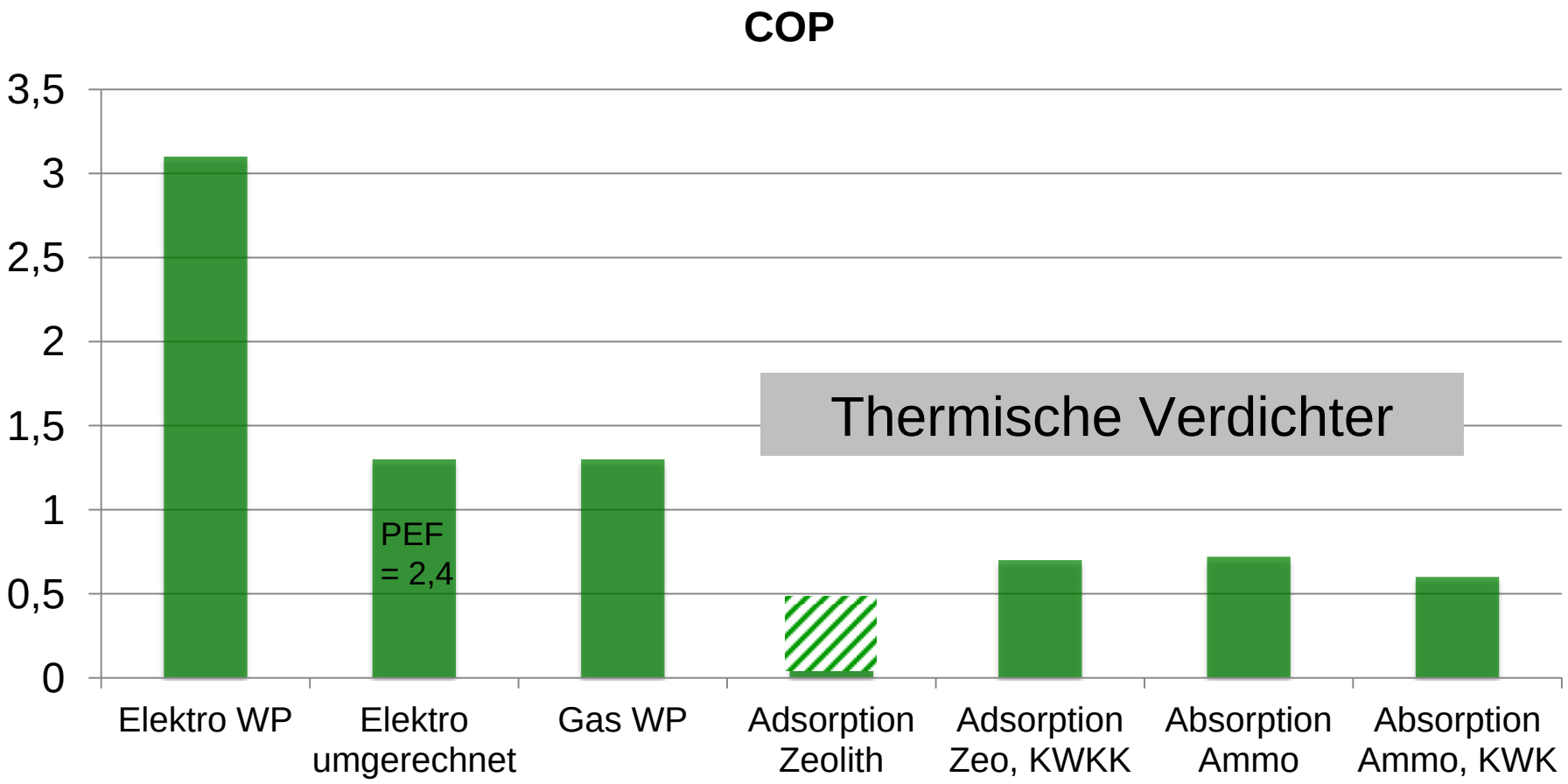
Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung Wärmebilanz



Gasmotorwärmepumpe Wärmebilanz

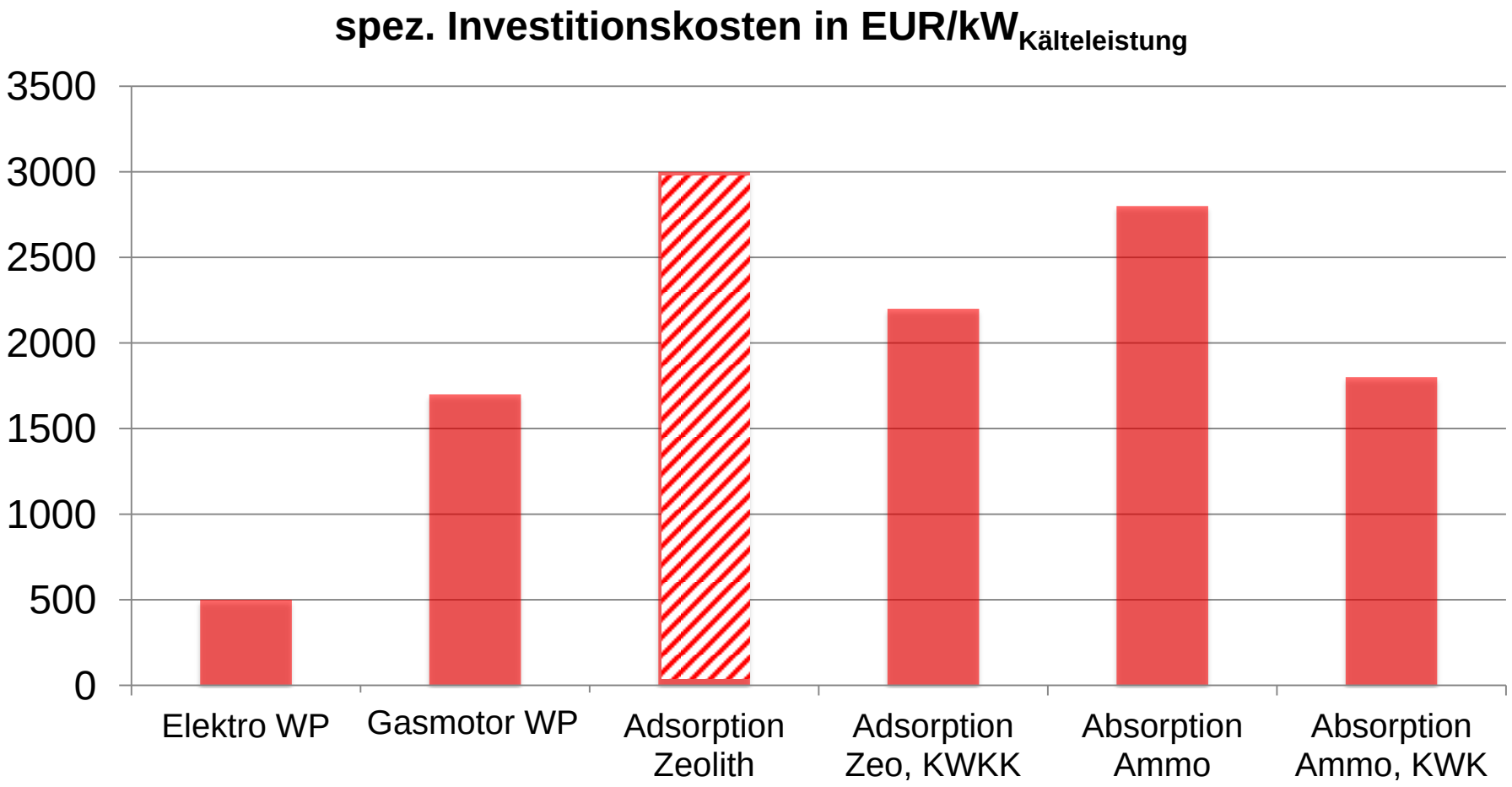


Kältesysteme im Vergleich



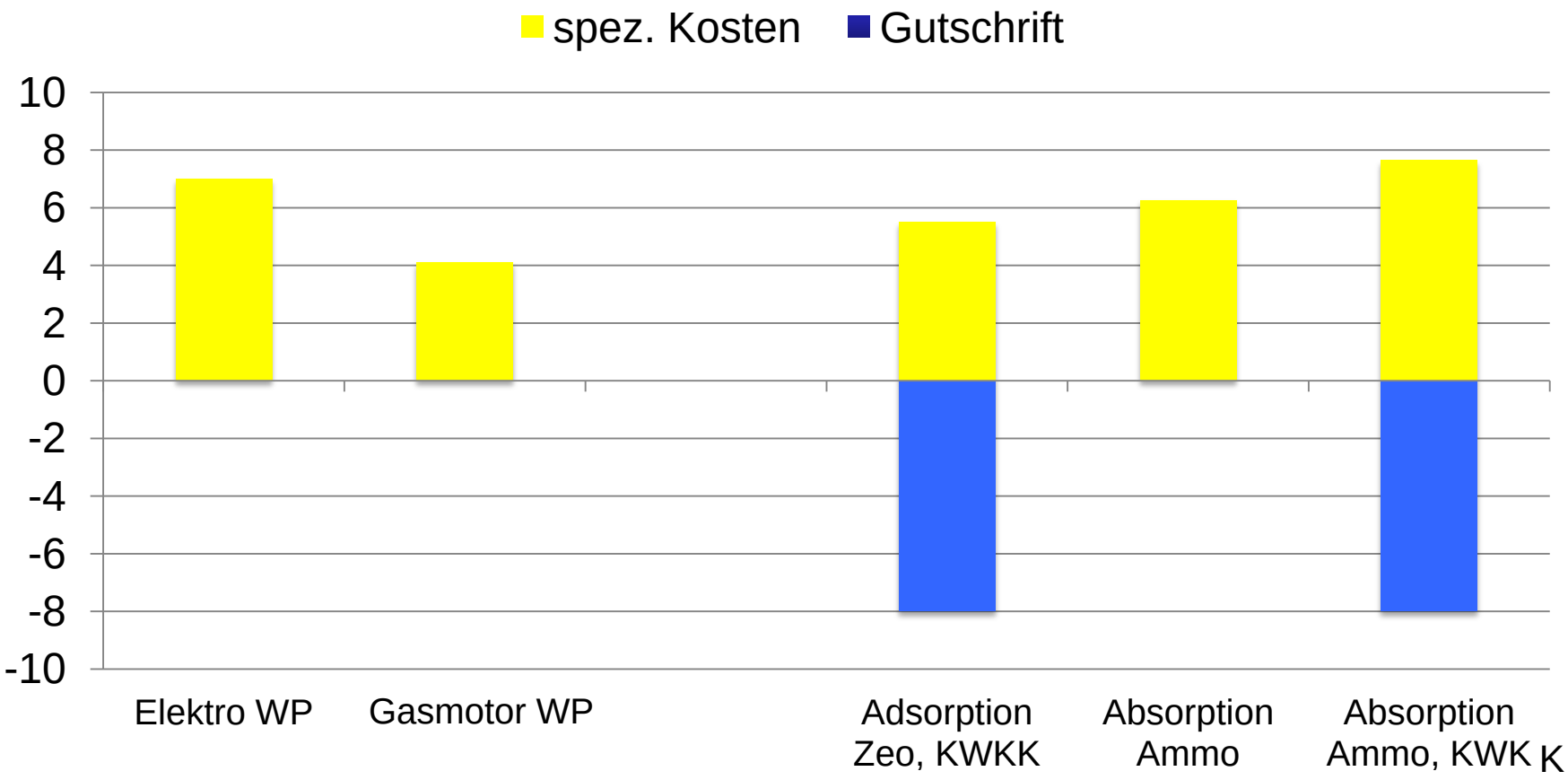
Thermische Verdichter haben einen kleineren Wirkungsgrad

Kältesysteme im Vergleich



Thermische Kältemaschinen werden nur in kleiner Stückzahl hergestellt

Kosten der Kälteerzeugung in ct/kW$_{Kälte}$



Hohe Gutschriften durch Stromerträge

Maßgebliche Vorteile der Sorption mit KWKK

- Unkritische Kältemittel
  (Ammoniak, Wasser, LithiumBromid)
- Kaum bewegliche Teile
- Lange Standzeiten
- Geringe Wartungskosten
- Kälte aus Abwärme „nahezu umsonst“
- Ganzjährige Auslastung des BHKW
- Hohe Stromeinsparung

Maßgebliche Vorteile der Gasmotorwärmepumpen

- Günstige Antriebsenergie: GAS
- Hohe Stromeinsparung, geringere Anlagenkosten
- Lange Wartungsintervalle
- Ganzjährige Auslastung der Anlage durch Wärmeauskopplung
- Motorische Gaswärmepumpen schulden keine EEG Umlage
- Bei sommerlicher Wärmenutzung Energiesteuer befreit

Praxisbeispiele Gasmotorkältemaschine

Lebensmittelindustrie:
Fruchteinlagerung im Aartal:
Kälteleistung 126 kW
nutzbare Motorwärme 60 kW
Betriebskosten:
13.500 € statt 25.000 €

Praxisbeispiele Adsorptionskältemaschine

Rechenzentrum der Stadt Marburg:
wassergekühlte Serverschränke
5 x LTC 30 mit 45 kW Kälteleistung
BHKW 25 kW
„Free cooling“ Einrichtung

Praxisbeispiele Absorptionskältemaschine

Fleischerei Willms, NRW und Sachsen

BHKW im 30ft-Container und AKM im Container

Aggregate-Leistungen:
BHKW - 385/498 kW
AKM - 160/250 kW

Leistungsdaten Kälte:
VL-Temperatur: -10°C

BHKW-Laufzeit: 8400 h/Jahr

ROI: 2 ½ Jahre

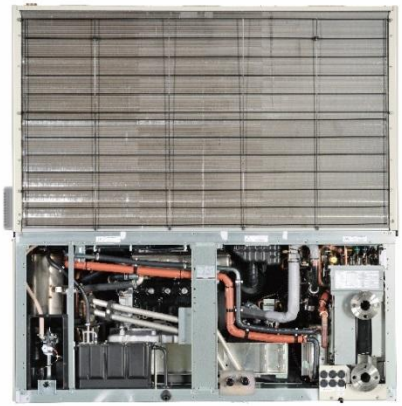
Quelle: ecoenergytherm GmbH

Wärmeanwendung

- 2 Hersteller
- η = 130 %
- Umweltquelle Solar oder Erdboden

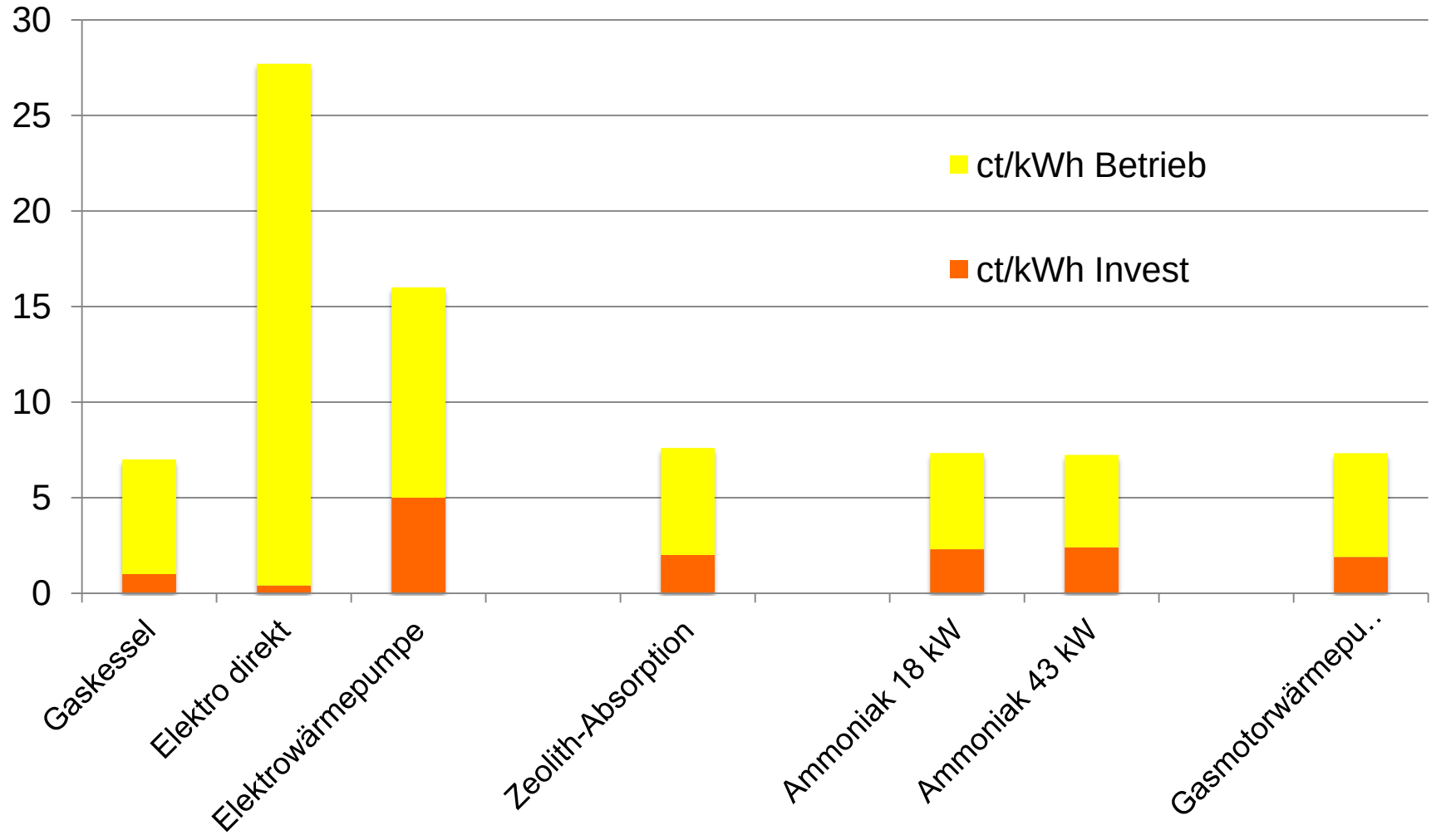
- Markteinführung
- η = 180 %
- Umweltquelle Erdboden oder Sonde

- ab 41,3 kW_{th}
- η = 164 %
- Umweltquelle Luft oder Sonde



- ab 65 kW_{th}
- η = 140 %
- Umweltquelle Erdboden oder Sonde

Kosten der Wärmeerzeugung im Vergleich



Entwicklungsmöglichkeiten

Zukunftsaussichten

Nutzung von Umweltwärme im Wohnungs- und Gewerbebau,

Vermehrte Kühlanwendungen im Sommer

Eisspeicher als Gasanwendung (Gasmotor und Ammoniak)

Solar Cooling, auch mit Gasunterstützung

Heiz-Energiegewinnung durch Wasserdampf-Kondensation, Luftkonditionierung im Altbau

mehrstufigen Absorptionskälte-Maschinen für Tieftemperaturanwendungen

ASUE Engagement

Innovation und Energieeffizienz – werden Sie Mitglied bei der ASUE

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V.

Jürgen Stefan Kukuk
Geschäftsführer

Robert-Koch-Platz 4 in 10115 Berlin
Tel: +49 30 2219 13 49-0
Fax: +49 30 2219 13 49-9
Email: kukuk@asue.de I www.asue.de