Technische Beratung für Systemtechnik

Kälte aus Wärme
...und Wärme aus Kälte
–
Sektorenkopplung mit Wärmepumpen

Bernd Felgentreff
Mittelstr. 13 a

04205 Leipzig-Miltitz

Tel.: 0341 / 94 11 484
Fax : 0341 / 94 10 524
Funktel.: 0178 / 533 76 88
E-Mail: tbs@bernd-felgentreff.de
web: www.bernd-felgentreff.de

Technische Beratung für Systemtechnik

30 Jahre alte Heizungen müssen raus!

Energieeinsparverordnung (letzte Fassung 28. Oktober 2015):

„Heizkessel, die älter als 30 Jahre sind, dürfen nicht mehr betrieben werden.“

Ausnahmen:

- Nachgewiesene Härtefälle
- Niedertemperatur- u. Brennwertkessel (vor 30 Jahren 0%)

Aufgaben und Pflicht des Bezirksschornsteinfegermeisters:

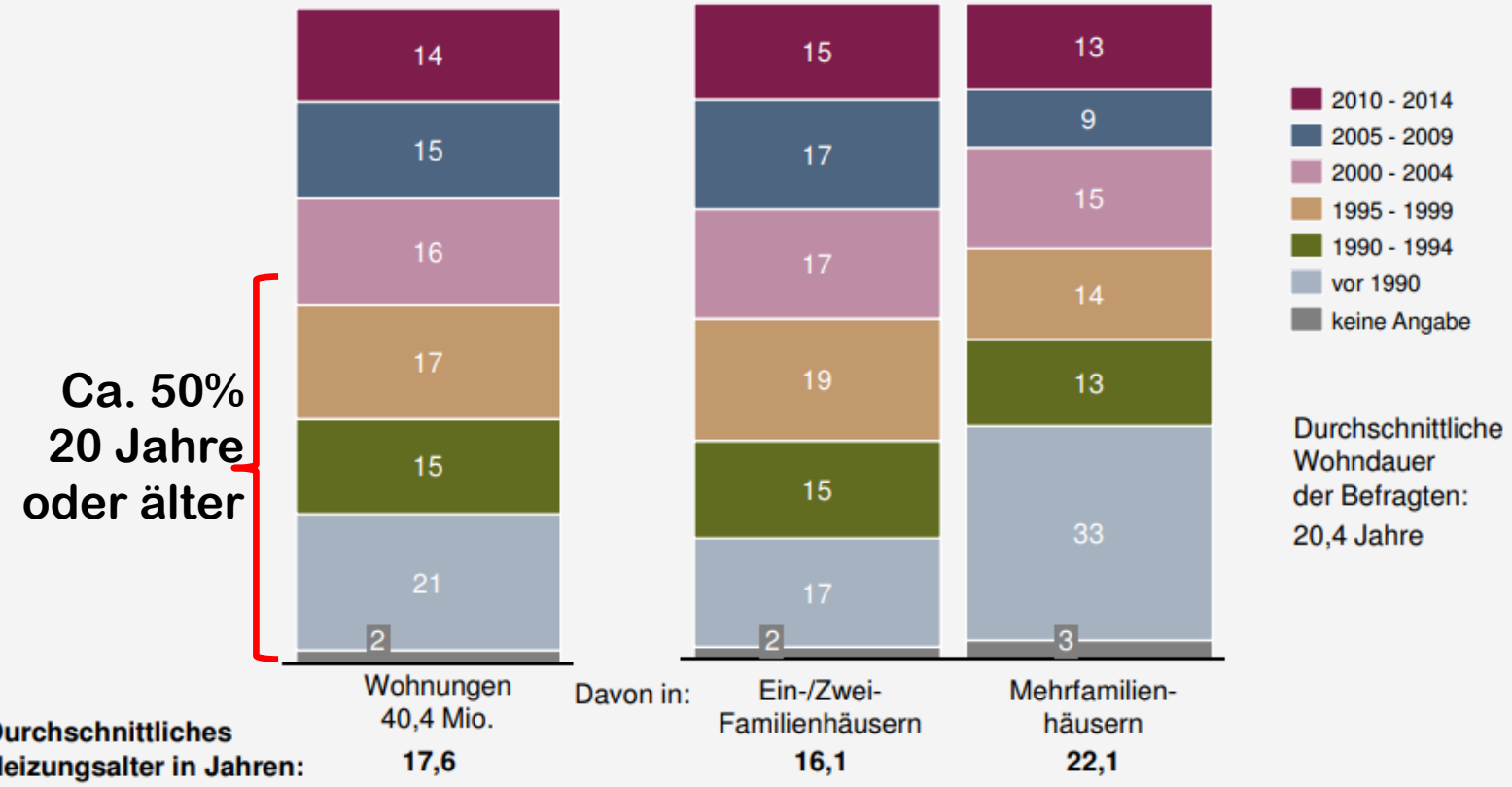
- Der BSFM hat zur Stilllegung aufzufordern und deren Umsetzung zu kontrollieren

Durchschnittsalter der Heizungen

Jahr des Einbaus der Heizungsanlage

Basis: Hochgerechnete Anzahl **Wohnungen** in Deutschland, Angaben in %

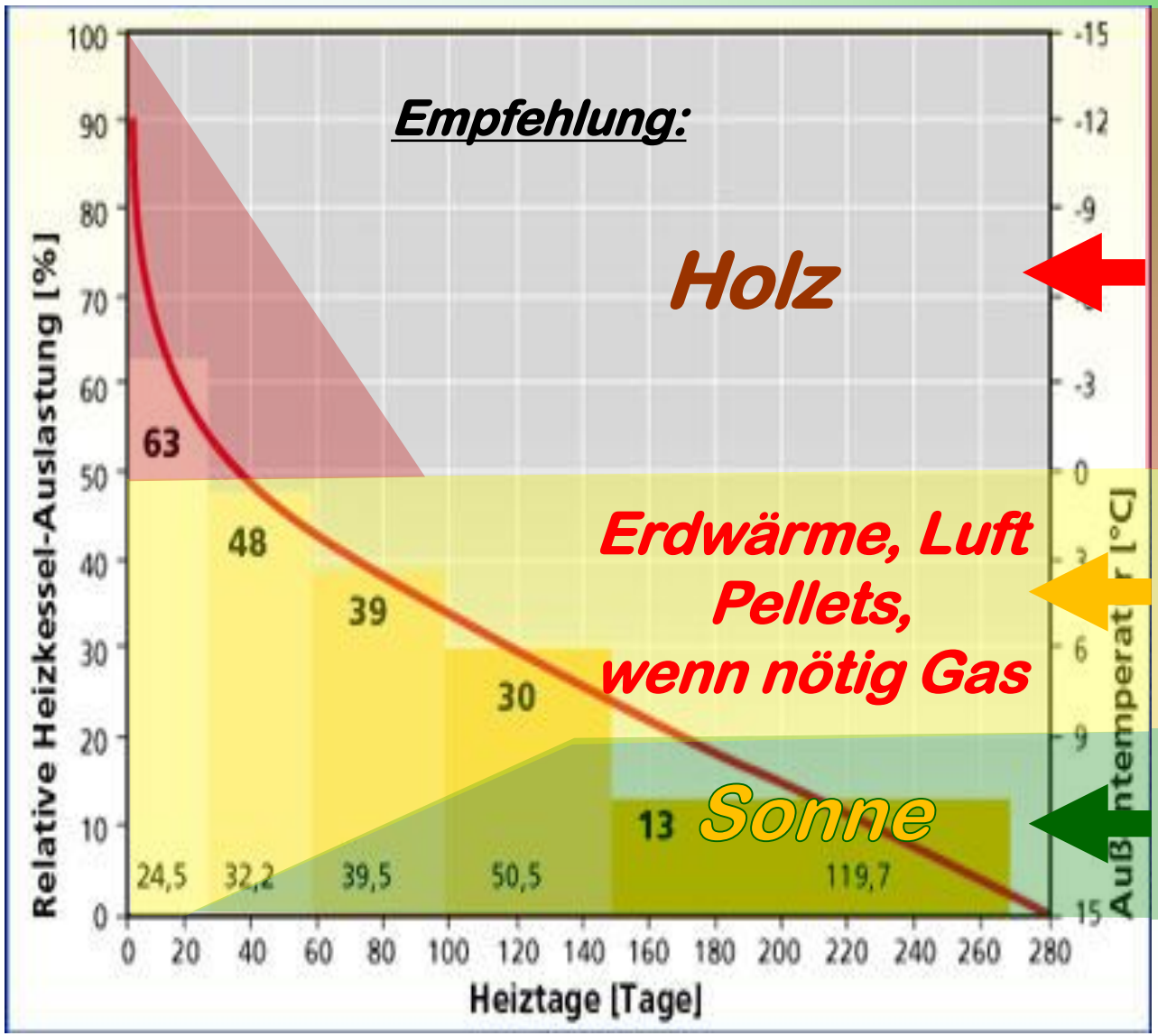
Frage 2.: In welchem Jahr wurde die Heizungsanlage (gemeint ist der Wärmeerzeuger/Heizkessel) eingebaut, die Sie für Ihr Wohnhaus/Ihre Wohnung überwiegend zum Heizen nutzen?



Heizungskombinationen

→ **Auslegung nach Häufigkeit**

Technische Beratung für Systemtechnik



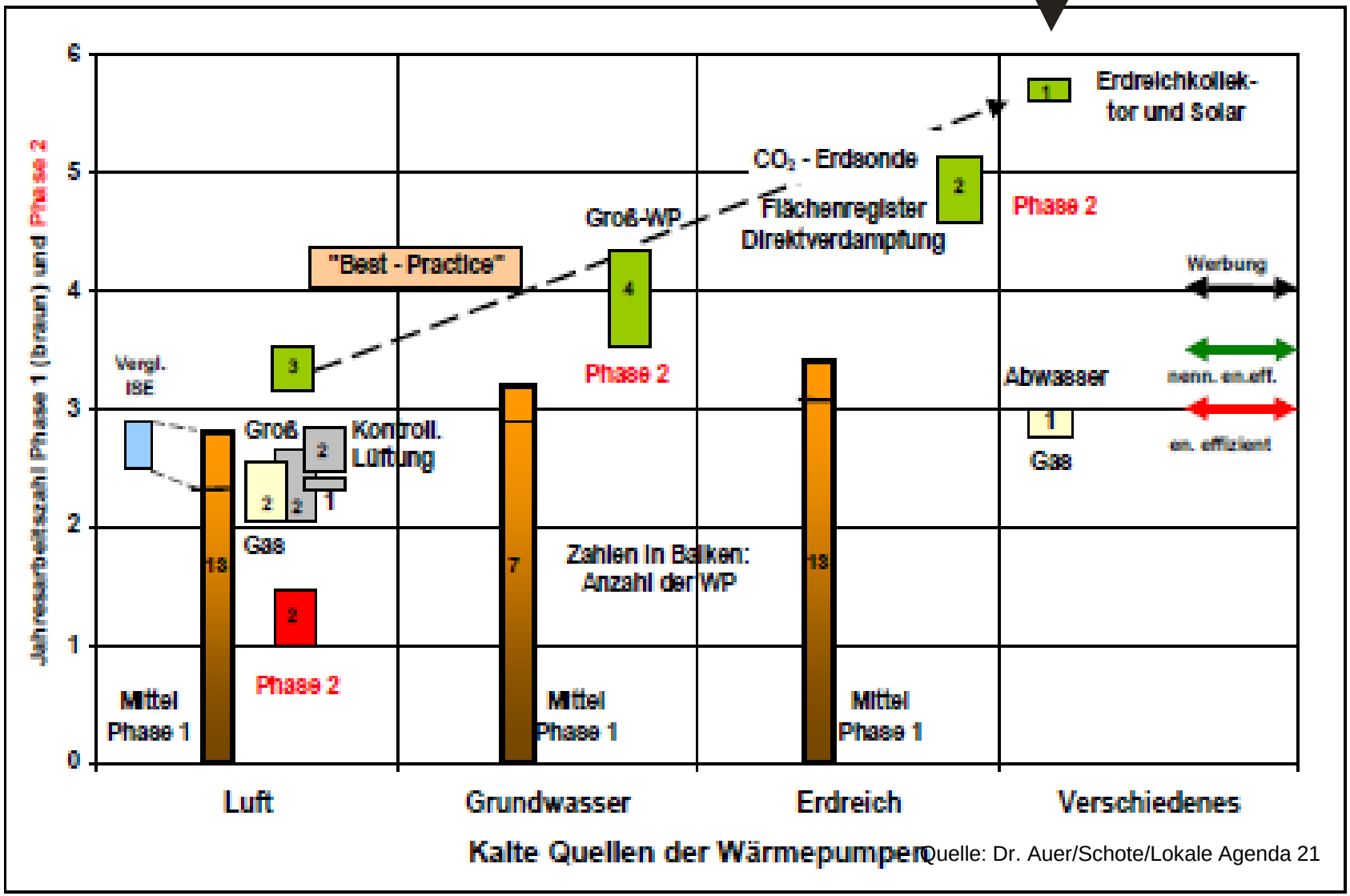
Spitzenlast:
- selten
- wenig kostenrelevant
- manueller Betrieb möglich ohne nennenswertem Komfortverlust

Mittellast:
- häufig
- kostenrelevant
- Automatikbetrieb nützlich

Grundlast:
- sehr häufig
- sehr kostenrelevant
- Automatikbetrieb sinnvoll

Wärmepumpen im Vergleich

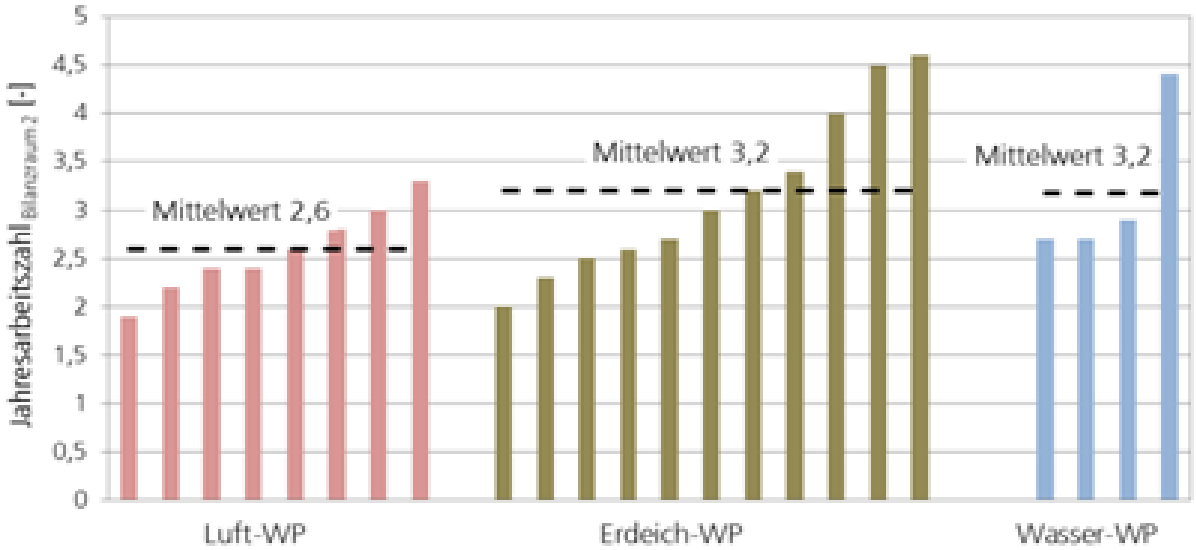
Wärmepumpe mit solarer Soleanhebung erreicht beste Systemarbeitszahl von 5,8



Quelle: Dr. Auer/Schote/Lokale Agenda 21

Luft

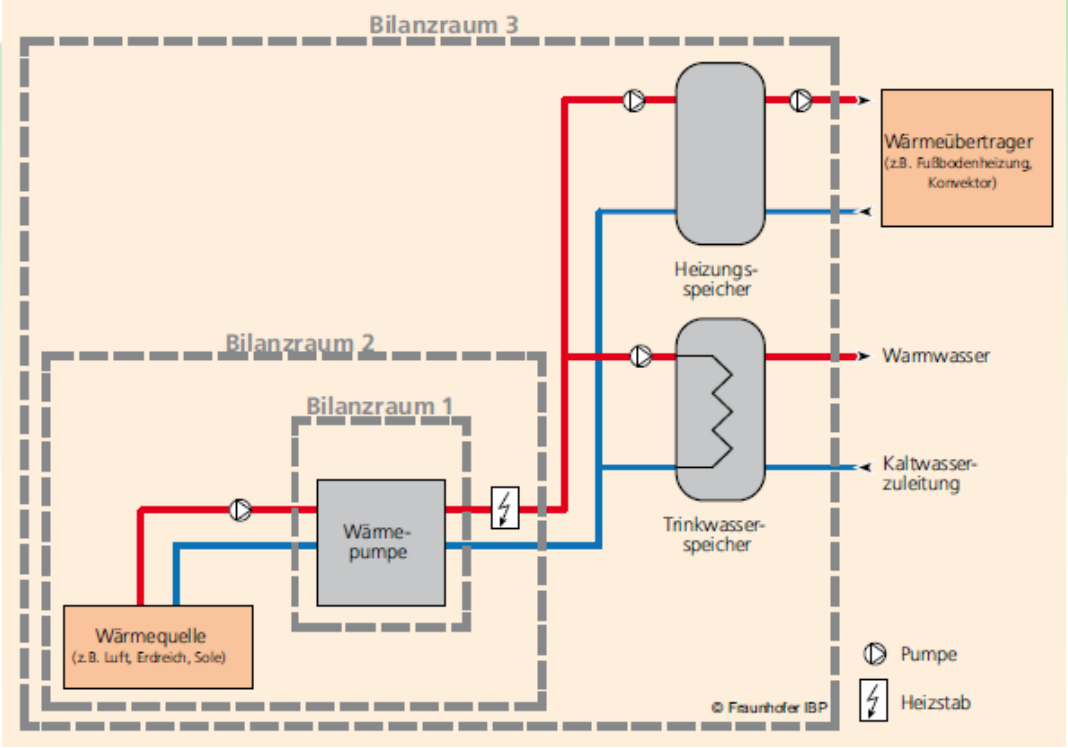
Jahresarbeitszahl (JAZ)…



…im 1. und 2. Messjahr für den Bilanzraum 2, davon zeigen 7 Anlagen Ergebnisse für ein Messjahr und 8 Anlagen für 2 Messjahre.

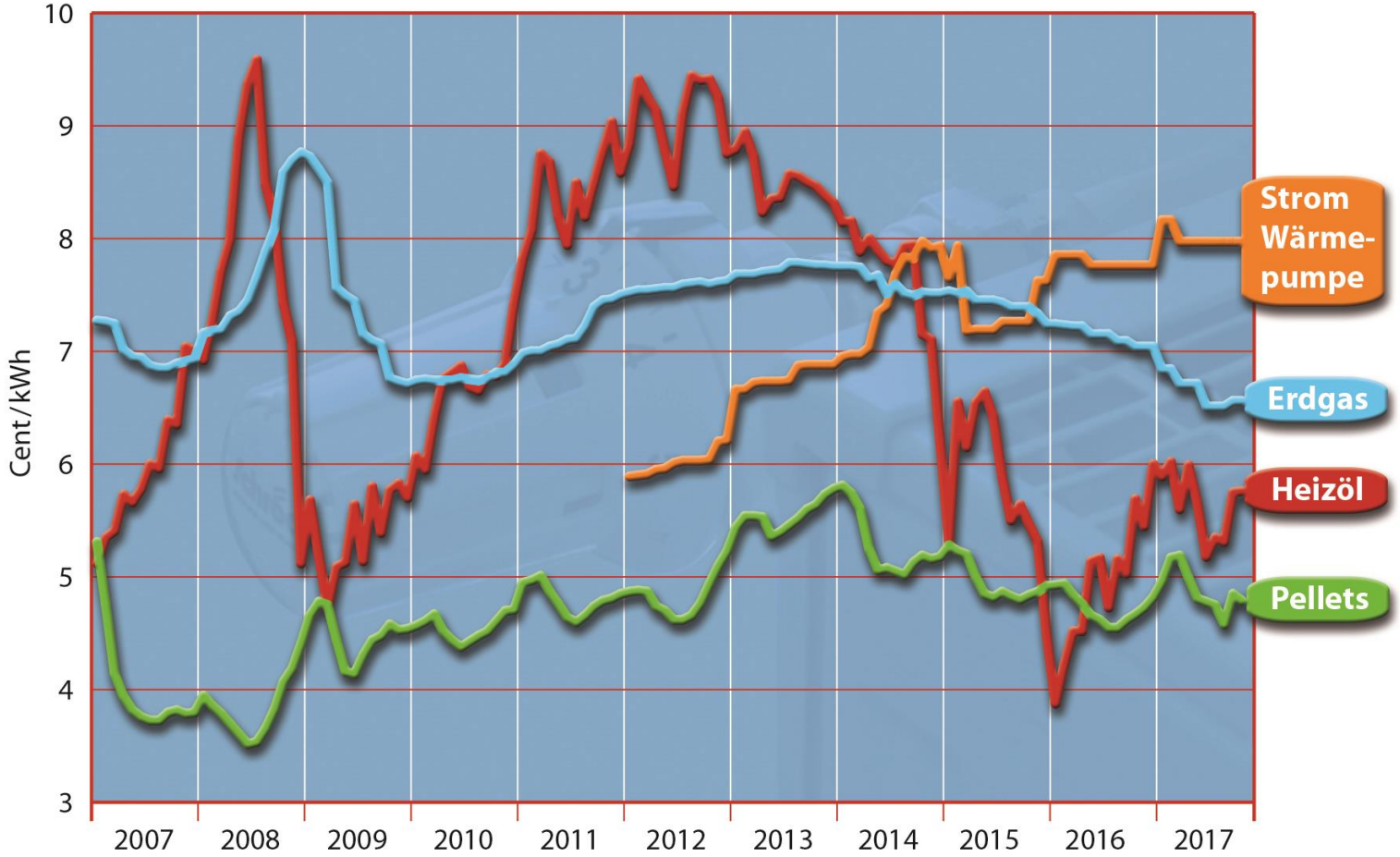
Aus dem IBP-Kurzbericht: „Energieeffizienz elektrisch angetriebener Wärmepumpen“

(Quelle: Fraunhofer Institut für Bauphysik)



Technische Beratung für Systemtechnik

Energiepreisentwicklung in Deutschland



Datenquelle: Öl-, Strom- und Gaspreise Brennstoffspiegel, Pelletspreise: Solar Promotion

Hinweis Strom: Grundlage sind die Preise für 27.820 kWh Heizstrom, die dem Energieäquivalent von 3.000 l Heizöl Extra Leicht entsprechen. Für die Wärmepumpe wurde eine Jahresarbeitszahl von 3 angenommen.

© Solar Promotion GmbH, Stand Oktober 2017

Technische Beratung für Systemtechnik

Abwärme oder Anergie -

Synonyme für nichtnutzbare Energie

Wikipedia:

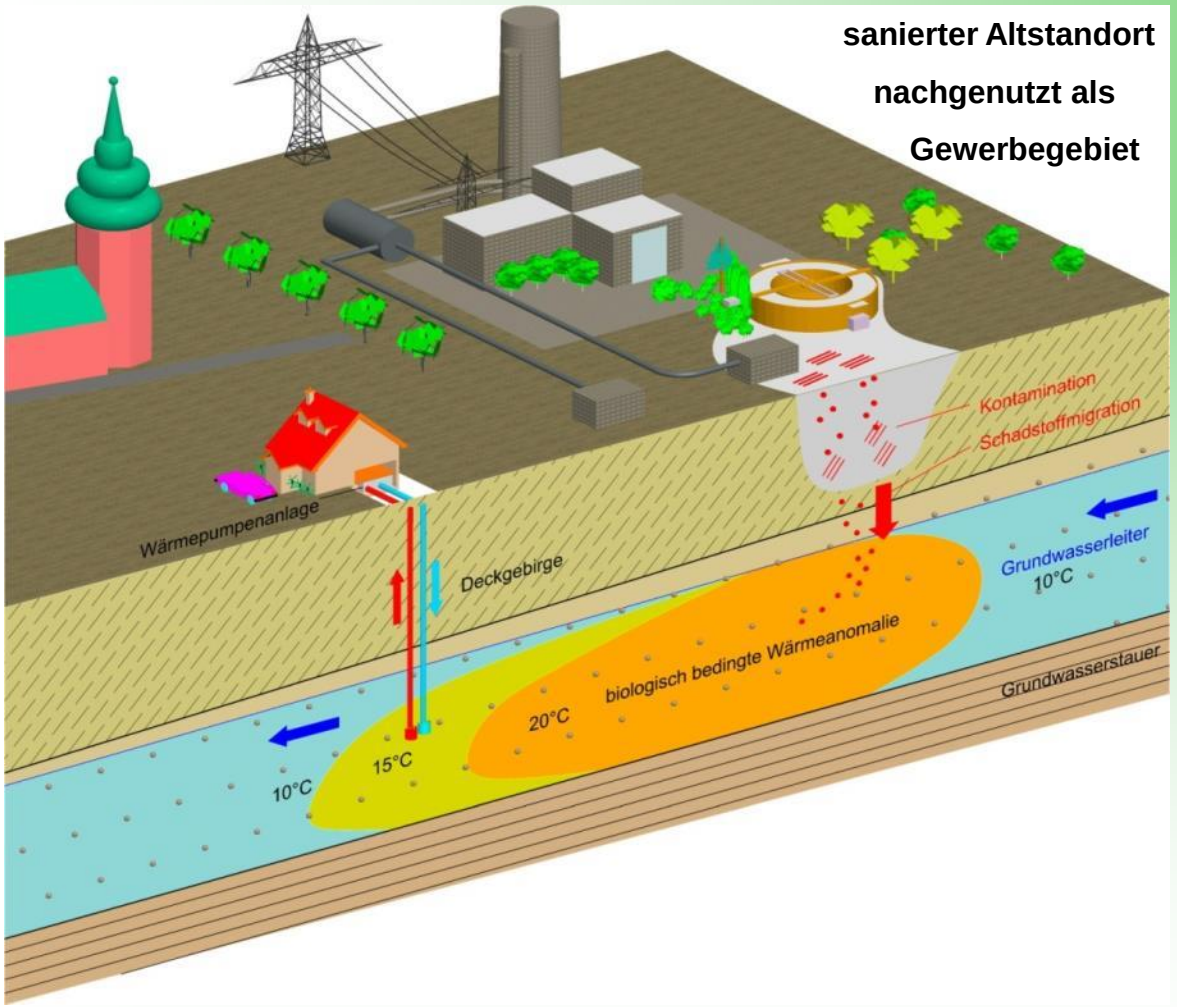
Als **Anergie** wird der Bestandteil einer Energie bezeichnet, der in einem Prozess keine Arbeit verrichten kann.

Fakt:

Jedes °C Quelltemperatur-Anhebung für eine Wärmepumpe bedeutet 2% Stromeinsparung.

Beispielhafter Vergleich		Wärmepumpe				Gas
Temp. Quelle/Nutz.		Privat (0,30 €/kWh)		Gewerblich (0,20 €/kWh		€/kWh
SJAZ	10 - 60°C	3	0,100 €/kWh	3	0,063 €/kWh	0,06
SJAZ	30 - 60°C	5	0,060 €/kWh	5	0,040 €/kWh	0,06
SJAZ	30 - 50°C	7	0,043 €/kWh	7	0,028 €/kWh	0,06

Das Wirkungsprinzip einer Biogeothermie-Anlage



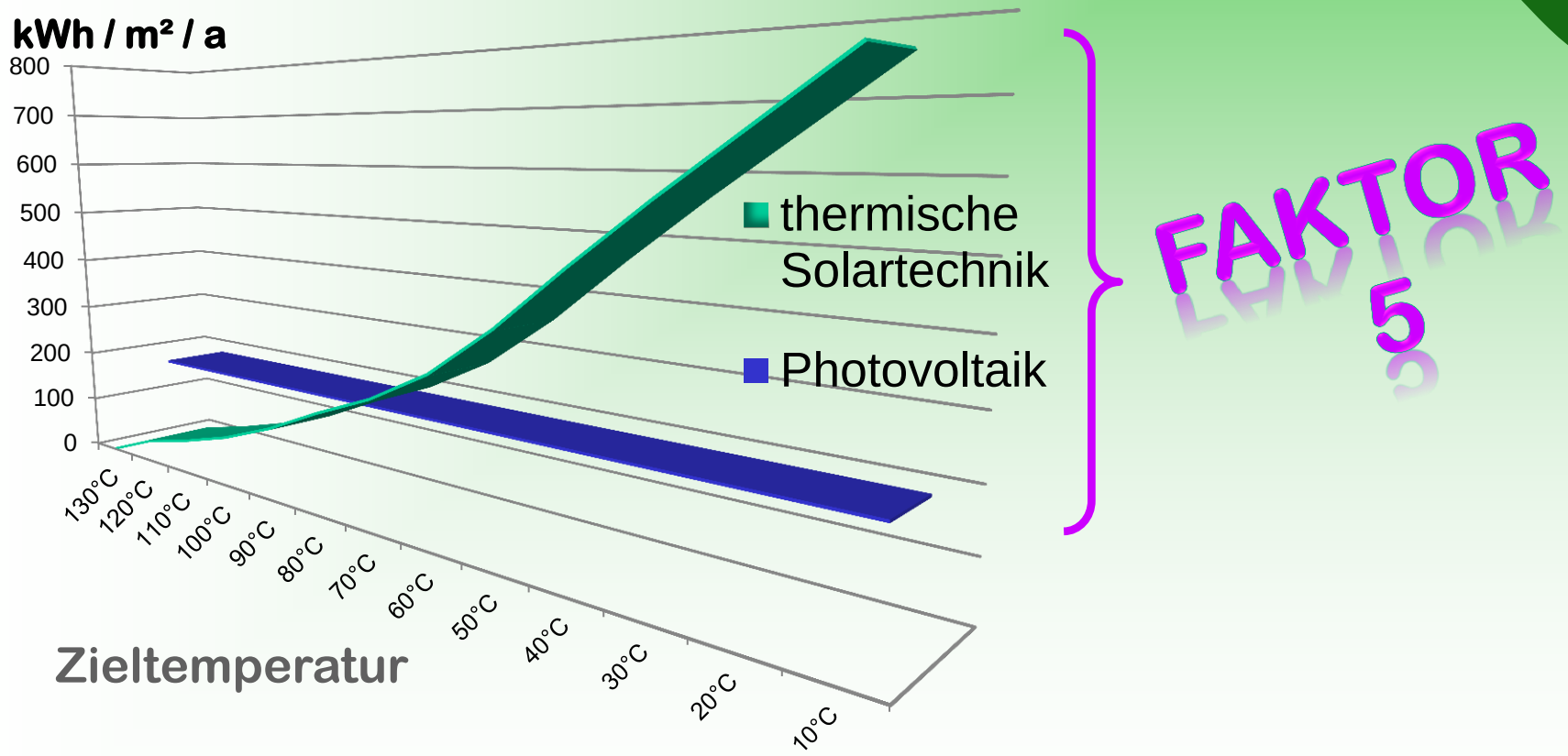
- Das Wirkungsprinzip einer BIOGEOTHERMIE-Anlage ähnelt einer herkömmlichen oberflächennahen Geothermie-Anlage.
- Anpassung an besondere Bedingungen erforderlich

Schematische Darstellung des Wirkungsprinzips einer BIOGEOTHERMIE-Anlage
(Quelle: Jena-GEOS)

Technische Beratung für Systemtechnik

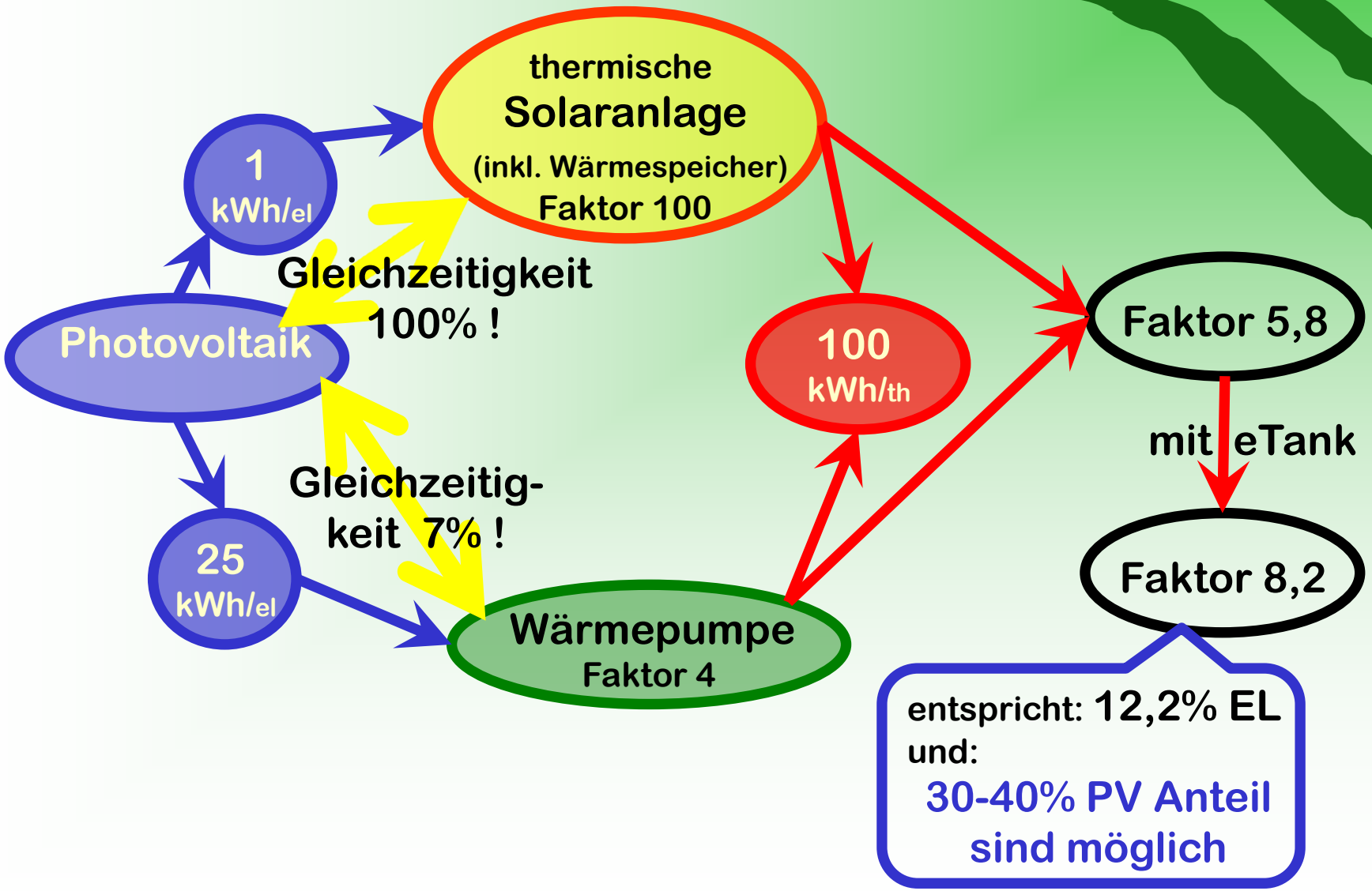
Solare Jahreserträge

in Abhängigkeit von der Zieltemperatur



Überlegung zur Anlageneffizienz im Vergleich

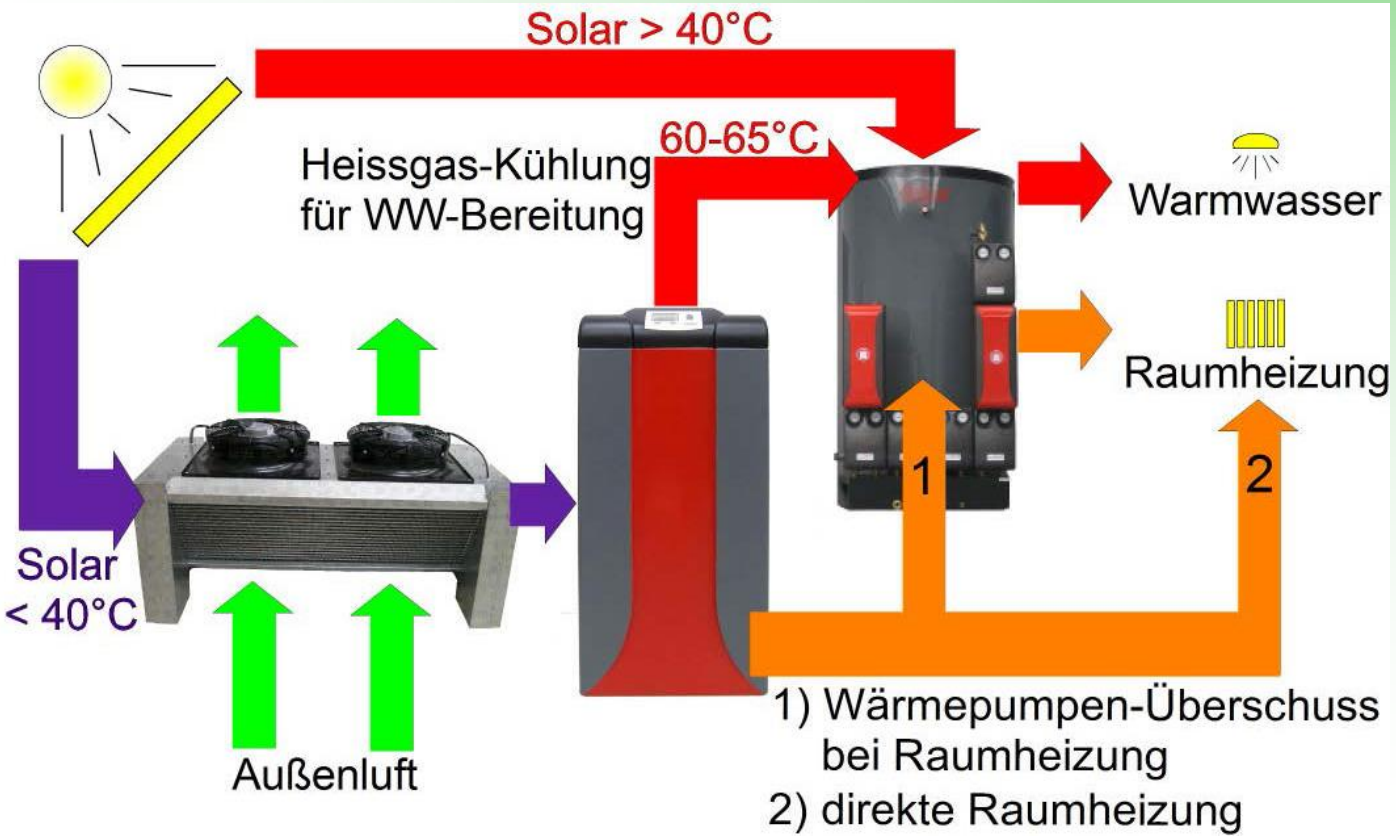
Technische Beratung für Systemtechnik



Technische Beratung für Systemtechnik

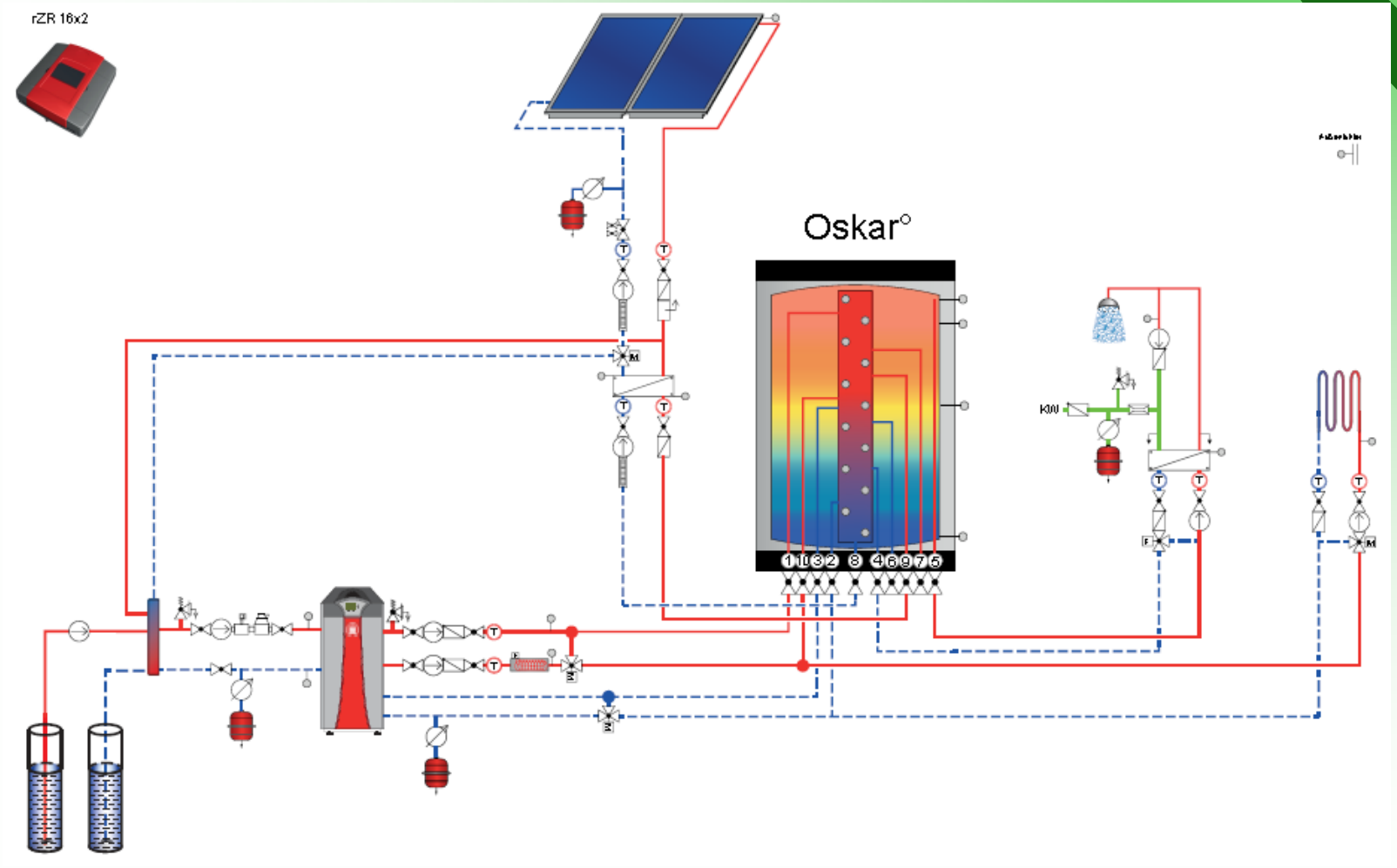
OSKAR-Max-Sol

Der ratiotherm-Hybridabsorber nimmt unterschüssige Solar-energiegewinne oder andere Abwärmequellen auf und ergänzt bei Bedarf mit den Energiegehalten der Außenluft.
Dadurch sinkt der elektrische Aufwand der Wärmepumpe – es steigt ihr Wirkungsgrad und der Sonnenkollektor „erntet“ vor allem in der kälteren Jahreszeit deutlich mehr Energie aus der Sonneneinstrahlung.



Oskar° -

mit solarer Soleanhebung

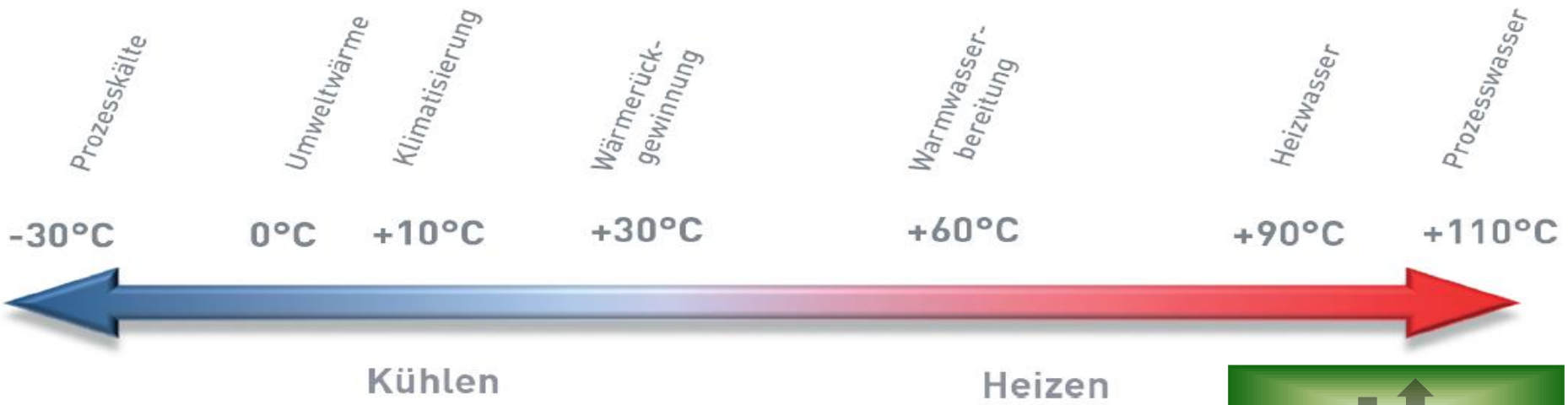


Technische Beratung für Systemtechnik

CO^2- Kältemaschine mit Wärmerückgewinnung oder CO^2- Hochtemperatur Wärmepumpe?

Der Unterschied ist der Blickwinkel:

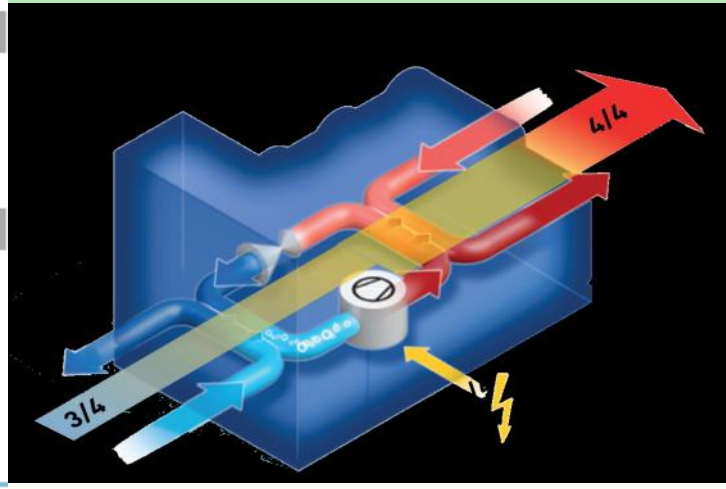
- Aus Sicht der Wärmequelle ist es eine Kältemaschine mit Wärmerückgewinnung
- Aus Sicht des Wärmeverbrauchers ist es eine Wärmepumpe



COP
Heizen und Kühlen

Technische Beratung für Systemtechnik

Maschinentyp HHR		45	65	90	130	180	260	360	520	720	1000
Nennpunkt Heizen bei 20/80°C und Kühlen bei 20/14°C											
Heizleistung	kW	51	65	93	132	194	268	385	554	781	1100
Kälteleistung	kW	39,3	50,7	72,2	103	150	205	298	421	605	836
Leistungsaufnahme	kW	11,9	15,3	22,5	31	47	67	93	140	187	279
COP Heizen		4,3	4,3	4,1	4,2	4,2	4,0	4,1	4,0	4,2	3,9
COP Total (Heizen und Kühlen)		7,6	7,6	7,2	7,4	7,4	7,0	7,2	7,0	7,4	6,8
Hubkolbenverdichter											
Verdichteranzahl/(Typ)		1(90)	1(110)	1(170)	1(230)	1(345)	2(250)	2(345)	3(345)	4(345)	6(345)
Spannung / Frequenz		3~/380-420 V/50 Hz oder 3~/440-480 V/60 Hz (alle Werte bezogen auf 50 Hz)									
Leistungsregelung Anlaufstrombegrenzung		stufig, gemäß Verdichteranzahl optional mit Frequenzumrichter									
Anschlüsse, Abmessungen und Gewicht											
Länge	mm	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	4.250	4.250	4.250	5.500	6.000
Breite	mm	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.200	1.200	1.200	1.500	1.500
Höhe	mm	2.000	2.000	2.000	2.200	2.200	2.200	2.200	2.200	2.400	2.400
Leergewicht ca.	kg	1.200	1.250	1.300	1.600	1.650	2.900	3.550	4.200	6.100	8.500
Betriebsgewicht	kg	1.250	1.300	1.350	1.650	1.700	3.000	3.600	4.350	6.300	8.700

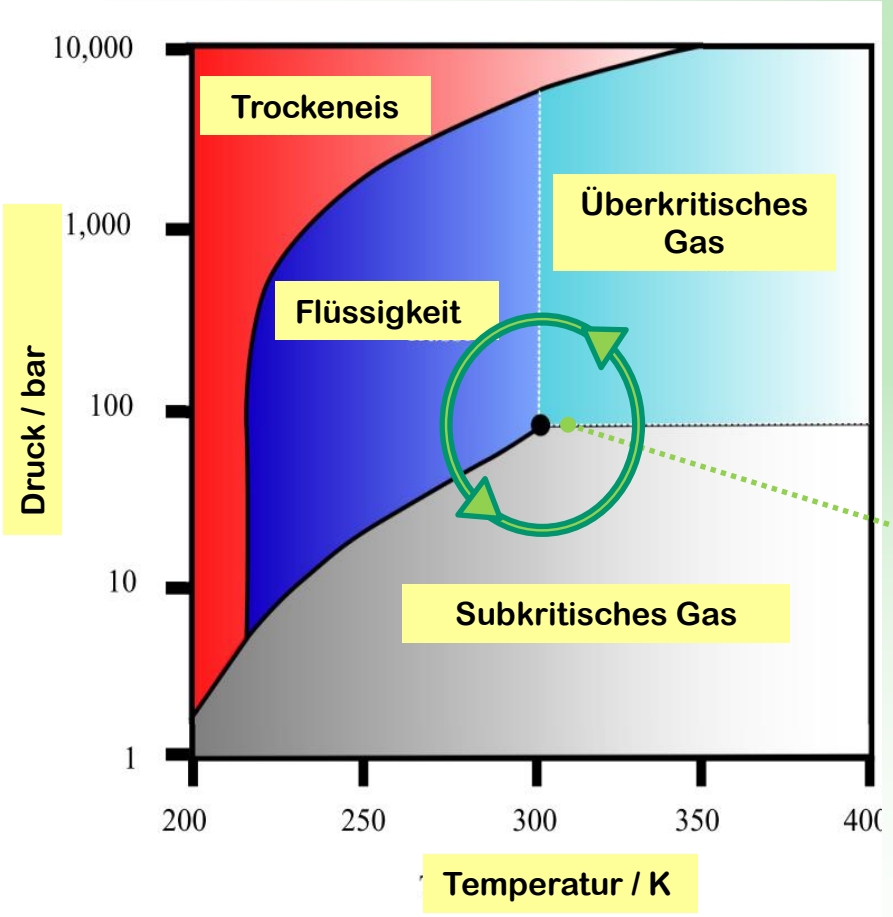


In der Tabelle sind die Leistungen für die Baureihe thermeco$_2$-HHR angegeben. Je nach Bedarf sind auch andere Betriebspunkte innerhalb dieses Einsatzbereiches möglich.
Die Experten der Dürr thermea GmbH beraten Sie gern und berechnen die Werte für Ihre Anwendung.

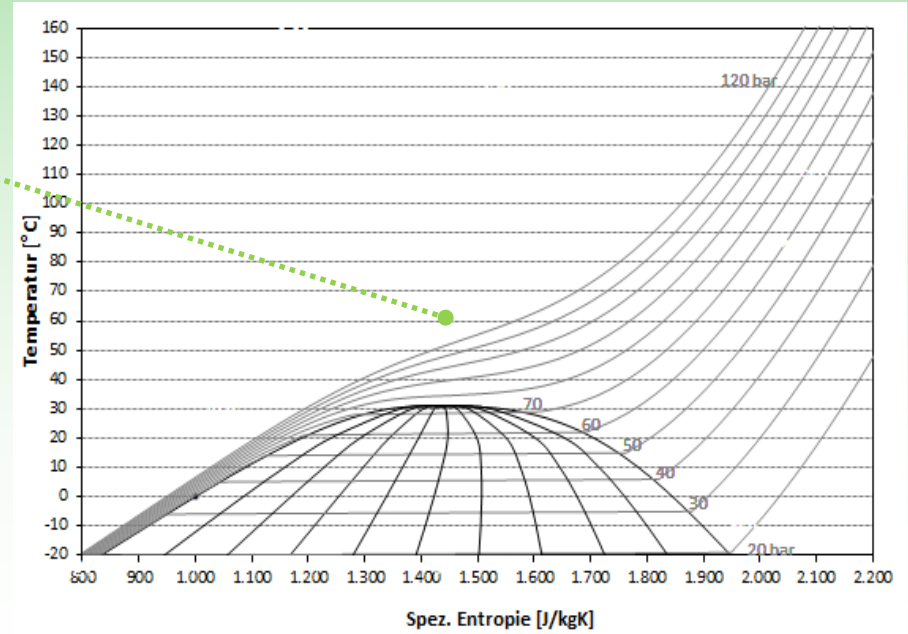
Ab 12/2016 sind thermeco$_2$-HHR 1440 und thermeco$_2$-HHR 2000 verfügbar.

CO_2 - R744 - Kohlendioxid

Thermodynamische Besonderheiten

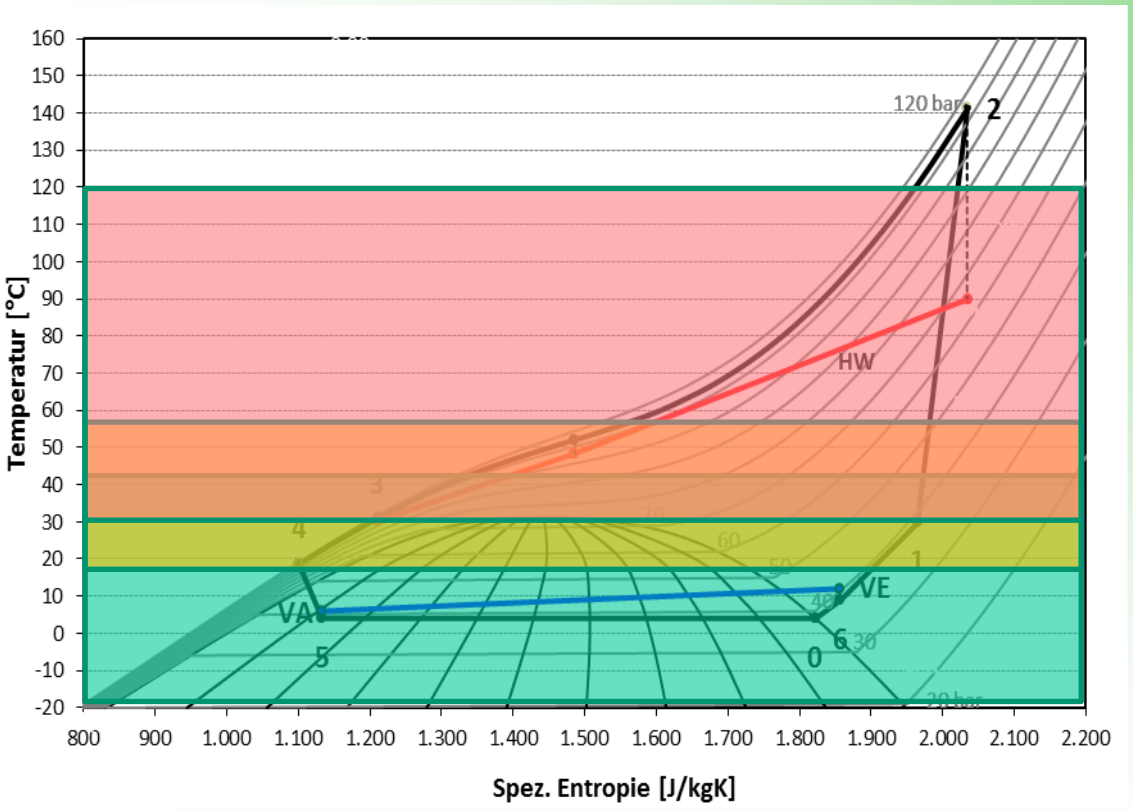


- kritischer Punkt bei 31,1 ˚C und 73,8 bar
- Ab 304,1 K (31,1 ˚C) überkritisch
- Transkritischer Kreisprozess bei Wärmepumpen
- Überwiegend subkritischer Kreisprozess bei Kältemaschinen



CO_2 - R744 - Kohlendioxid

Weiter Anwendungsbereich für transkritische Kreisprozesse mit CO_2



- Wärmequelle Verdampfereintritt 40 °C bis ~ -25°C
- Wärmesenke Gaskühlereintritt max. 50 °C bis 10 °C und niedriger, alternativ 2. Gaskühler mit Kühlturm einsetzen.
- Wärmesenke Gaskühleraustritt 25°C bis max. 110 °C bei Flüssigkeiten.
- Für Gase bis 120°C.
- Besonderheit: 100 % der Rückkühlleistung als „Enthitzungswärme“ auf Hochtemperaturnniveau.
- Niedertemperatur Kondensationswärme nur bei subkritischer Prozessführung.

Technische Beratung für Systemtechnik

Warum Wärmerückgewinnung aus Kälteanlagen (16% des Stromverbrauches in D)

Bisher (Kompressoren):

1 kWh (Strom) → Antriebsenergie

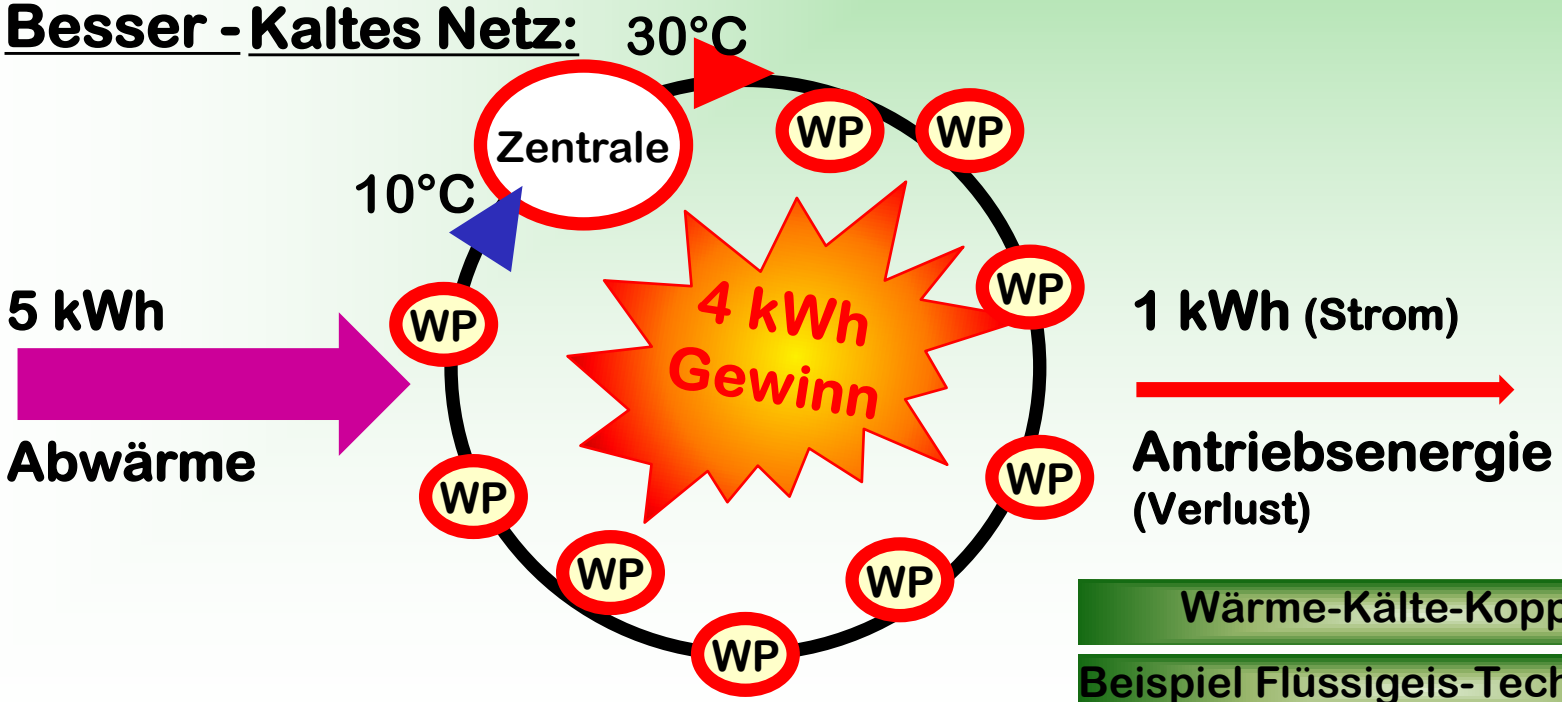
+

4 kWh (Kühlung) → Entwärmung

=

5 kWh → Abwärme (Verlust)

Besser - Kaltes Netz:

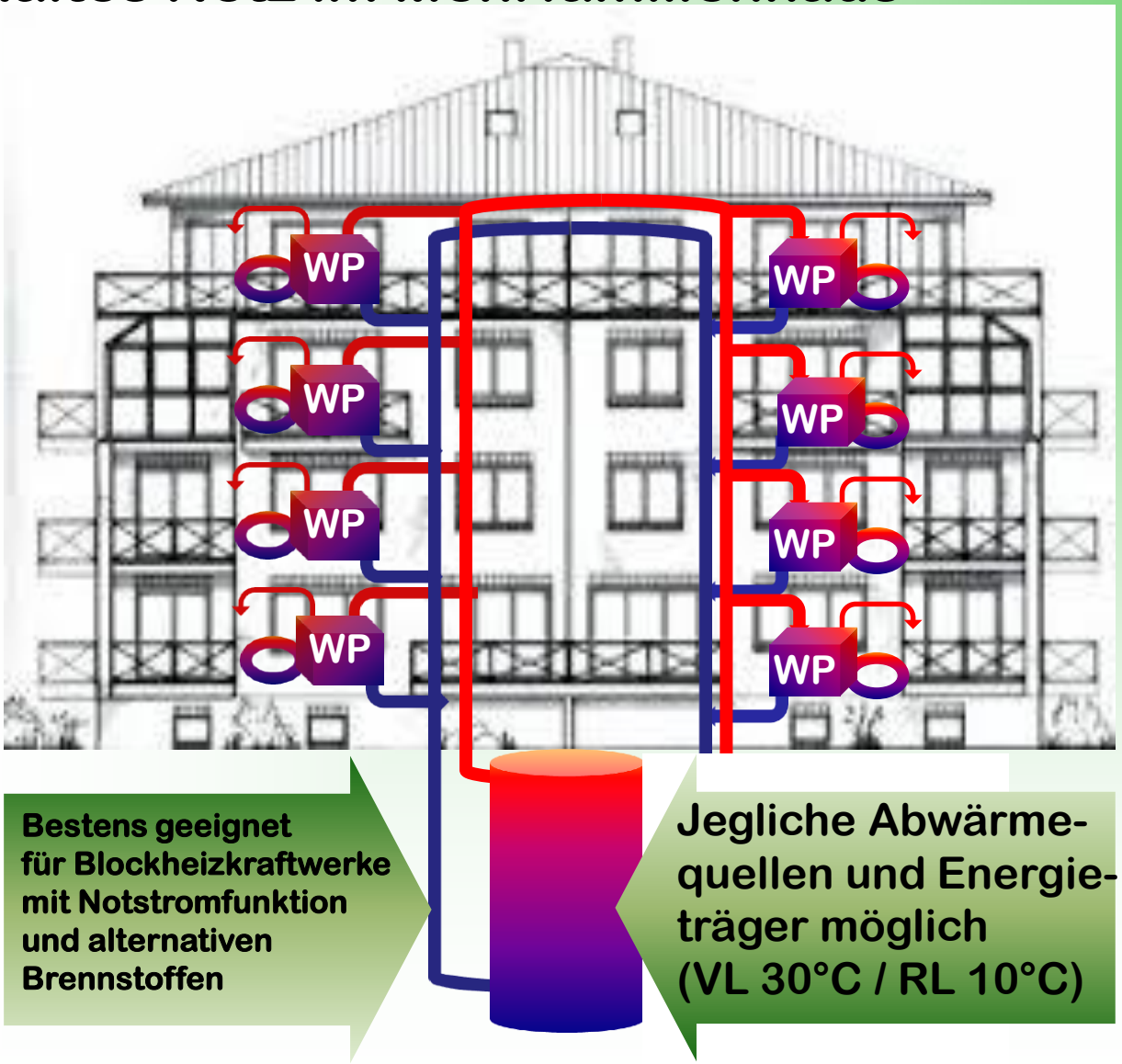


Wärme-Kälte-Kopplung

Beispiel Flüssigeis-Technologie

Technische Beratung für Systemtechnik

Kaltes Netz im Mehrfamilienhaus



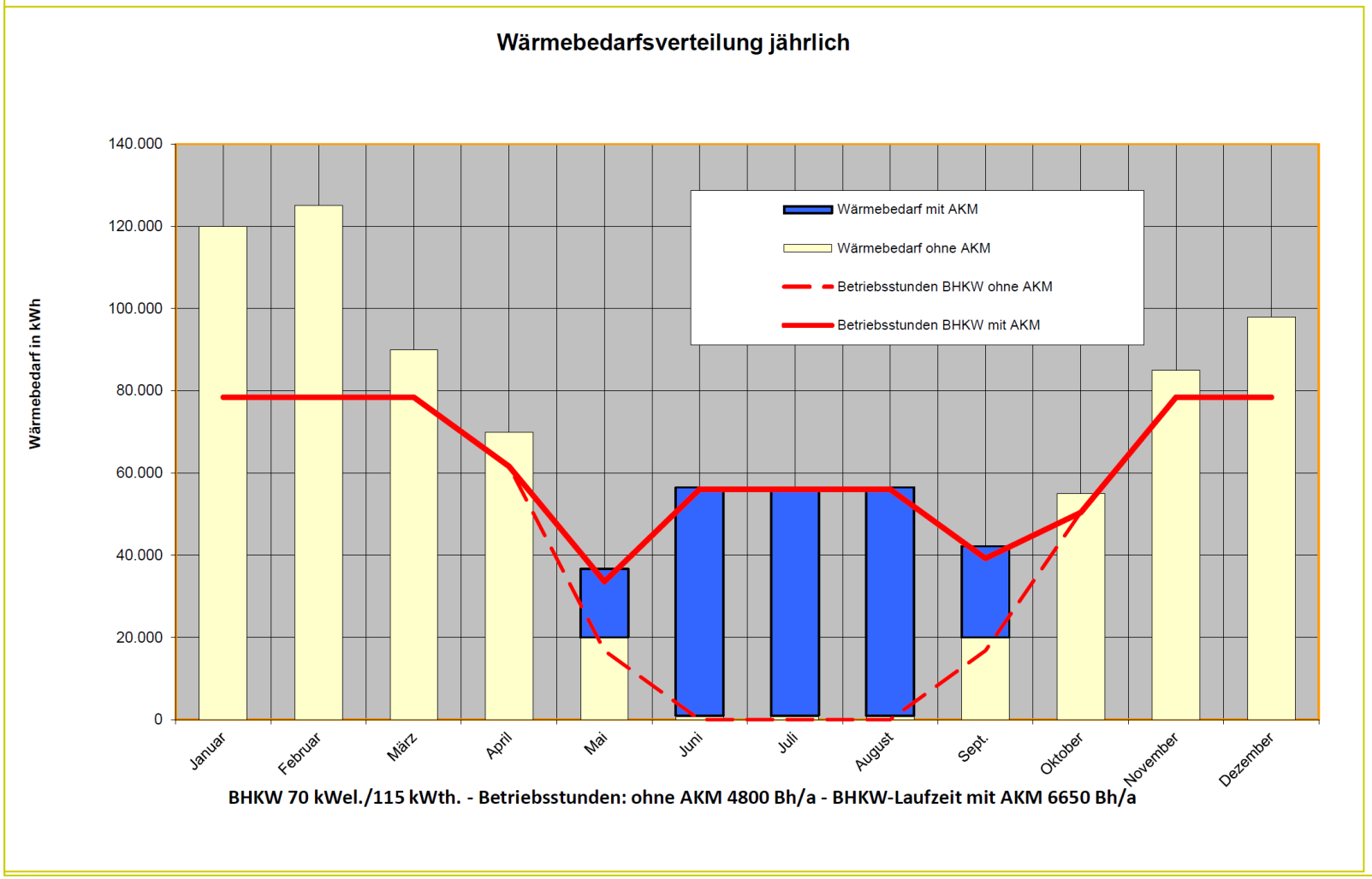
Bestens geeignet für Blockheizkraftwerke mit Notstromfunktion und alternativen Brennstoffen

Jegliche Abwärme-quellen und Energie-träger möglich (VL 30°C / RL 10°C)

Vorteile:

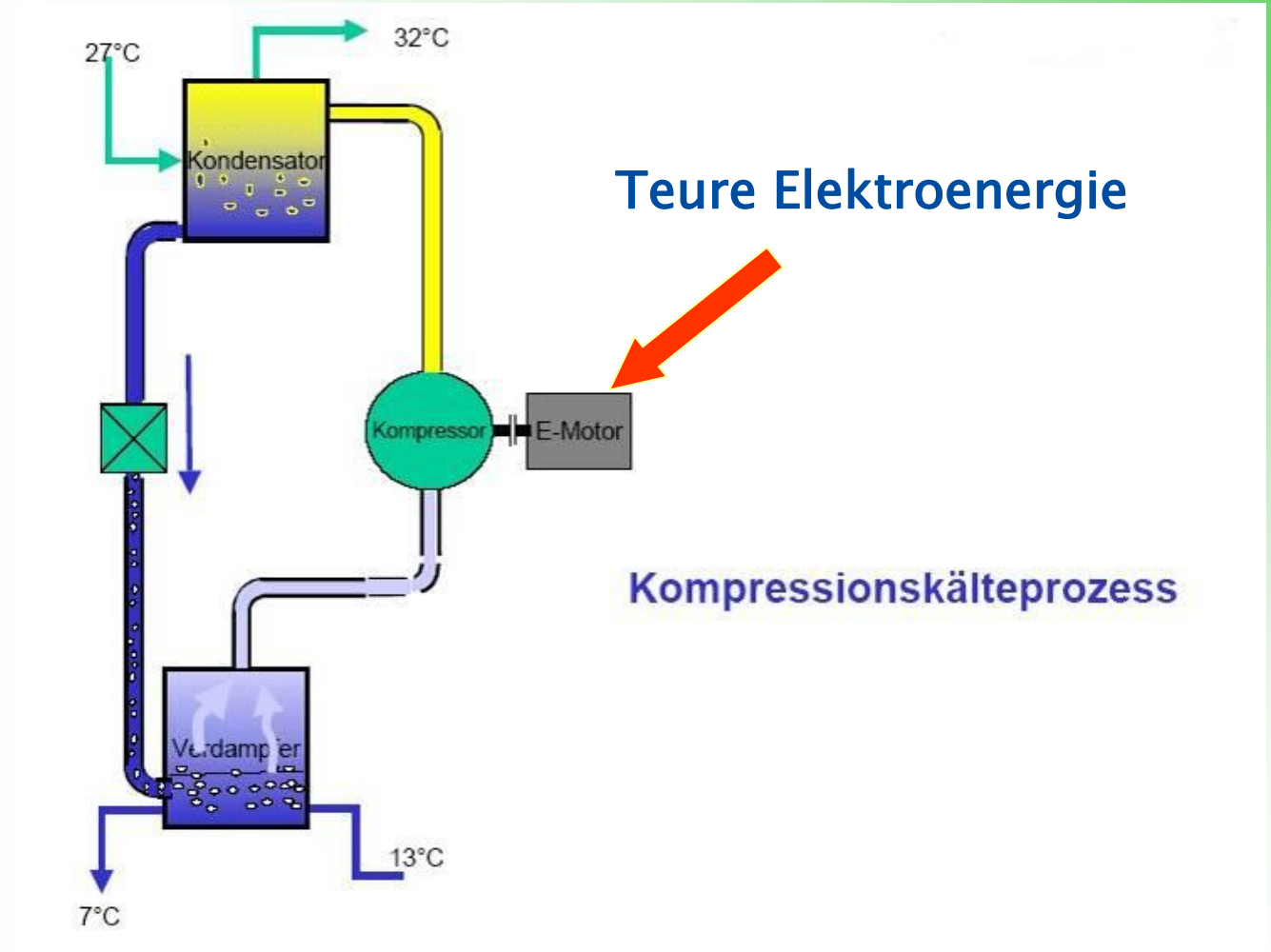
- Keine Zirkulationsleitung
- Keine Legionellenproblematik
- Keine Verkalkungsproblematik
- Problemlose Energieabrechnung
- Höchste Systemeffizienz
- Beste Systemjahresarbeitszahlen
- Beste BAFA / KfW Standards

BHKW –Laufzeit
ohne / mit Absorptionskältemaschine



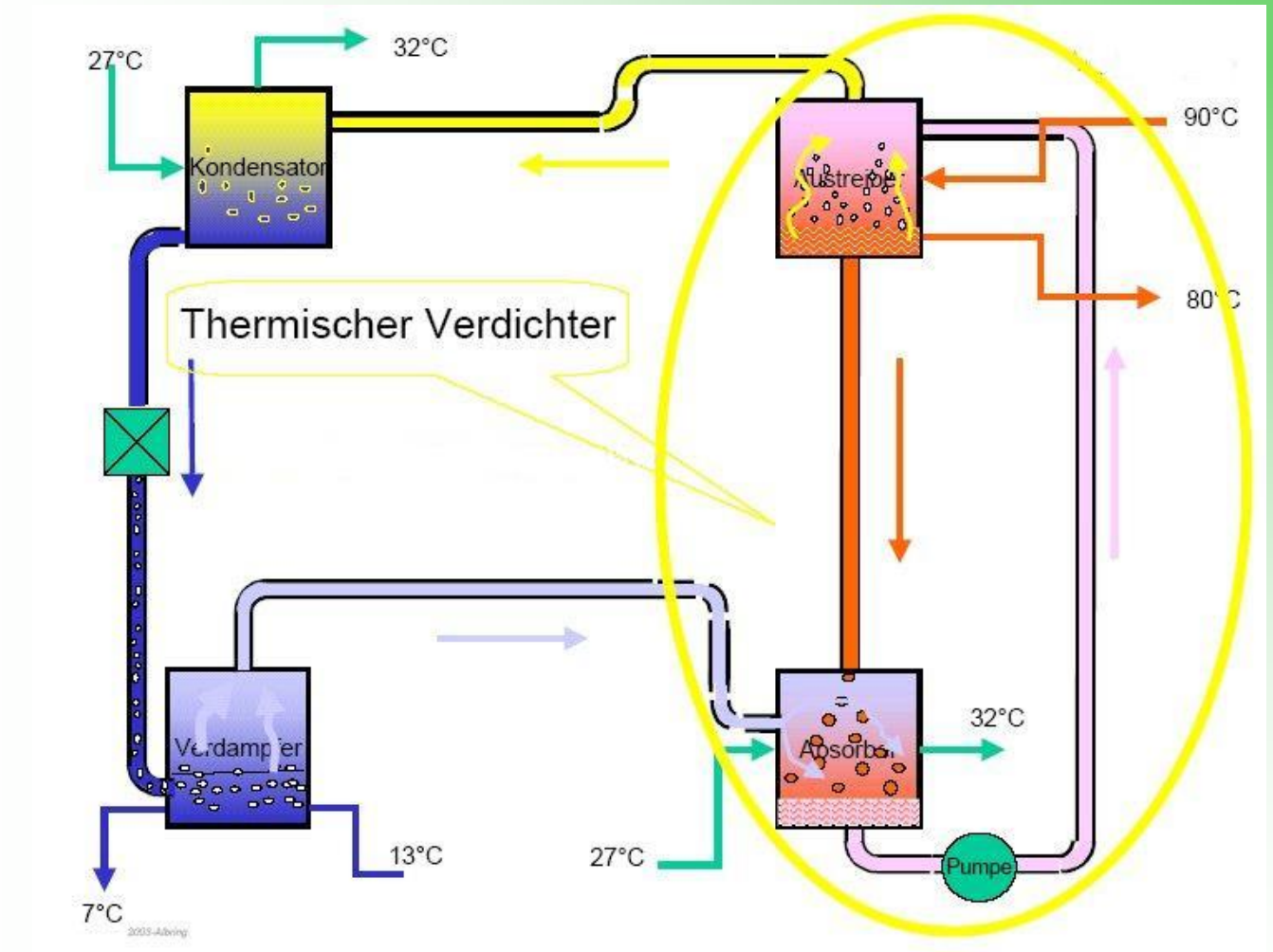
Bildquelle: EAW - Westenfeld

Kompressionskälteprozess



Bildquelle: EAW - Westenfeld

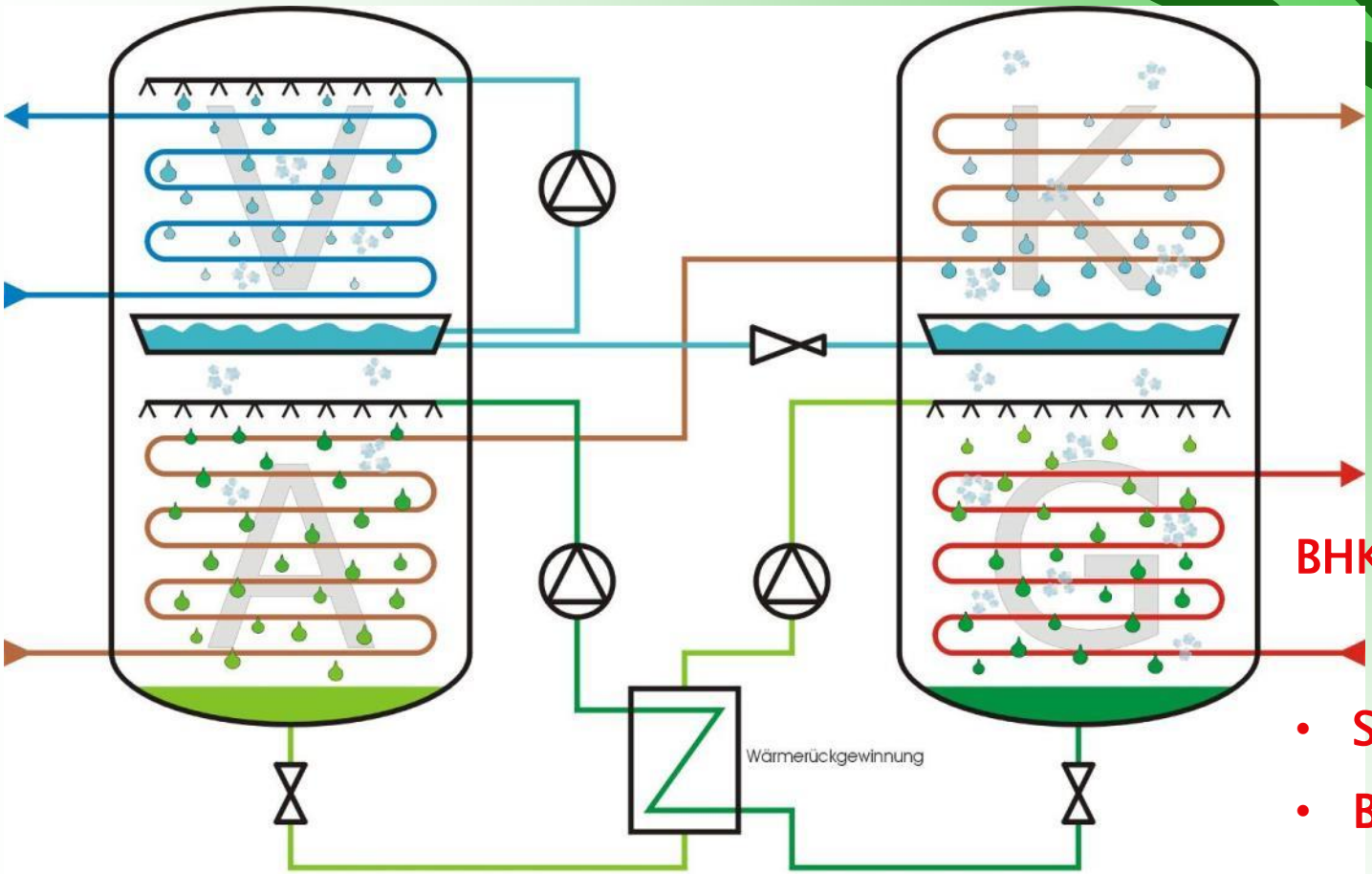
Absorptionskälteprozess



Bildquelle: EAW - Westenfeld

Wichtige Systemtemperaturen für KWKK-Anwendungen

Technische Beratung für Systemtechnik



71°C

BHKW Abwärme

- Solar 86°C
- Biomasse
- Prozesswärme
- Fernwärme

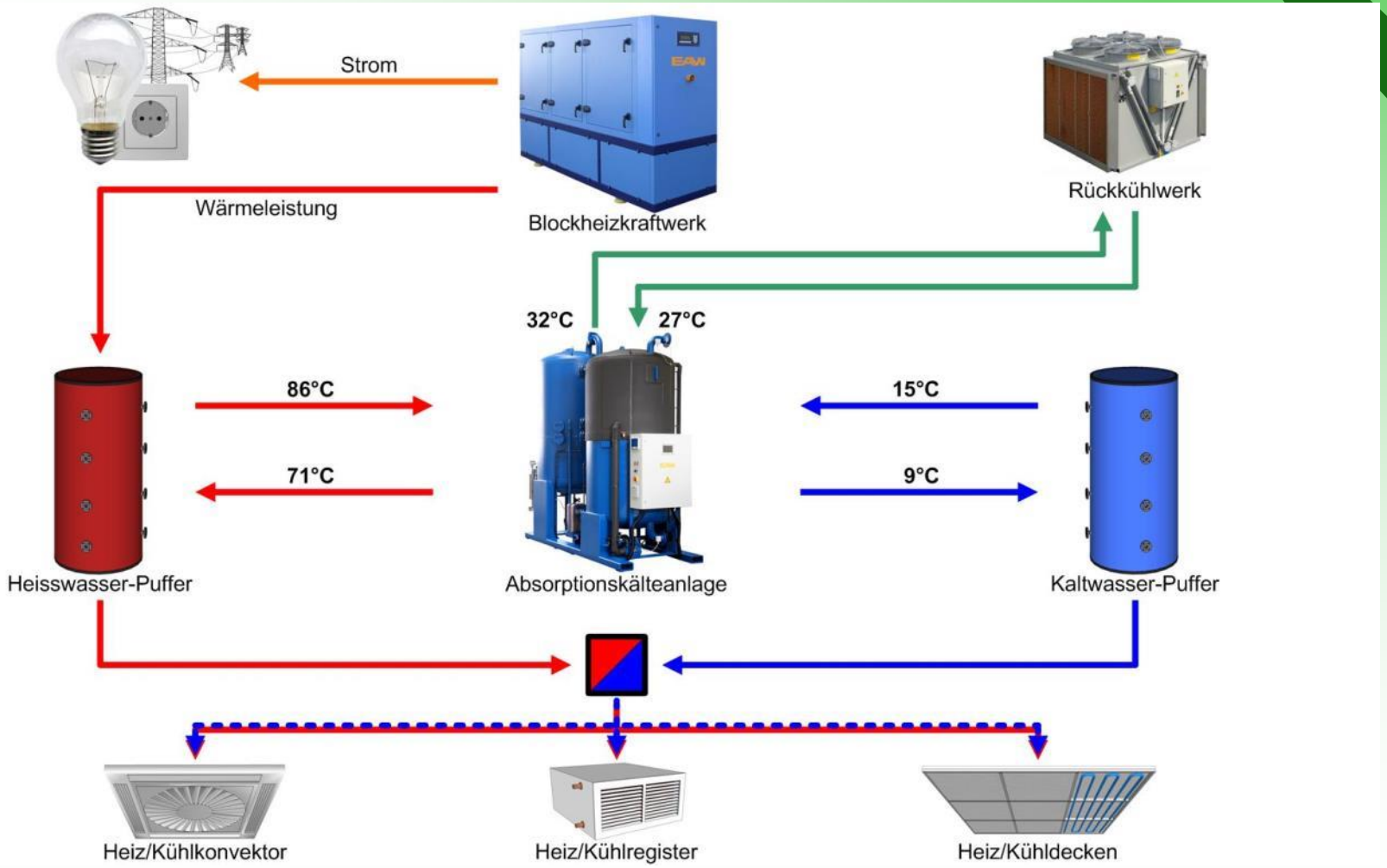
G Generator
K Kondensator
V Verdampfer
A Absorber

Rückkühlwasser
Heizwasser
Kaltwasser

Wasserdampf
Wasserarme Lösung
Wasserreiche Lösung
Wasser (= Kältemittel)

Bildquelle: EAW - Westenfeld

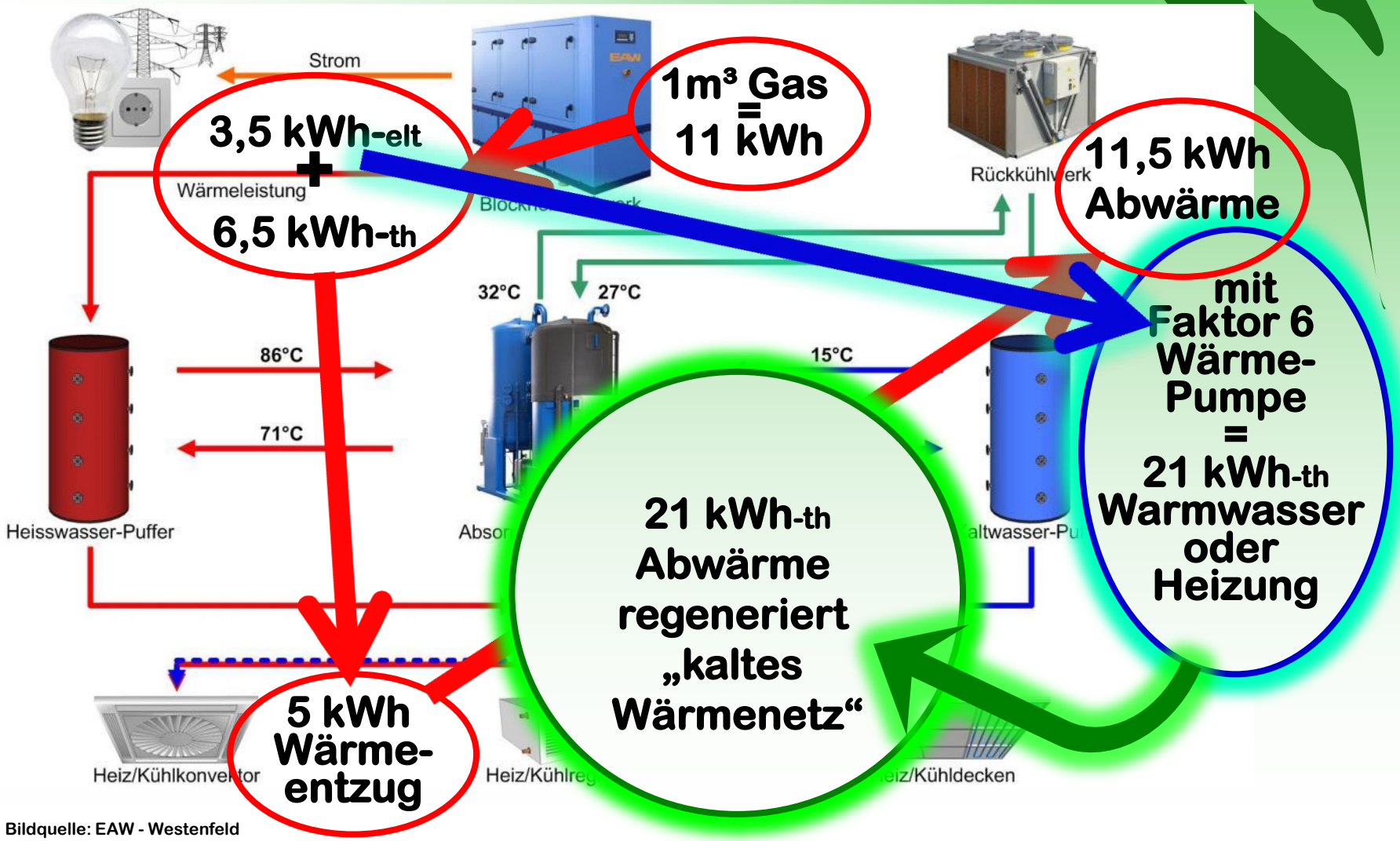
Anlagenprinzip
Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung



Bildquelle: EAW - Westenfeld

Technische Beratung für Systemtechnik

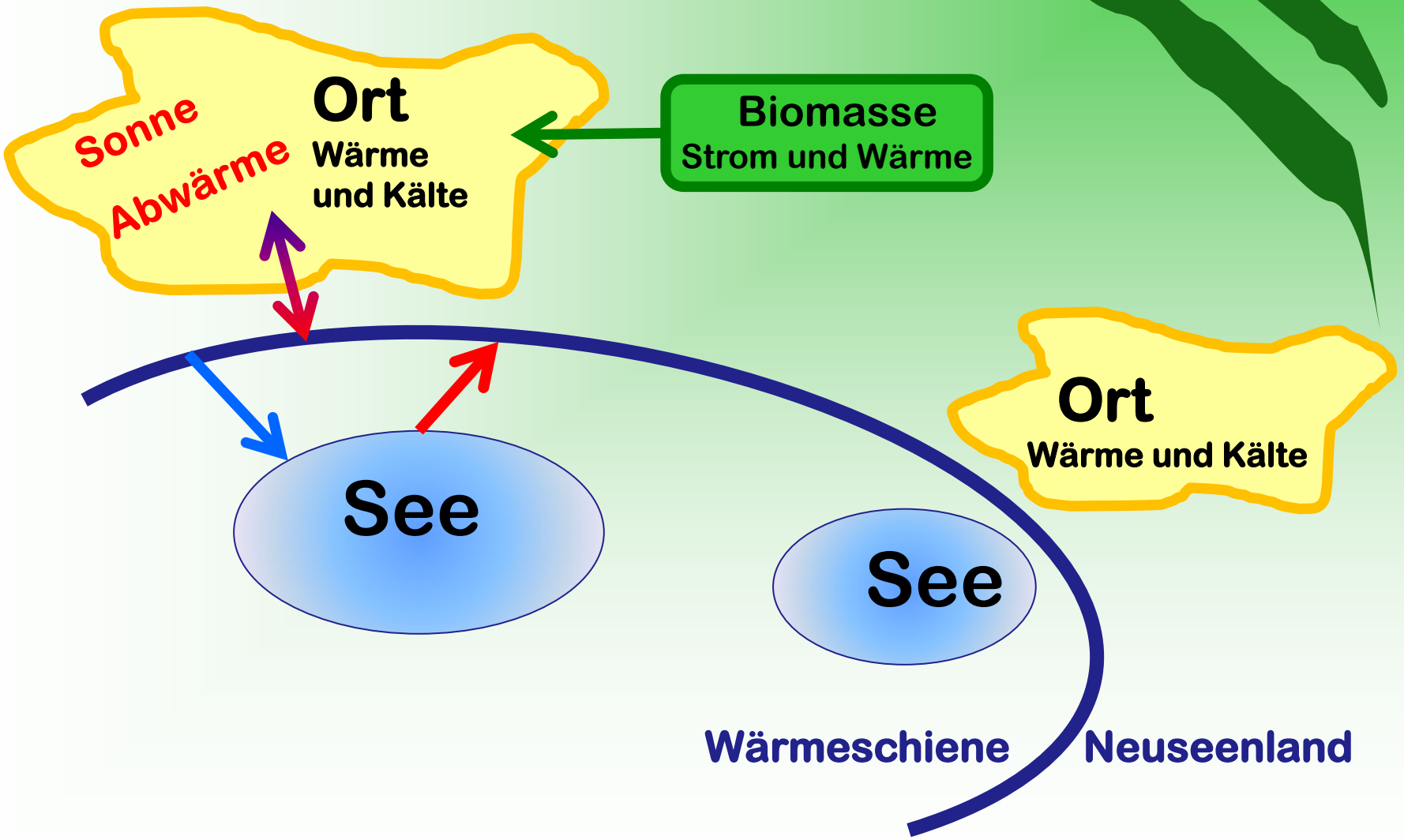
Anlagenprinzip
Kraft-Wärme-Kälte-Abwärme-Kopplung



Bildquelle: EAW - Westenfeld

Technische Beratung für Systemtechnik

Prinzipskizze



Technische Beratung für Systemtechnik

Investitionen

- Produktionserweiterung
- Ersatzbeschaffung PM
- Umweltauflagen
- Sozialmaßnahmen

} binden Eigenkapital und belasten Kreditwürdigkeit

- Erneuerbare Energien
- Energieeffizienz

} Wirken anders:

- Zins und Tilgung werden aus Kosteneinsparungen der Nutzung grundstückseigener Energieträger beglichen
- Mittel der Technologie-Förderung ergänzen / ersetzen Eigenkapital
- Synergieeffekte wirken sich drastisch auf die Wirtschaftlichkeit aus
- (0x19%=0) Eigene Energieträger wie Abwärme oder Sonnenenergie kennen keine Mehrwertsteuer

Technische Beratung für Systemtechnik

Es gibt nichts Gutes, außer

– man tut es! *(Erich Kästner)*

Bernd Felgentreff
Mittelstr. 13 a

04205 Leipzig-Miltitz

Tel.: 0341 / 94 11 484
Fax : 0341 / 94 10 524
Funktel.: 0178 / 533 76 88
E-Mail: tbs@bernd-felgentreff.de
web: www.bernd-felgentreff.de

Vielen Dank.