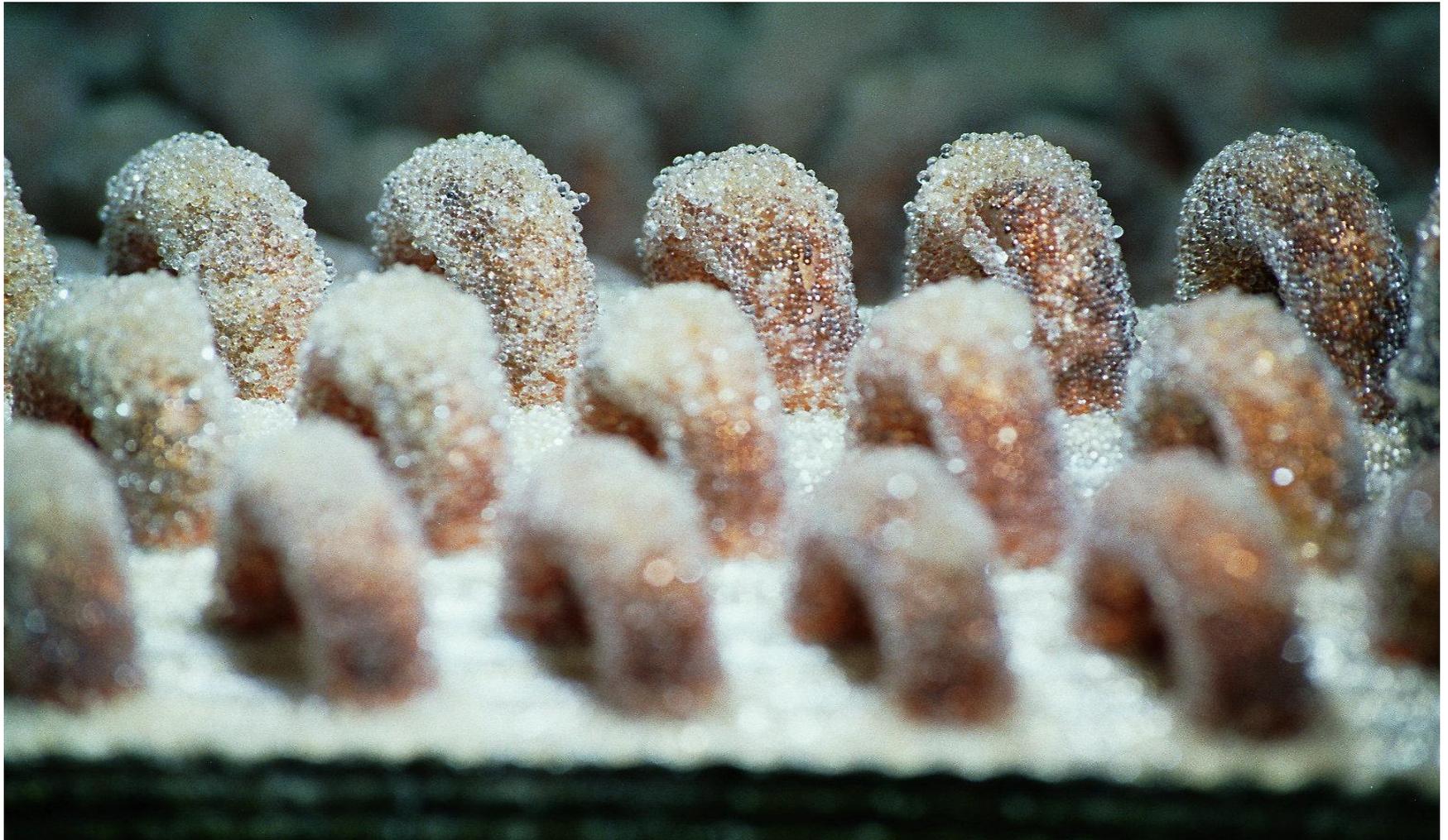


14. Netzwerktreffen „Innovationen und Entwicklungswege in der Kältetechnik“

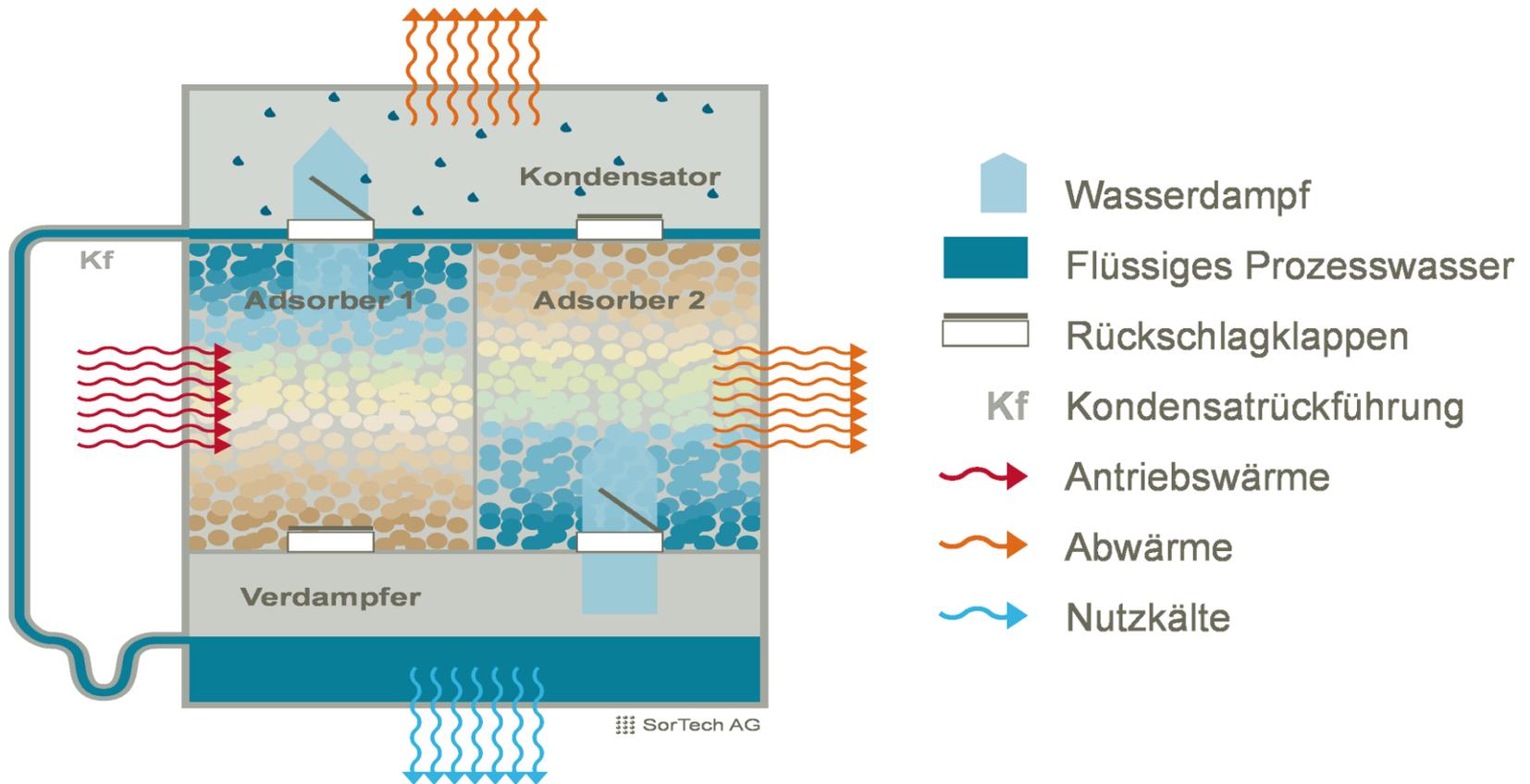


KWKK 10 – 50 kW



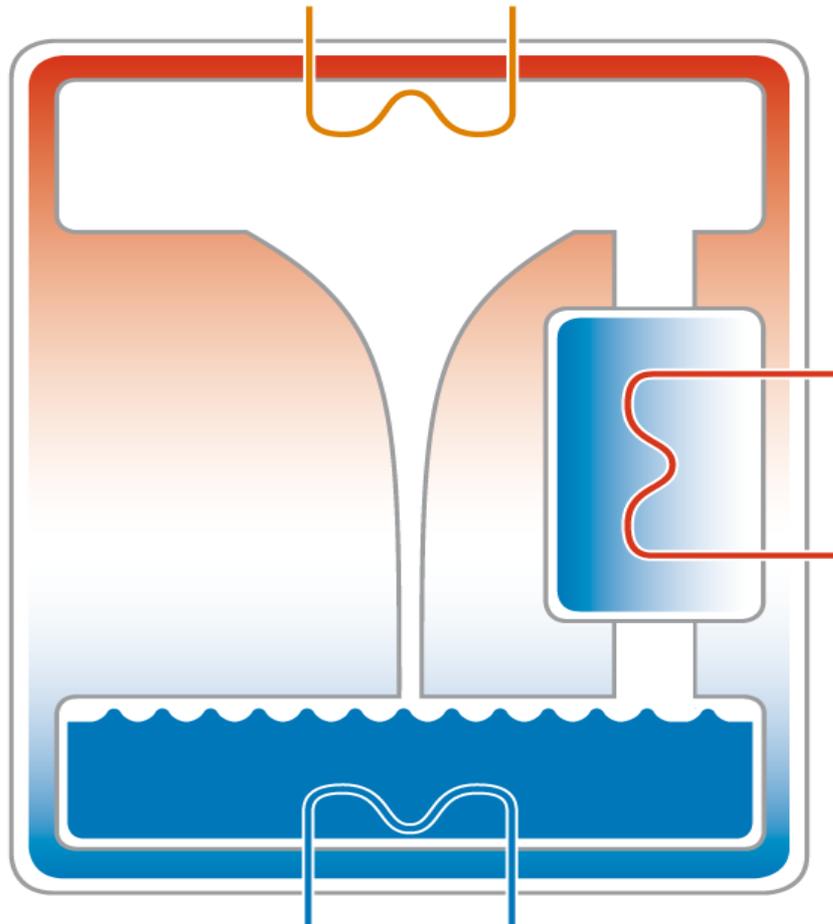
KWKK 10 – 50 kW

Adsorption



KÄLTEERZEUGUNG

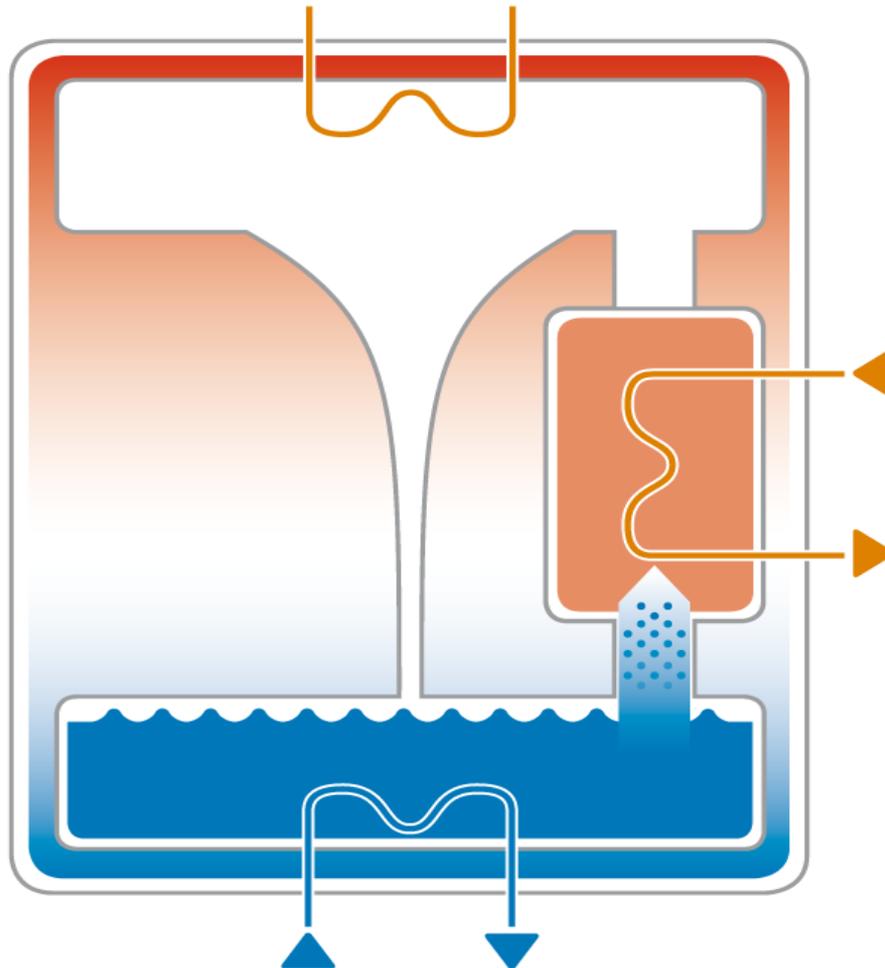
FUNKTIONSPRINZIP



- Antriebskreis**
(Thermischer Antrieb – Ausheizen der Adsorber)
- Kältekreis**
(Kühlung – Aufnahme von Energie zur Verdampfung)
- Rückkühlkreis**
(Rückkühlung – Abführen von Wärme aus dem System)

KÄLTEERZEUGUNG

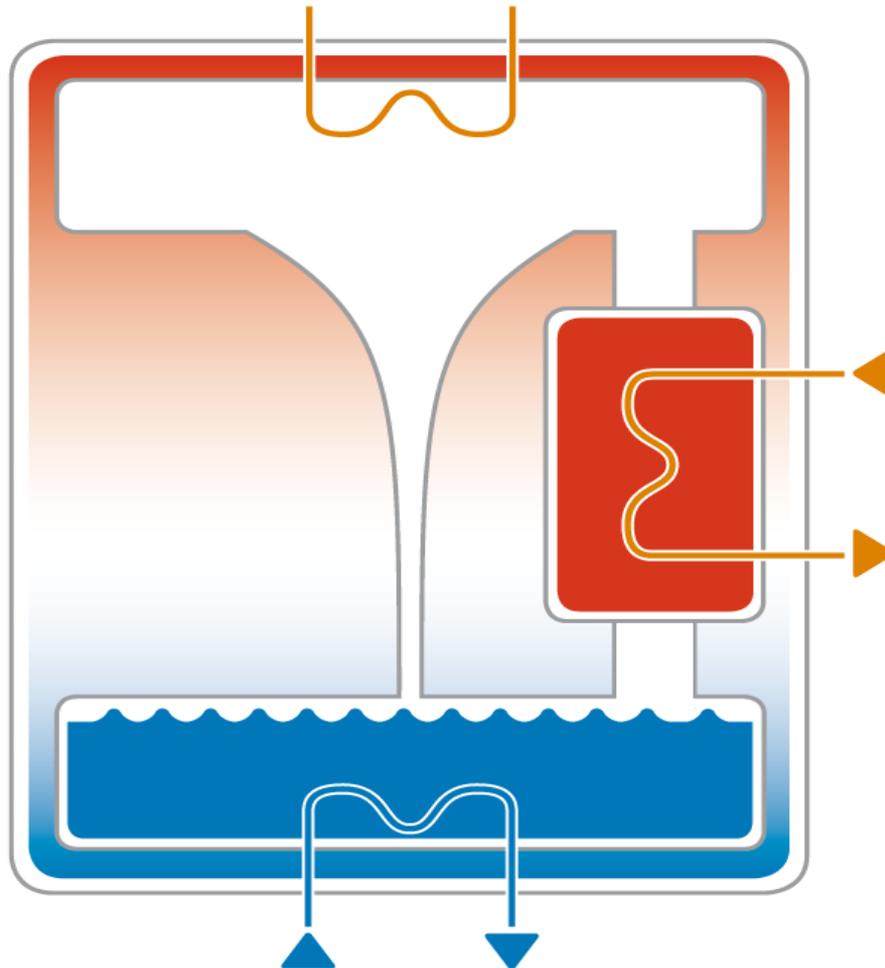
FUNKTIONSPRINZIP



- Antriebskreis**
(Thermischer Antrieb – Ausheizen der Adsorber)
- Kältekreis**
(Kühlung – Aufnahme von Energie zur Verdampfung)
- Rückkühlkreis**
(Rückkühlung – Abführen von Wärme aus dem System)

KÄLTEERZEUGUNG

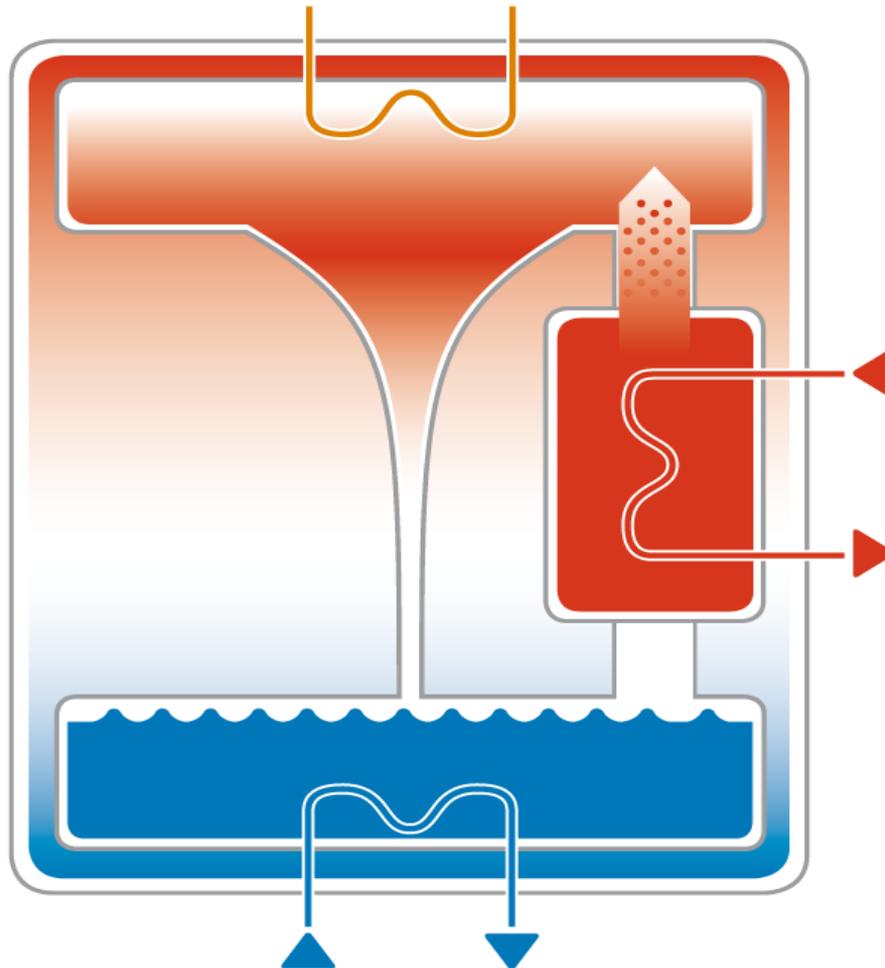
FUNKTIONSPRINZIP



- Antriebskreis**
(Thermischer Antrieb – Ausheizen der Adsorber)
- Kältekreis**
(Kühlung – Aufnahme von Energie zur Verdampfung)
- Rückkühlkreis**
(Rückkühlung – Abführen von Wärme aus dem System)

KÄLTEERZEUGUNG

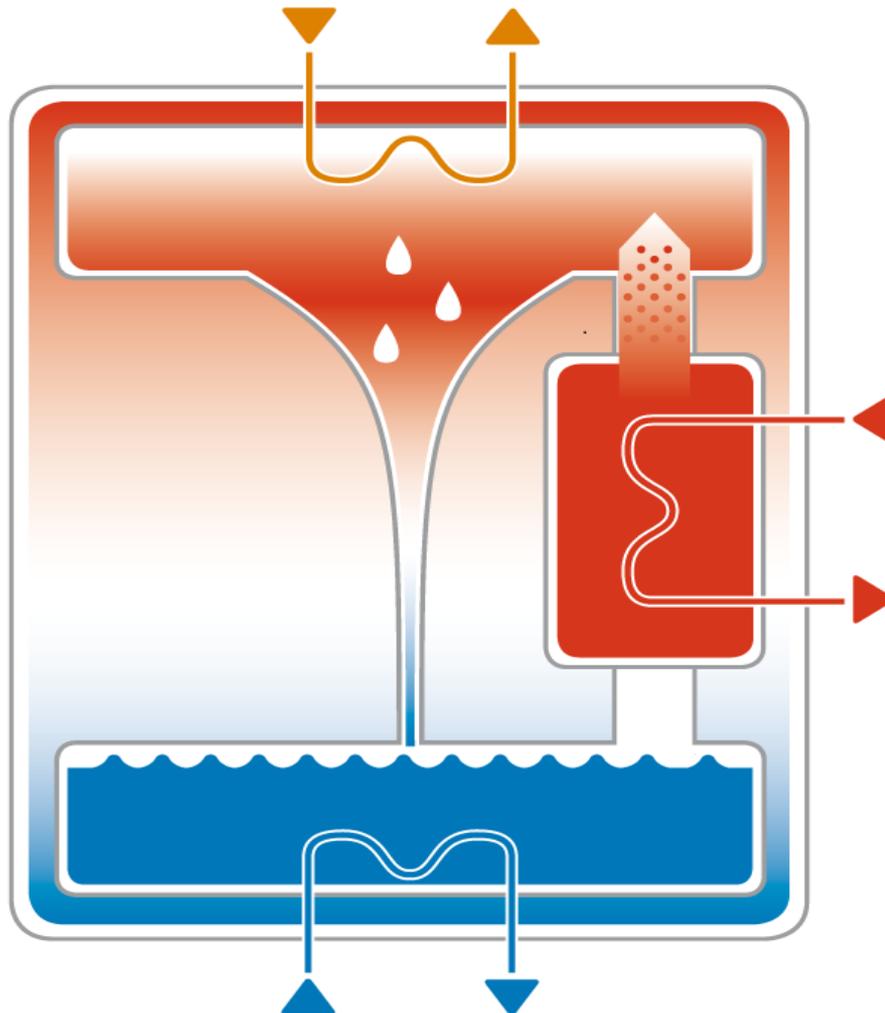
FUNKTIONSPRINZIP



- Antriebskreis**
(Thermischer Antrieb – Ausheizen der Adsorber)
- Kältekreis**
(Kühlung – Aufnahme von Energie zur Verdampfung)
- Rückkühlkreis**
(Rückkühlung – Abführen von Wärme aus dem System)

KÄLTEERZEUGUNG

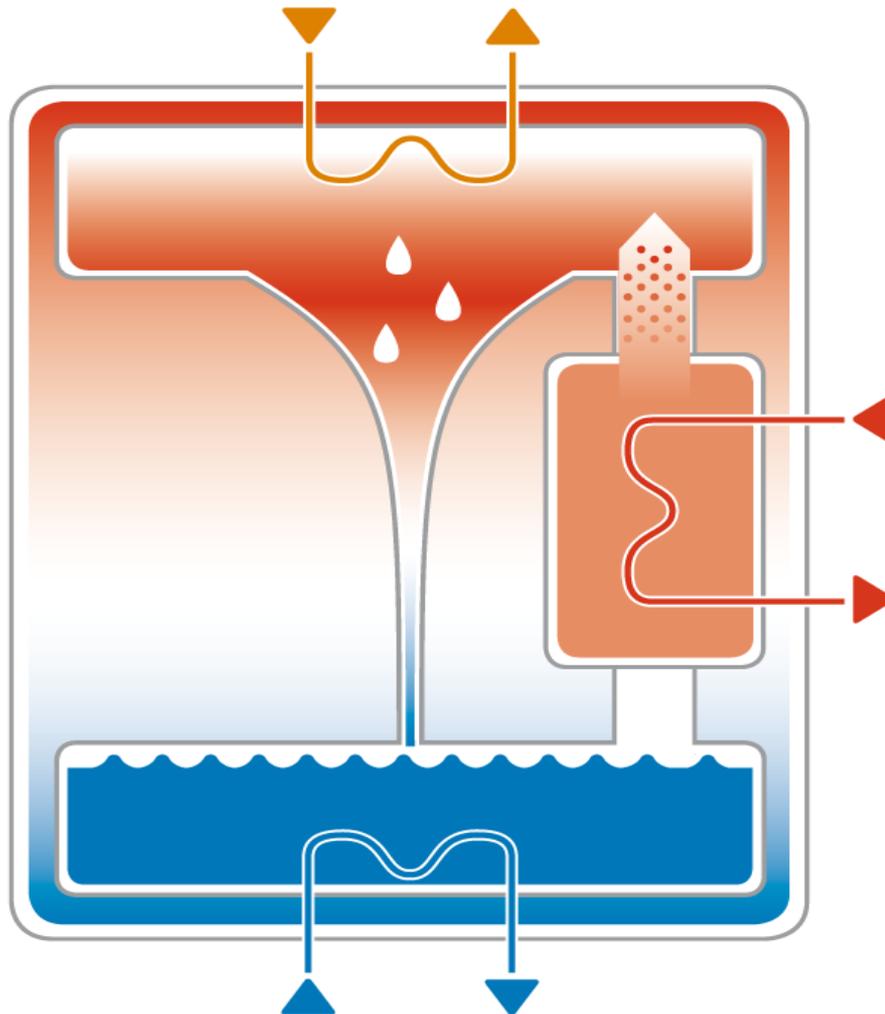
FUNKTIONSPRINZIP



- Antriebskreis**
(Thermischer Antrieb – Ausheizen der Adsorber)
- Kältekreis**
(Kühlung – Aufnahme von Energie zur Verdampfung)
- Rückkühlkreis**
(Rückkühlung – Abführen von Wärme aus dem System)

KÄLTEERZEUGUNG

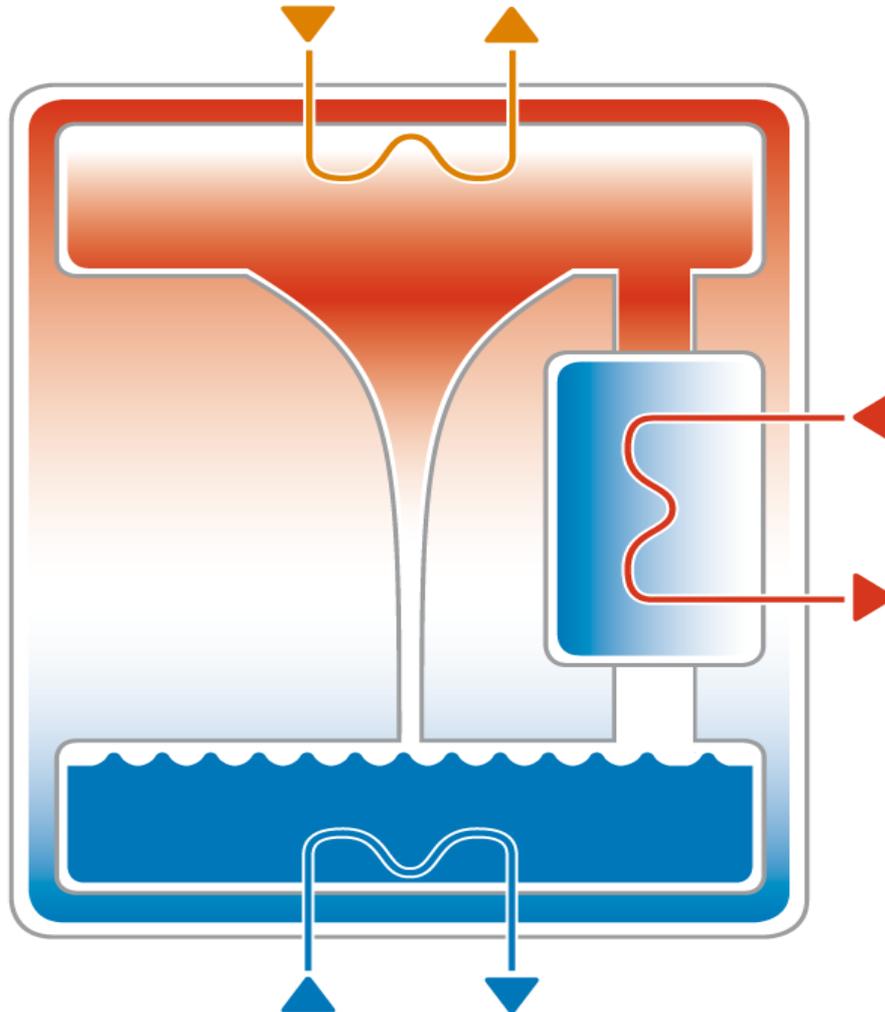
FUNKTIONSPRINZIP



- Antriebskreis**
(Thermischer Antrieb – Ausheizen der Adsorber)
- Kältekreis**
(Kühlung – Aufnahme von Energie zur Verdampfung)
- Rückkühlkreis**
(Rückkühlung – Abführen von Wärme aus dem System)

KÄLTEERZEUGUNG

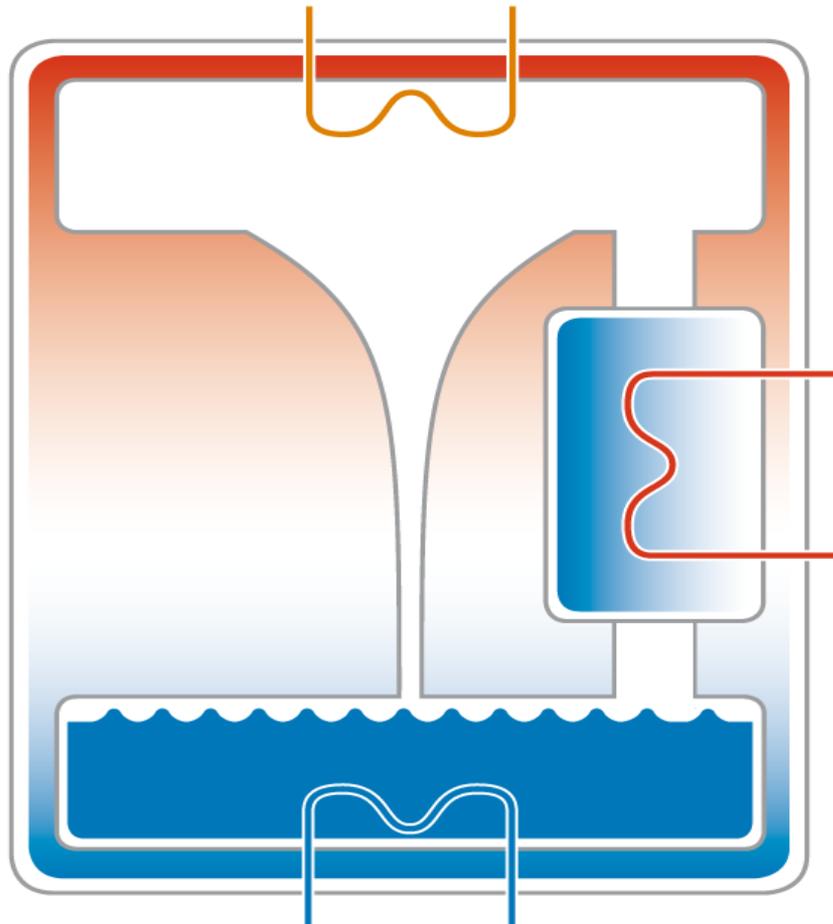
FUNKTIONSPRINZIP



- Antriebskreis**
(Thermischer Antrieb – Ausheizen der Adsorber)
- Kältekreis**
(Kühlung – Aufnahme von Energie zur Verdampfung)
- Rückkühlkreis**
(Rückkühlung – Abführen von Wärme aus dem System)

KÄLTEERZEUGUNG

FUNKTIONSPRINZIP



- **Antriebskreis**
(Thermischer Antrieb – Ausheizen der Adsorber)
- **Kältekreis**
(Kühlung – Aufnahme von Energie zur Verdampfung)
- **Rückkühlkreis**
(Rückkühlung – Abführen von Wärme aus dem System)

KWKK 10 – 50 kW

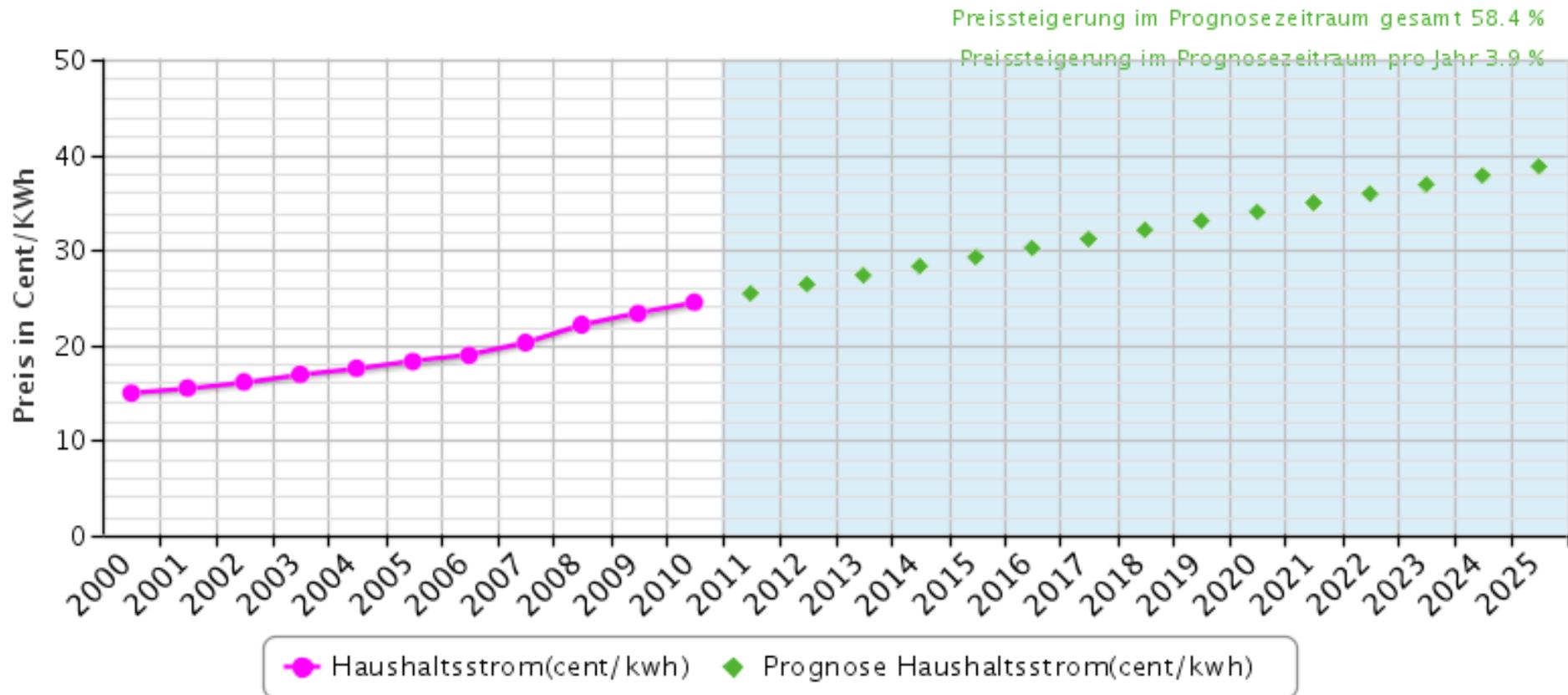
Adsorption



KWKK 10 – 50 kW



KWKK 10 – 50 kW



Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie / EnergieAgentur.NRW

KWKK 10 – 50 kW

Typische Unterschiede der Adsorptionskälte zur Kompressionskälte bei Klimaanlage:

Kompressionskälte:

- Wirkungsgrad EER Jahresmittel 3,8
- Schalldruckpegel am Gerät (1 m) im Bereich 50 – 60 dB(A)
- Platzbedarf Gerät 0,5 – 2,5 m³
- Installationsaufwand vergleichsweise gering

Adsorptionskälte:

- Wirkungsgrad EER Jahresmittel bis zu 15
- Schalldruckpegel am Gerät vernachlässigbar
- Platzbedarf gesamt relativ hoch
- Installationsaufwand vergleichsweise hoch

KWKK 10 – 50 kW

Parameter, die den Einsatz der Adsorptionskälte begünstigen:

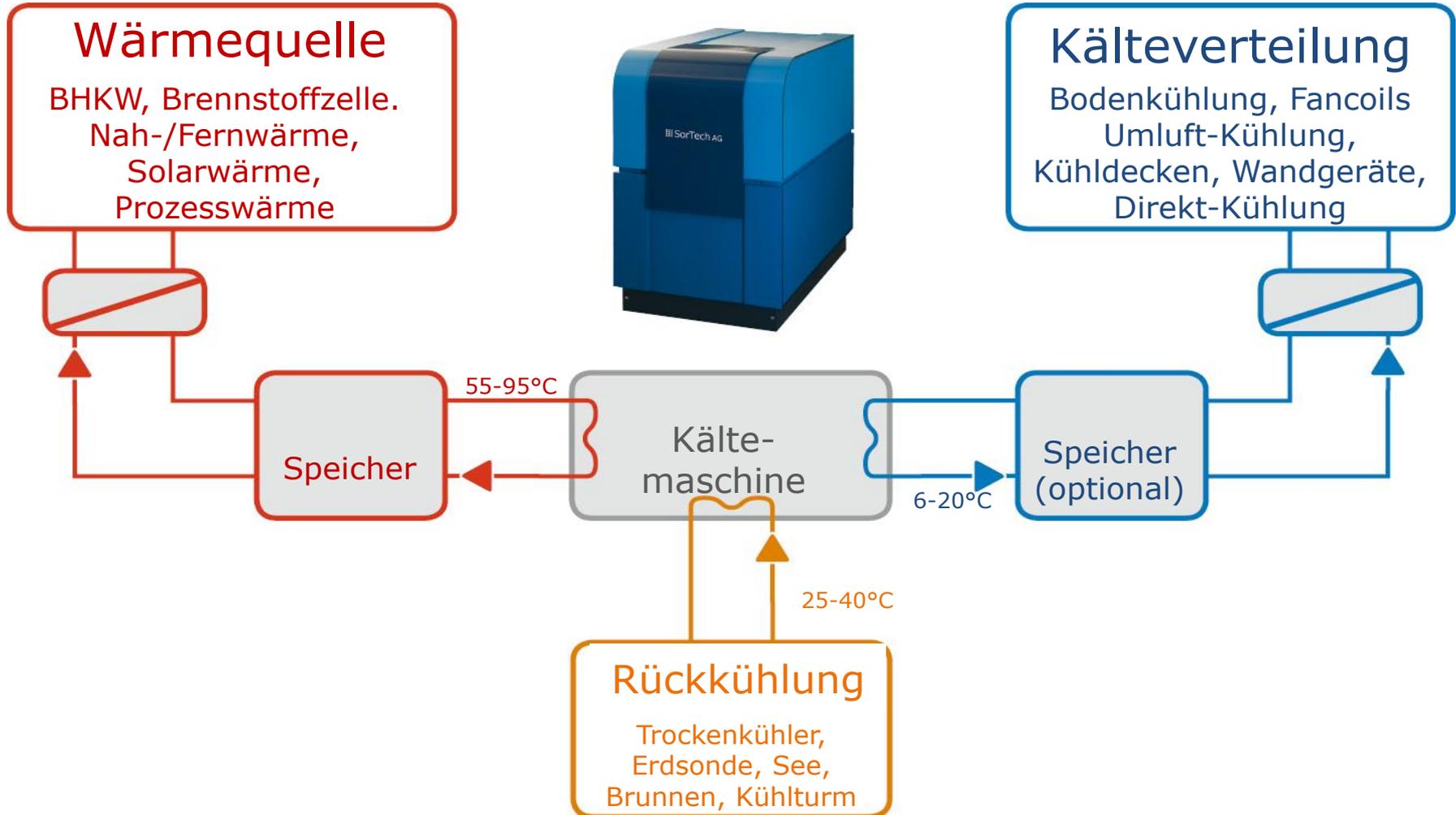
- Kaltwasservorlauftemperatur über 9°C
- Kostenfreie Antriebswärme
- Antriebswärme – Temperaturniveau 65°C bis 95°C
- Hohe jährliche Nutzungsstundenanzahl (> 5000h)
- Gute Rückkühl-Möglichkeiten (geringe Schmutzbelastung der Außenluft)
- Bauseitige hohe Anforderungen bezüglich Schallimmission

KWKK 10 – 50 kW

	Absorptions- Kältemaschine	Adsorptions- Kältemaschine
Physikalischer Kühlungseffekt	Verdampfen des Kältemittels (Kaltdampfprozeß)	
Verdichtungsprinzip	Thermisch (Absorptionslösungskreislauf)	Thermisch (Adsorption von Wasserdampf)
Antriebsenergie	Wärmeenergie Theoretisch: 70 - 180 °C Praktisch: >>85°C	Wärmeenergie Theoretisch: 55 - 95 °C Praktisch: >60°C
Kältemittel	Wasser mit LiBr oder NH ₃ als Absorptionsmittel Umwelt- und Gesundheitsschädlich	Wasser mit Feststoff als Adsorptionsmittel (SILICA-Gel, Zeolith) Nicht umwelt- und gesundheitsschädlich
Kälteleistungen	10 kW – xMW	1 kW - 250 kW
Jahresarbeitszahl EER ¹⁾	10 - 15	10 - 15
COP _{th}	0,35 – 0,75	0,35 – 0,65

1)Der EER (Energy Efficiency Ratio) gibt das Verhältnis der abgegebenen Kälteleistung zur aufgewendeten elektrischen Leistung an. Je höher dieser Wert ausfällt, desto effizienter arbeitet die Maschine. (Quelle: SorTech AG)

KWKK 10 – 50 kW



KWKK 10 – 50 kW



HT_in: 85°C
HT_out: 78°C

28 kW

Antriebskreis
(HT)



LT_out: 7°C
LT_in: 9°C

10 kW



Kaltwasserkreis
(LT)

MT_in: 29°C
MT_out: 34°C

($t_{amb}=26°C$)

38 kW



Rückkühlkreis (MT)

Quelle: green-engineers

KWKK 10 – 50 kW

Praxisbeispiel

„Neustrukturierung Laborbereich der Rudolf Hensel GmbH“

Kälteleistung 30 kW bei 16°/11°C

Wärmequelle BHKW 75°/80°C

Nutzung:

- Laborräume
- Büroräume
- Technikraum
- Prozesswasser-Kühlung

KWKK 10 – 50 kW

Anlagengrösse
2 x 15 kW



KWKK 10 – 50 kW

Rückkühler



KWKK 10 – 50 kW

Fancoils im
Laborbereich



KWKK 10 – 50 kW

Fancoil im
Technikraum



KWKK 10 – 50 kW

Deckenkassetten
in sechs
Büroräumen



KWKK 10 – 50 kW

Prozesswasser-
Speicher 80m³



KWKK 10 – 50 kW

Hydraulik-
Installation

Adsorptions-
Kältemaschine



Schaltkasten
Steuerung/Regelung

MT-Pumpe
Rückkühler

LT-Pumpe
Kaltwasser

HT-Pumpe
Heisswasser

KWKK 10 – 50 kW

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

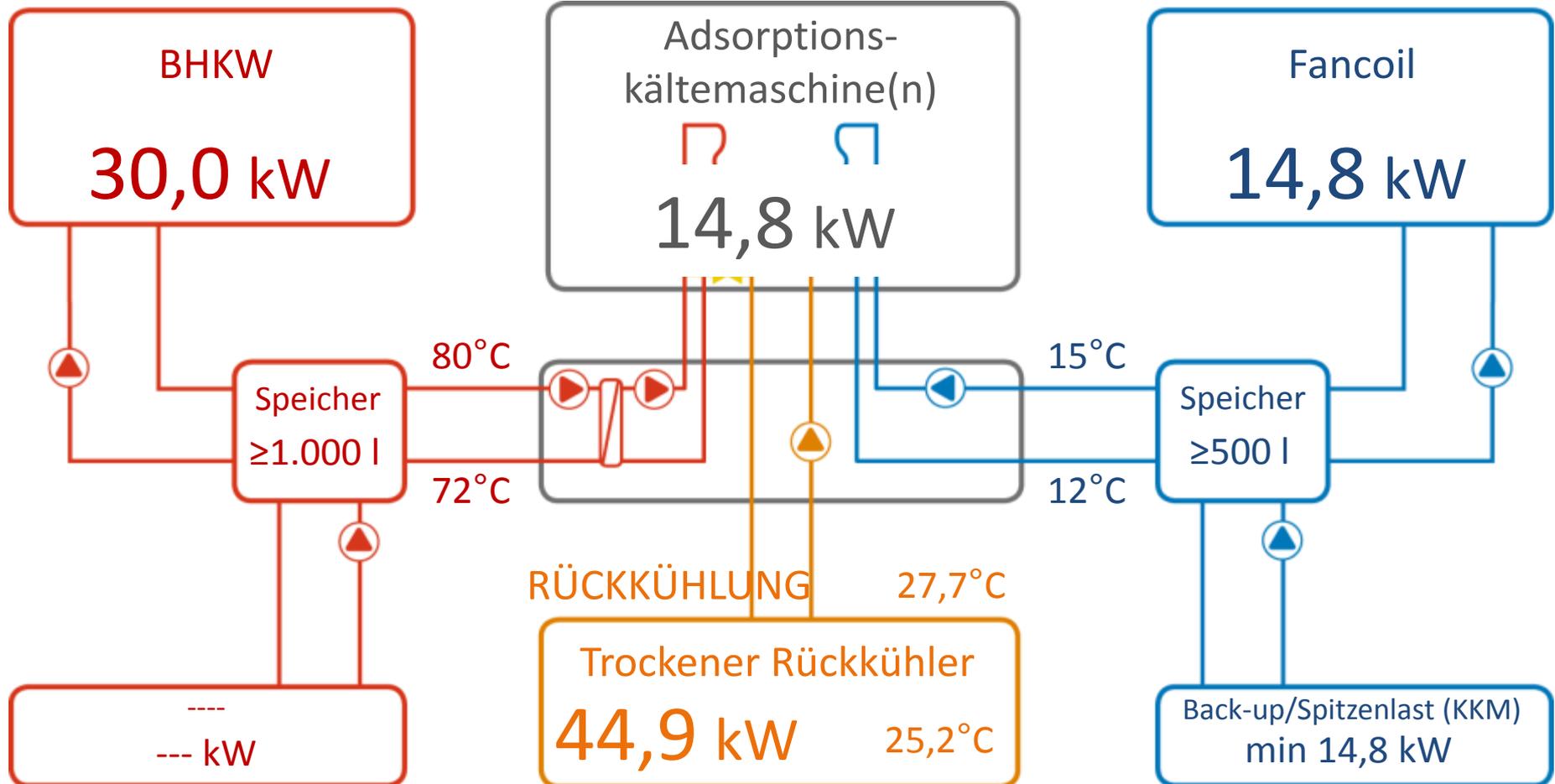
AUSGANGSSITUATION

- BHKW-Abwärme (80°C)
- Kälte: 14 kW, ganzjähriger Bedarf
- Ziel:
 - max. Betriebskosteneinsparung
 - max. Laufzeit BHKW
 - schneller ROI
- Strompreis: 0,18 Eur/kWh
- Nutzungsdauer: 15 Jahre

KWKK 10 – 50 kW

ANTRIEBSWÄRME

KÄLTEVERTEILUNG



KWKK 10 – 50 kW

LEISTUNGSDATEN

Kälteleistung, gesamt [kW]	14,8
Betriebsstunden Kälteanlage [h/a]	4.918
Betriebsstunden Freie Kühlung [h/a]	3.760

INVESTITION

Investition, gesamt [€]	50.170,00
-------------------------	-----------

EINSAPRUNGEN ÜBER NUTZUNGSDAUER [15a]*

Betriebskosten [€]	183.229,66	89,69
Elektroenergie [kWh/a]	486.055,92	79,56
CO2 Emissionen [kg]	421.451,16	79,60

GENERIERTE ERTRÄGE [15a]*

Durch Betrieb der Kälteanlage [€]	0,00	0,00
-----------------------------------	------	------

WIRTSCHAFTLICHKEIT*

Differenzinvestition [€]	29.813,00
Kapitalwertvorteil [€]	87.781,42
IRR [%]	5,50
Durch. Amortisationsdauer [a]	2,4

* Im Vergleich zur alternativen Lösung

Vorteile von Adsorptionskältemaschinen

- Niedrige, variable Antriebstemperatur aus verschiedenen Wärmequellen nutzbar
 - Antriebstemperaturen ab 55°C können genutzt werden
 - Sehr gute Leistungen auch bei variablen Vorlauftemperaturen
- Sauber, umweltfreundlich & ressourcenschonend
 - Wasser / Silikagel sind ökologisch unbedenklich und haben im Unterschied zu Kältemitteln von Kompressionskälteanlagen keine Auswirkung auf den Treibhauseffekt
 - Wasser / Silikagel (Quarzsand) sind natürliche Stoffe und in ausreichendem Maße auf der Erde verfügbar
 - Um bis zu 90% geringerer CO₂-Ausstoß im Vergleich zu Kompressionskältemaschinen
- Leise
- Keine mechanischen Komponenten zur Kälteerzeugung

KWKK 10 – 50 kW



**Vielen Dank für Ihre
geschätzte
Aufmerksamkeit!**