

# Klimakälteerzeugung aus Wärme

## Sorptionstechnik



**FH Burgenland**

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

BRINGT BESONDERES ZUSAMMEN

- **Einleitung**
  - Kältebereitstellung, Marktsituation, Geschichte, Begriffe
  
- **Thermodynamik der Sorptionstechnik**
  - Prinzip, Arbeitsstoffe, Diagramme, Prozesse
  
- **Anwendung**
  - Spez. Investitionskosten, Vor-/Nachteile, Beispiele
  
- **Schlussworte**

# Einleitung - Kältebereitstellung

## Kältebereitstellung (nach Energieeinsatz)

Strom

Kompressionskältemaschinen

Splitgeräte

WP/Klima-Kompaktgeräte

Gas

Absorptionskältemaschinen

Kompressionskältemaschinen  
mit  
Gasmotor

Thermisch  
(Fern- Nahwärme, Abwärme, Solar,  
Geothermie)

Absorptionskältemaschinen

Adsorptionskältemaschinen

DEC-Anlagen

Dampfstrahlkältemaschinen

Auf dem Markt zur Verfügung stehende Kältebereitstellungsanlagen (lt. Firmendaten)

Kältebereitstellungsanlagen (Klimatisierung)	Abkürzung	Nennkälteleistung [kW]		EER	
		von	bis	von	bis
elektrischbetriebene Kompressionskältemaschine	elektr. KKM	5	8500	1,5	8
gasbetriebene Absorptionskältemaschine	gasb. AbKM	16	7000	0,6	1,3
gasmotorbetriebene Kompressionskältemaschine	gasm. KKM	3	7300	1	2,5
thermischbetriebene Sorptionskältemaschine	therm. SKM	5	6000	0,4	1,25

**EER = Nennkälteleistung / Antriebsleistung**

## John Leslie

1. AbKM  
 $H_2O/H_2SO_4$   
für Eisbereitung

1810

## Ferdinand Carre

Einführung des  
Stoffpaares  
 $NH_3 / H_2O$   
für eine  
kontinuierlich  
arbeitende  
Maschine

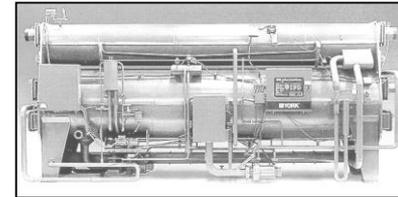
1877

## August Osenbrück

Verwertung von  
Abdampf für die  
Kälteerzeugung  
  
Abdamos-  
Absorptions-  
maschinen

1895

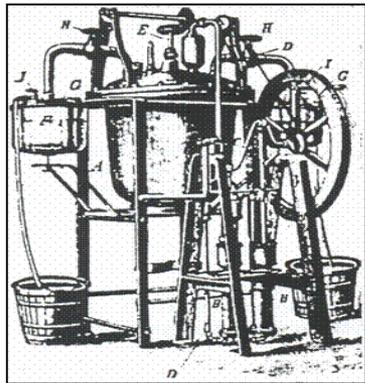
1999



(Fa. York 1999)

## Edmond Carre

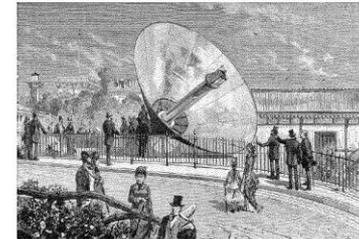
Entwicklung einer  
leistungsfähigen  
Luftpumpe,  
Verbesserung d.  
Maschine



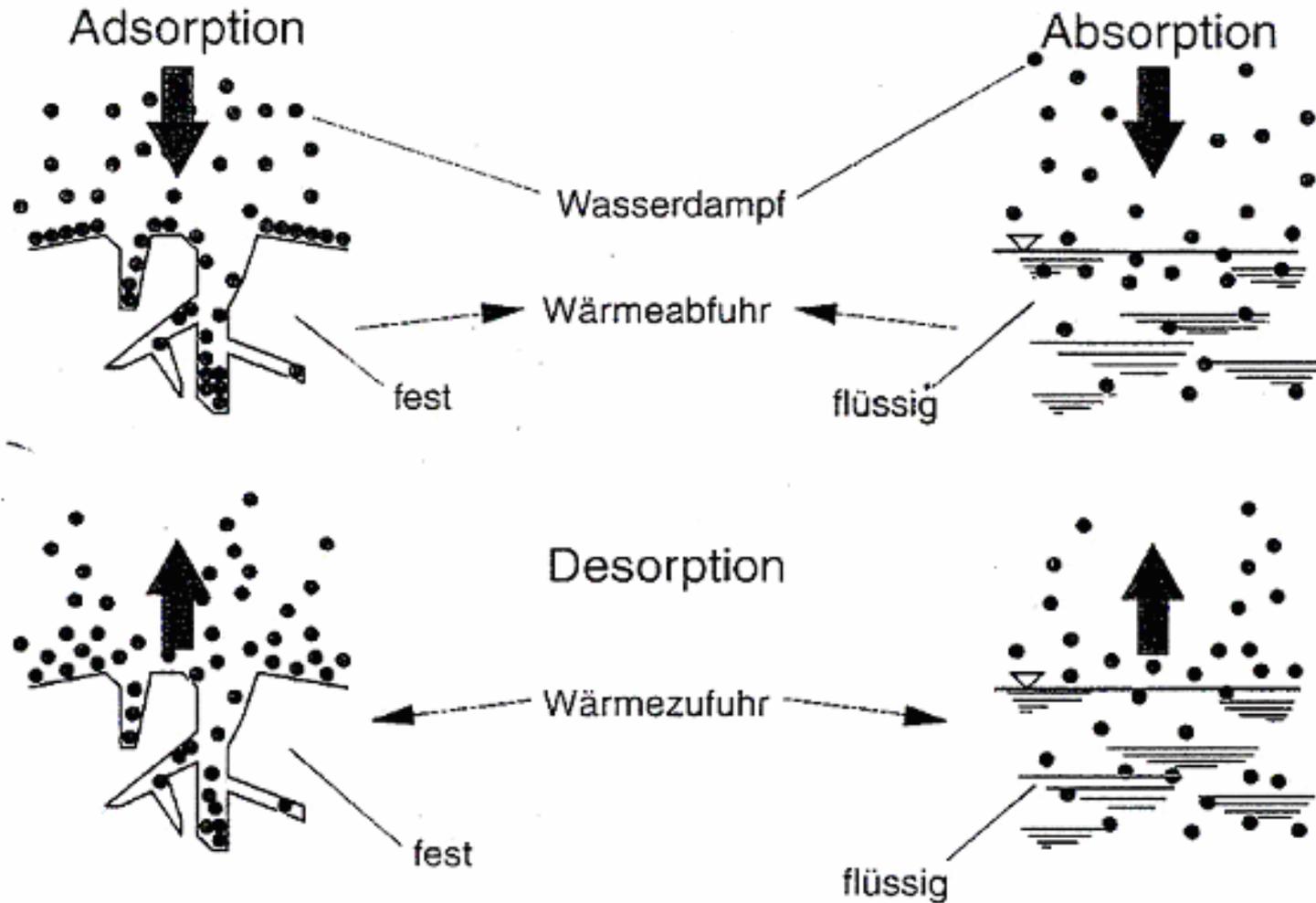
(Niebergall 1950)

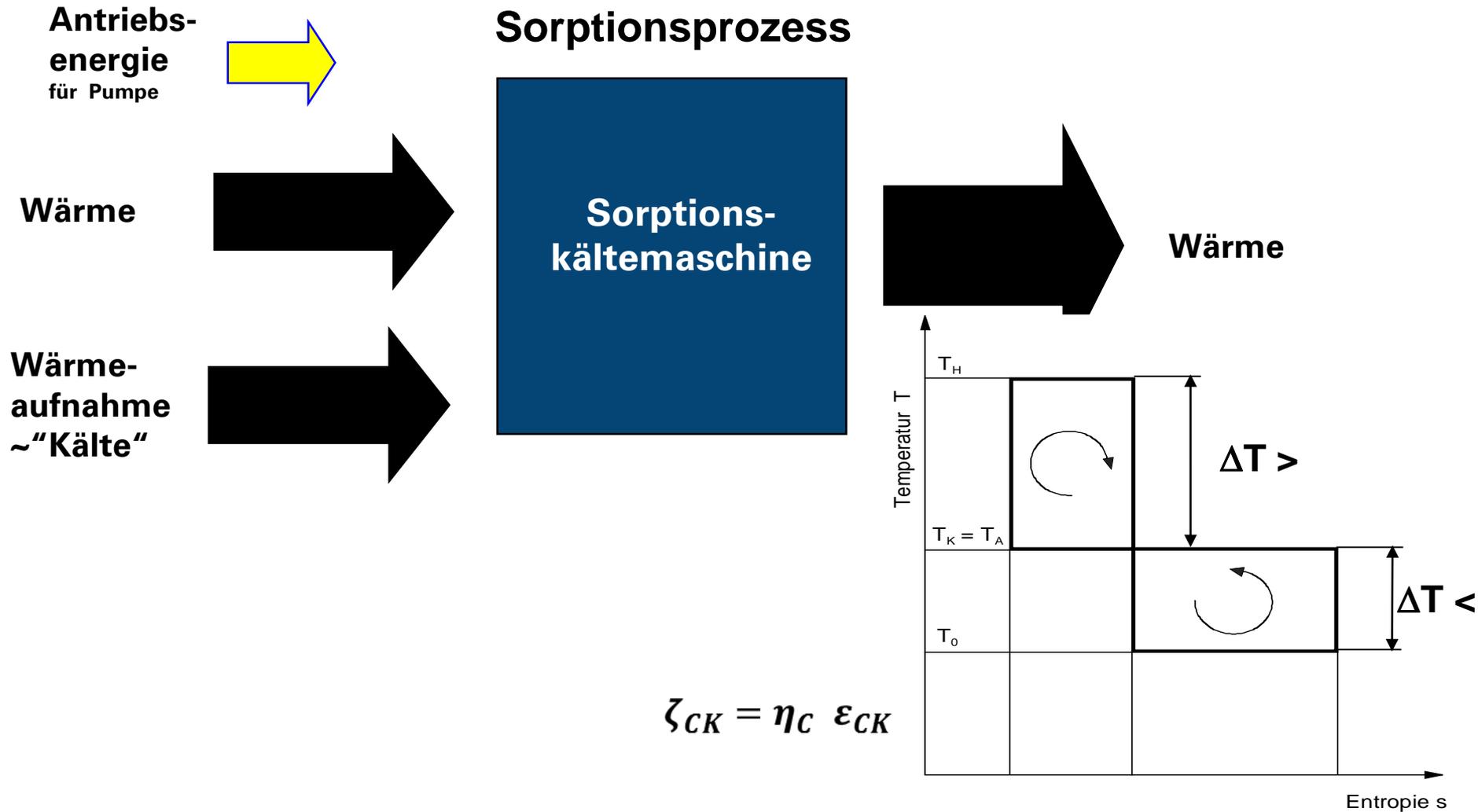
## Augustin Mouchot

Erzeugung eines  
Eisblocks auf der  
Weltausstellung in  
Paris



Mouchot, Augustin: La chaleur Solaire et ses Applications Industrielles (deutsche Ausgabe: Die Sonnenwärme und ihre industriellen Anwendungen, Olynthus Verlag, 1987)





## ▪ **Arbeitsstoffpaare für Sorptionsanlagen**

▪ **Wasser/Lithiumbromid**

▪ **Ammoniak/Wasser**

▪ **Wasser/Silicagel (Kieselgel)**

▪ **Wasser/Zeolith**

▪ **Wasser/Lithiumchlorid**



**Absorptionsanlagen**

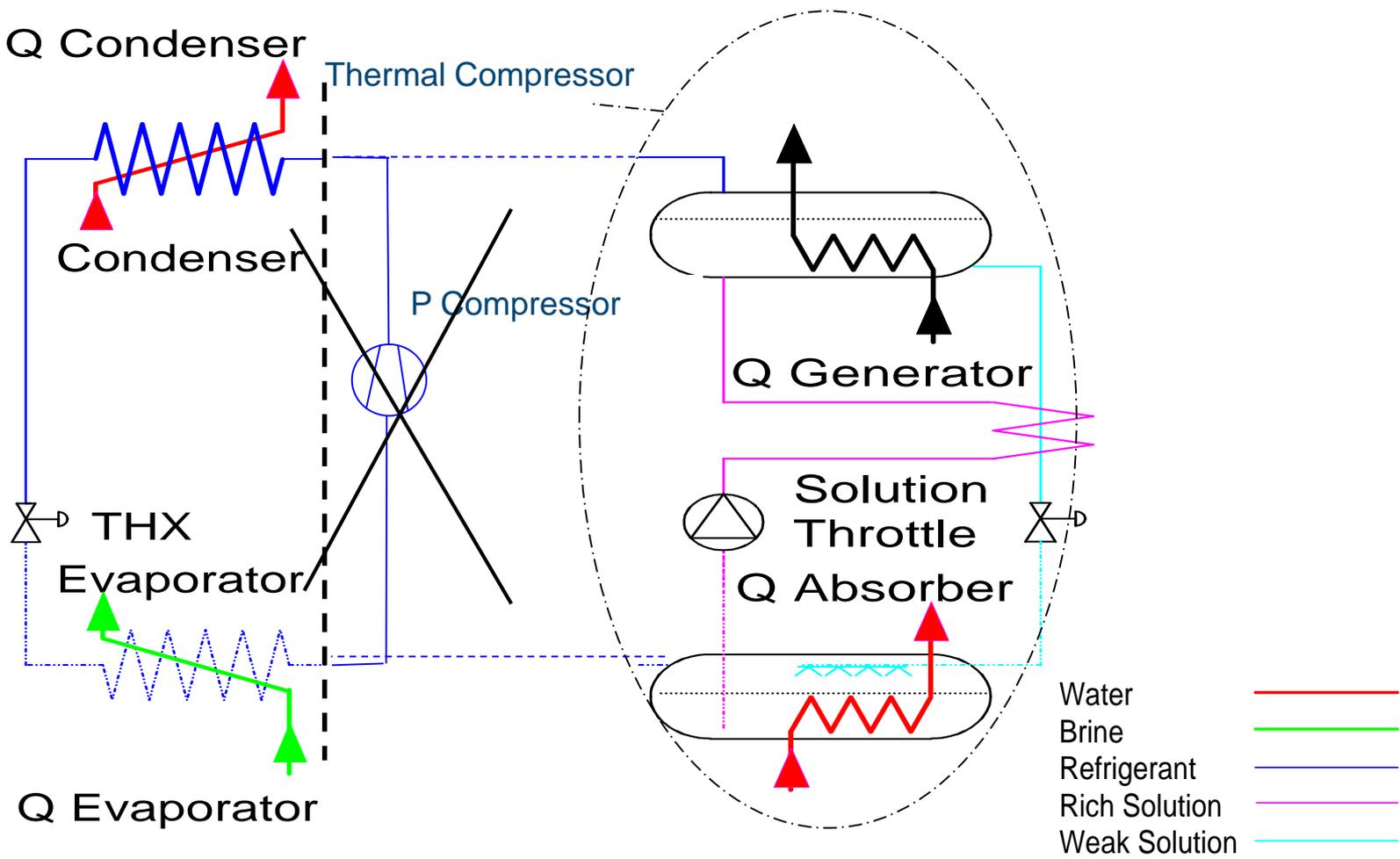
**Adsorptionsanlagen  
geschl. / offen**

**Diese Arbeitsstoffpaare stellen keine Umweltbelastungen dar!**

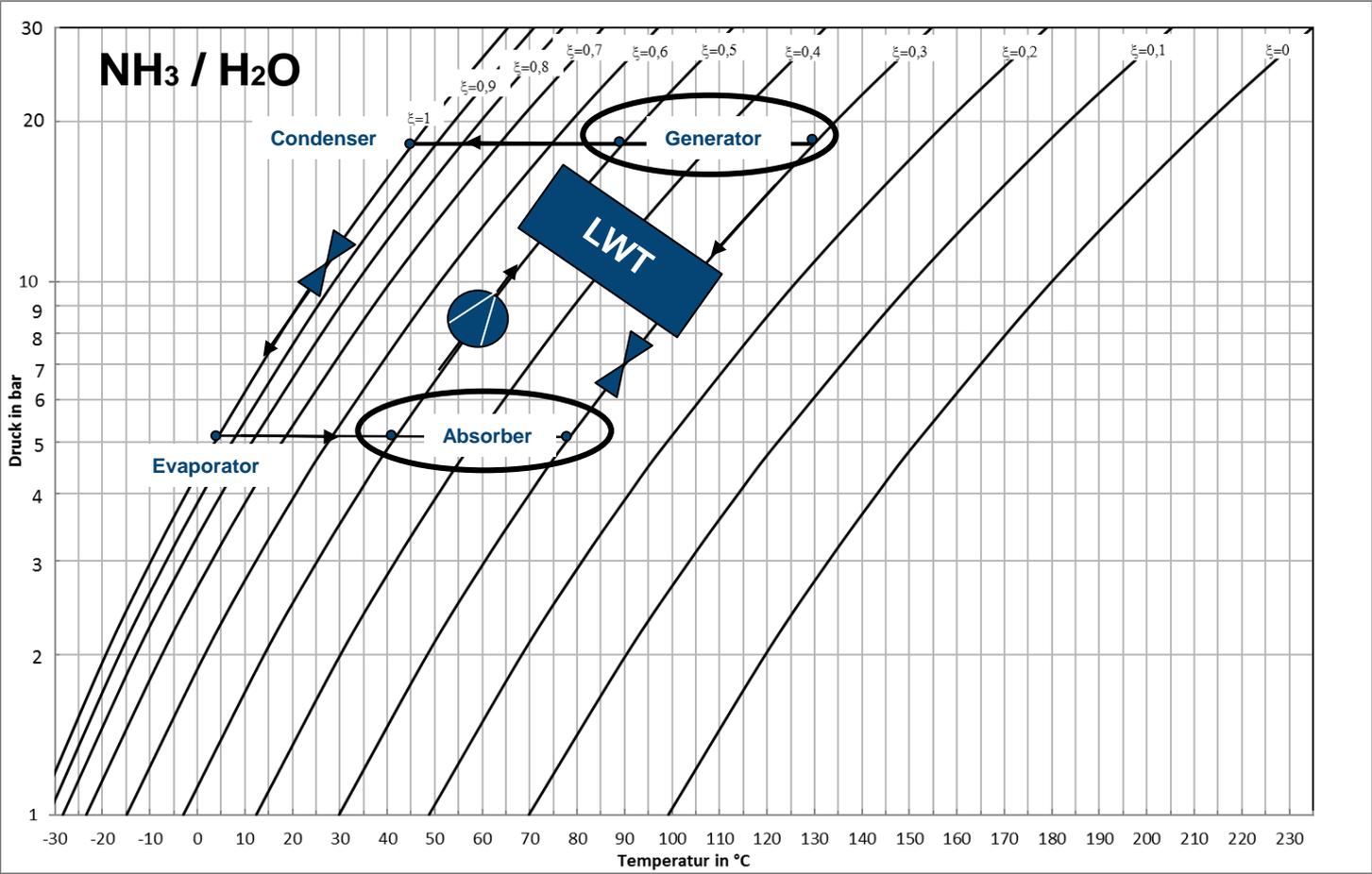
## Arbeitsdiagramme

- log p-h-Diagramm
- log p-1/T-Diagramm
- h- $\xi$ -Diagramm
- h-x-Diagramm

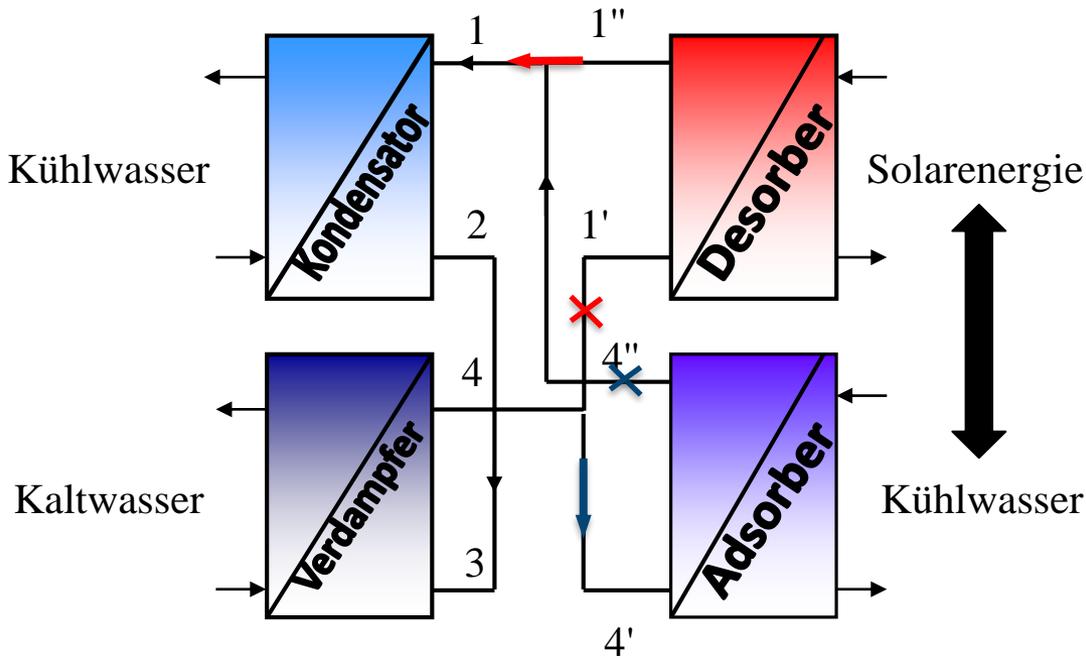
# Thermodynamik der Sorptionstechnik - Absorptionskälteprozess



# Thermodynamik der Sorptionstechnik - Absorptionskälteprozess

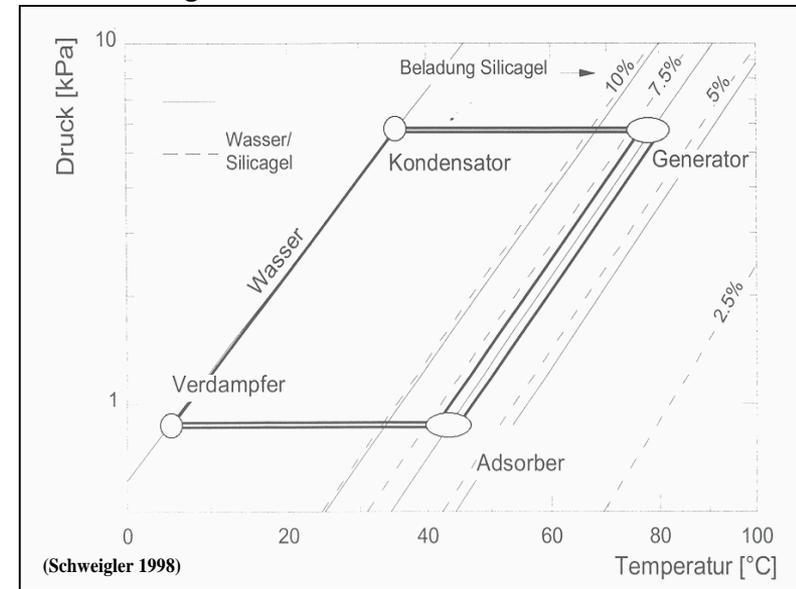


# Thermodynamik der Sorptionstechnik - Adsorptionskälteprozess

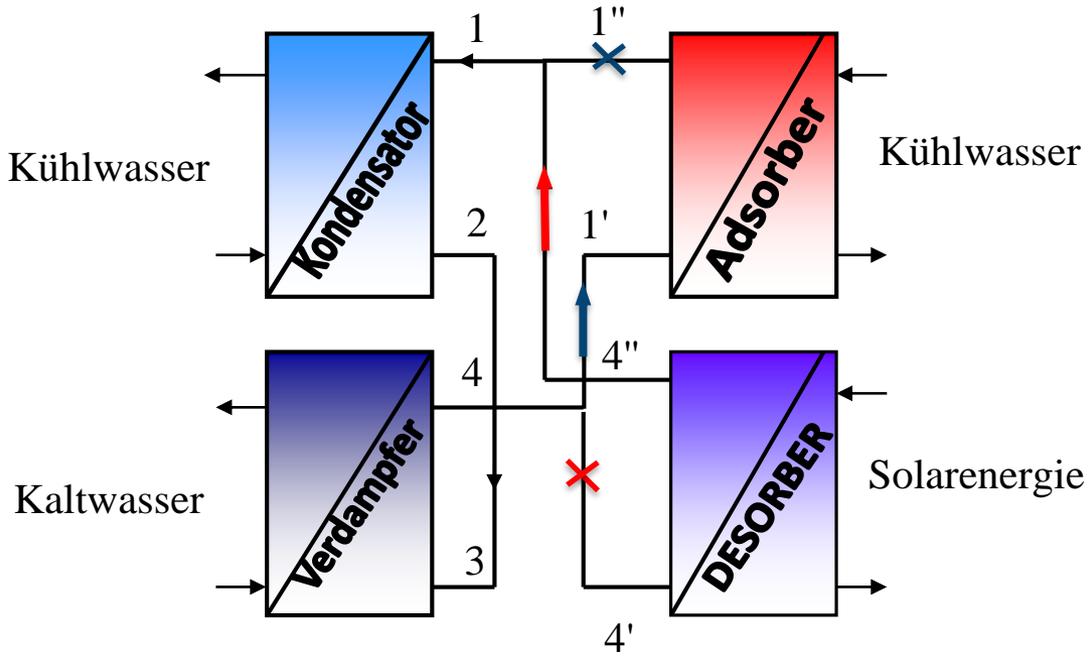


- 1 - 2: Kondensation
- 2 - 3: Drosselung
- 3 - 4: Verdampfung
- 4' - 4'': Adsorption
- 1' - 1'': Desorption

Isosterendiagramm

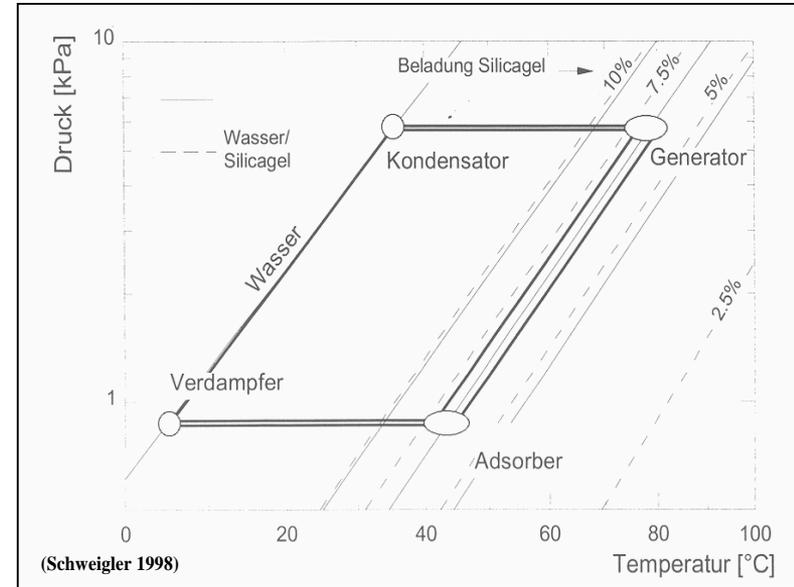


# Thermodynamik der Sorptionstechnik - Adsorptionskälteprozess

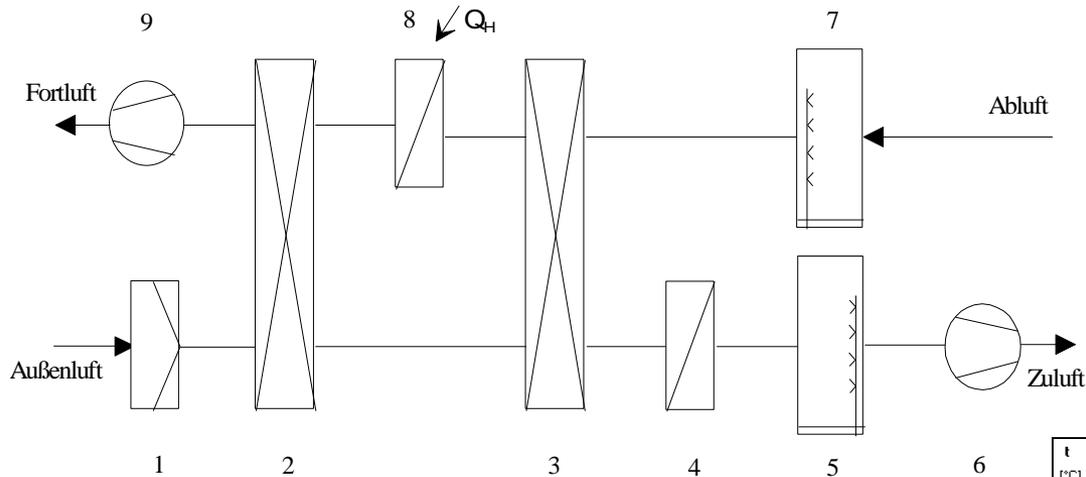


- 1 - 2: Kondensation
- 2 - 3: Drosselung
- 3 - 4: Verdampfung
- 4' - 4'': Adsorption
- 1' - 1'': Desorption

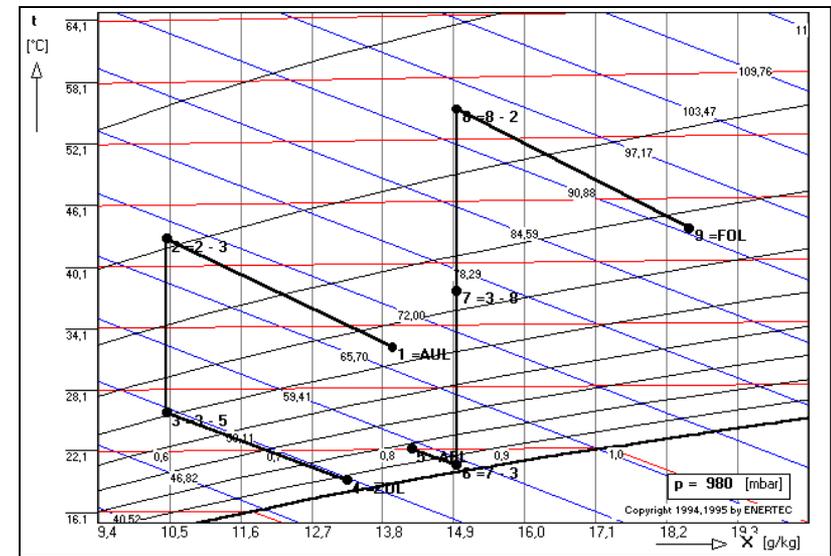
Isosterendiagramm



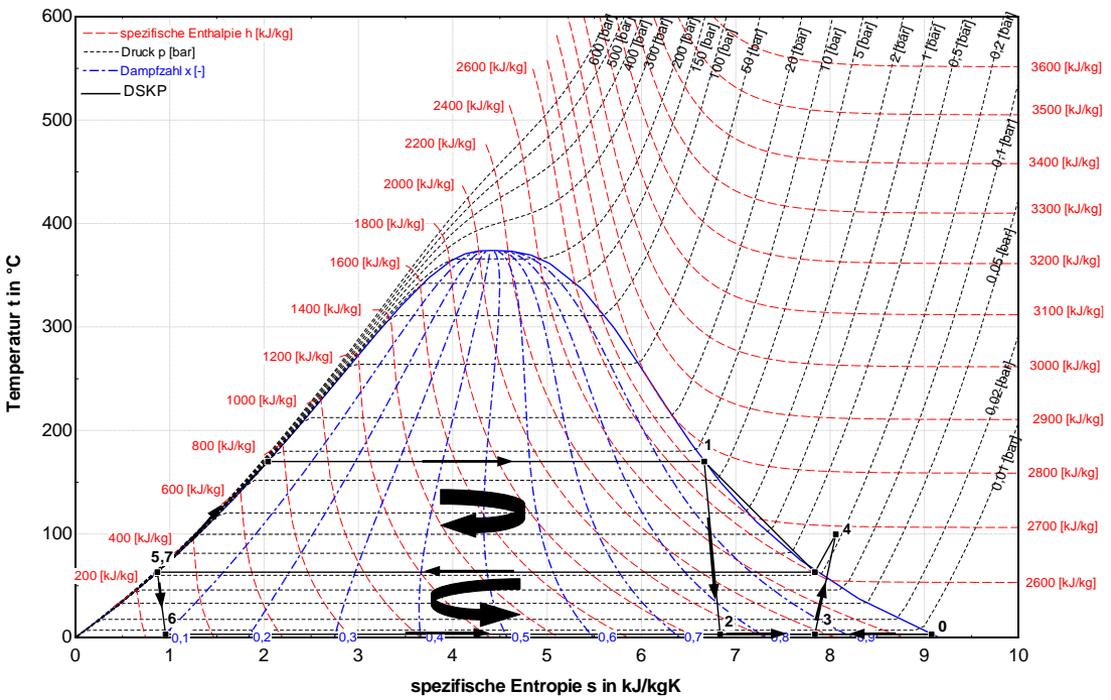
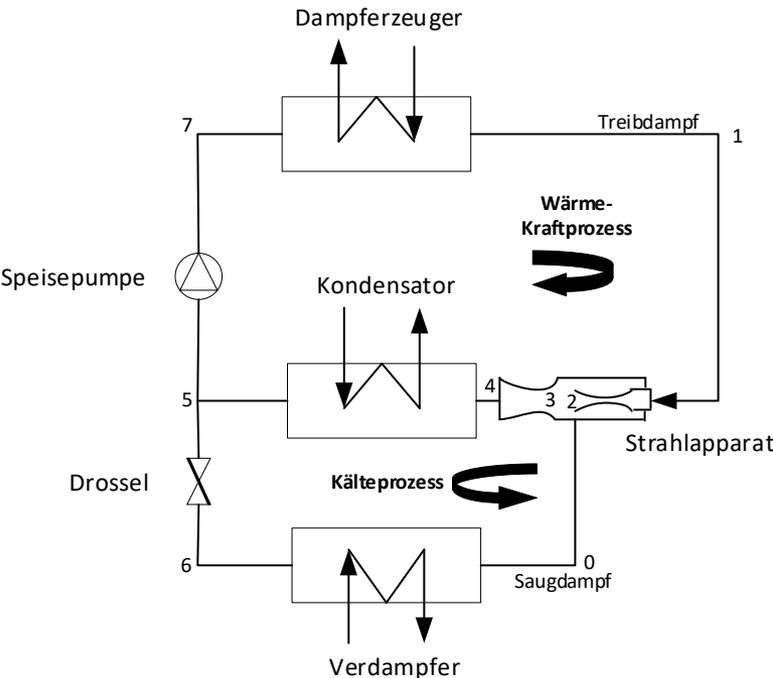
# Thermodynamik der Sorptionstechnik – DEC Prozess (Desiccant and Evaporative Cooling)



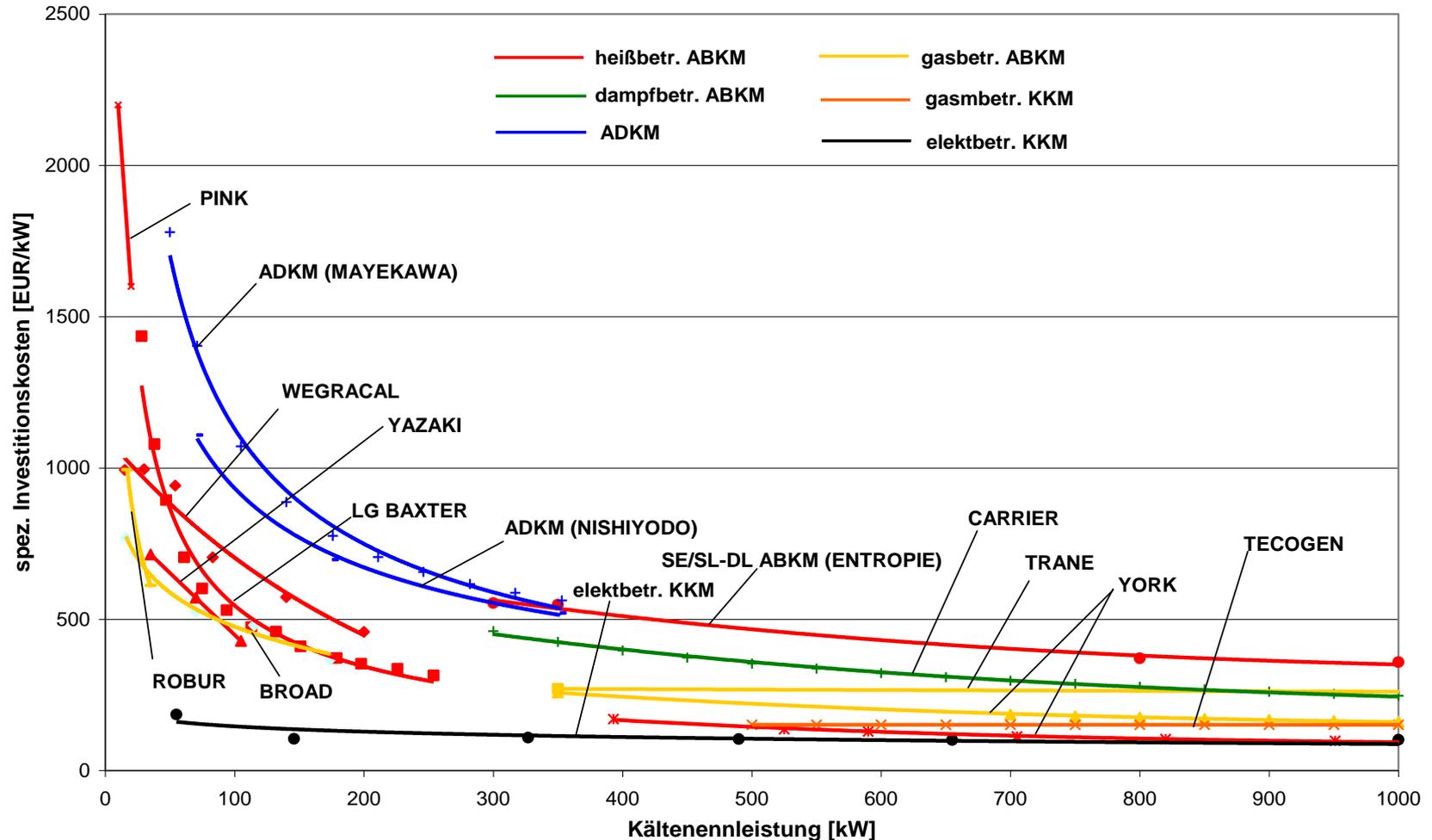
- 1 Filter
- 2 Sorptionsregenerator
- 3 Wärmerückgewinnungssystem
- 4 Nacherhitzer (Winterfall)
- 5 Verdunstungskühler
- 6 Zuluftventilator
- 7 Verdunstungskühler
- 8 Erhitzer
- 9 Fortluftventilator



# Thermodynamik der Sorptionstechnik – Dampfstrahlkälteprozess

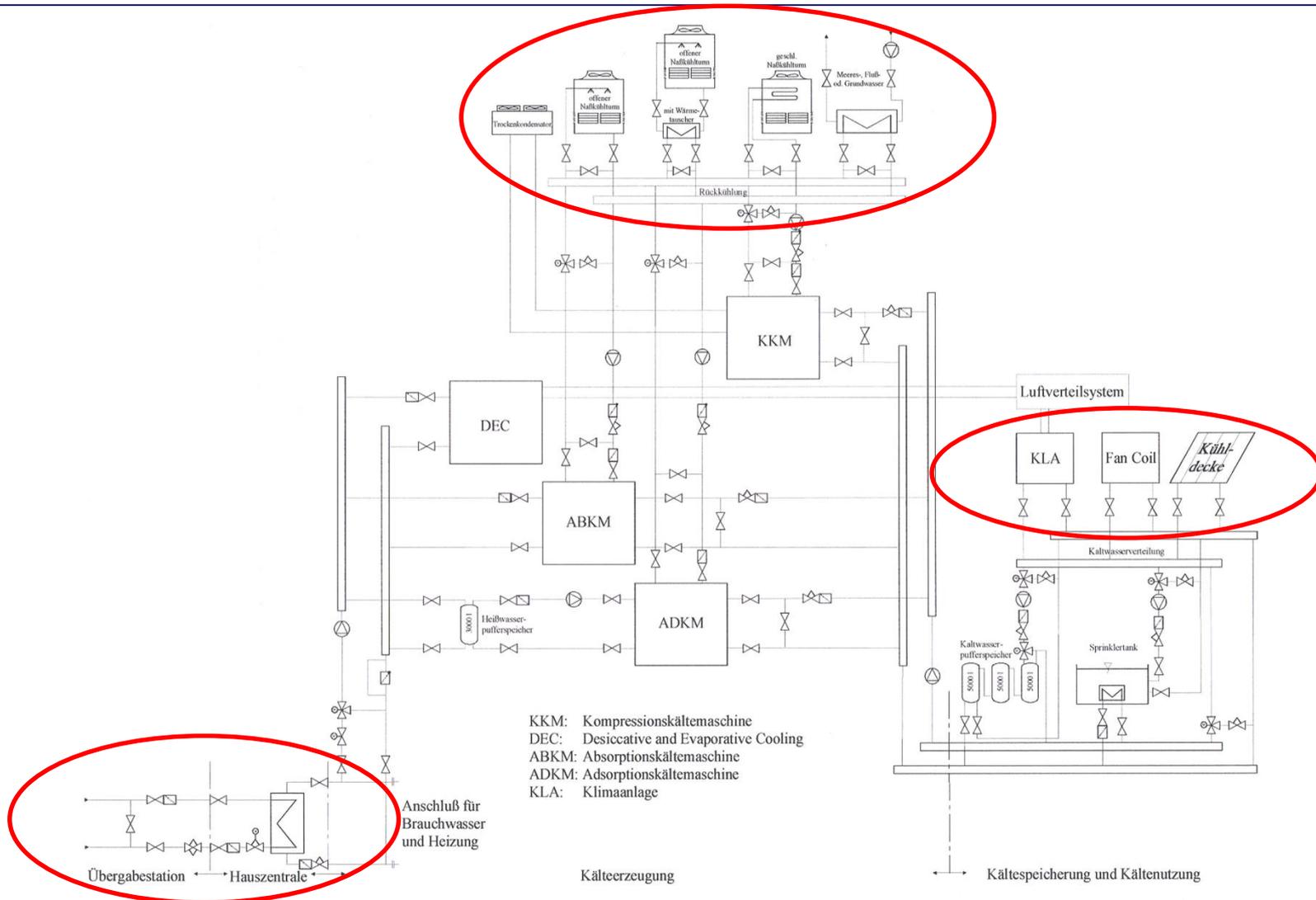


## Spezifische Investitionskosten von Sorptionskältemaschinen (lt. Hersteller)

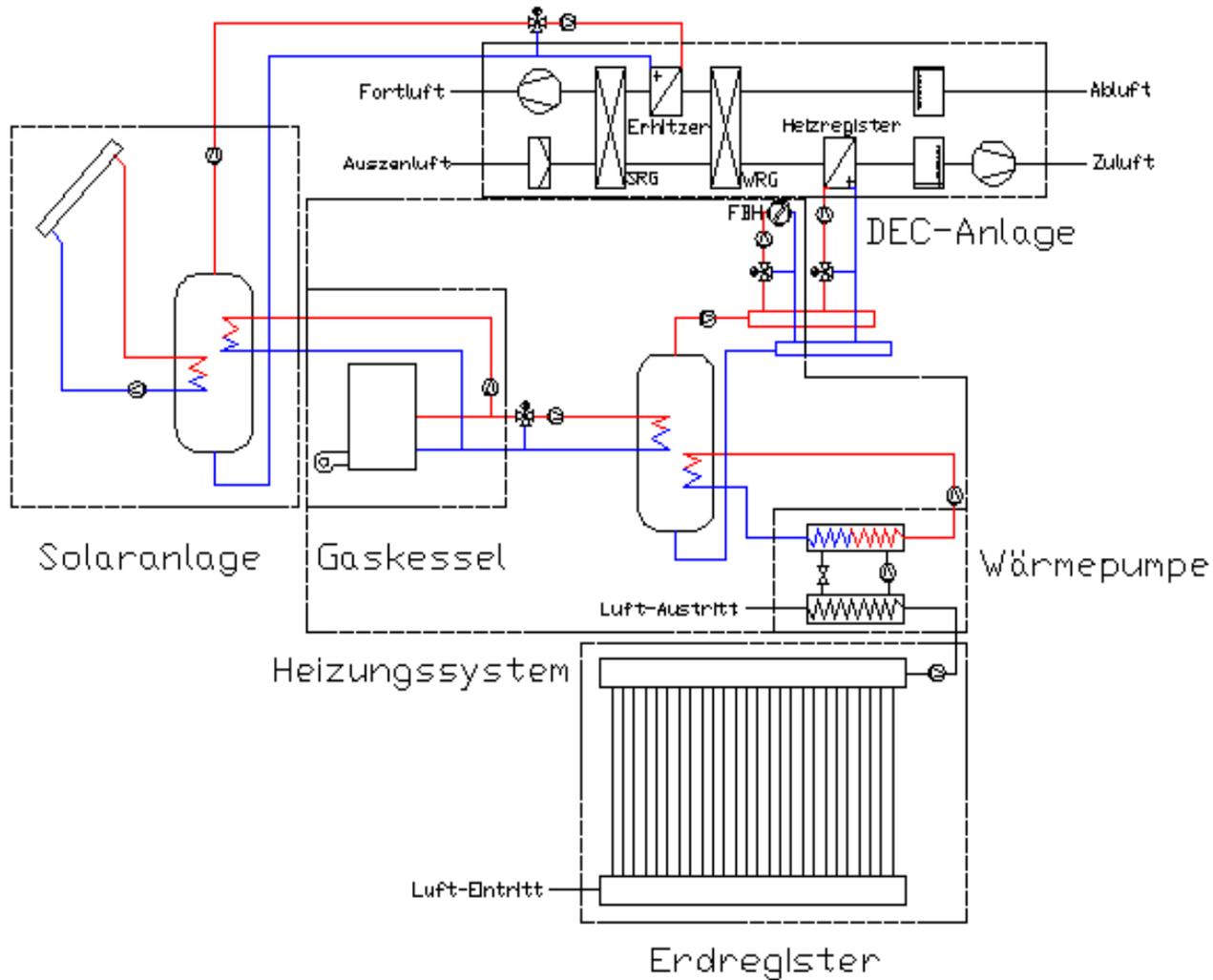


- + Wärmequellen:**
  - Abwärme aus technologischen Prozessen
  - Wärme aus Kopplungsprozessen
  - Solarwärme
  - Geothermie
- + Stoffpaare stellen keine Umweltbelastung dar**
- + Niedrigere Wartungskosten und Betriebskosten**
- + Erhöhung des Primärenergienutzungsgrades mit Gas als direkte Antriebsquelle**
- + Entlastung der Stromnetze in Spitzenlastzeiten**
- + Höhere Auslastung von KWK-Anlagen und Wärmenetzen**
- Großer Platzbedarf und hohes Gewicht**
- Hohe Rückkühlleistungen**
- Hohe Investitionskosten (Ausnahme: DEC-Anlage)**

# Anwendung - KWKK-Anlage: FW-Einbindung



# Anwendung - DEC-Anlage



- **Wärme bzw. Abwärme aus thermischen Prozessen energieeffizient und wirtschaftlich zu nutzen**  
→ Sorptionstechnologie
- **Bereitstellung von Klimakälte**
- **Wärmequellen:**
  - Abwärme aus technologischen Prozessen
  - Wärme aus Kopplungsprozessen
  - Solarwärme
  - Geothermie
- **Hohes Substitutionspotential von Treibhausgasen**
- **Sorptionstechnologie genügt einem modernen energie- und umweltpolitischen Denken**

