

Abwärmennutzung mit Absorptionskreisprozessen

Prof. Dr.-Ing. Petra Bittrich

(Ab-)Wärme

- **aus Verbrennungsprozessen**
Rauchgas 400 – 180 °C
mit / ohne Feuchtebelastung, mit / ohne Schadstoffe
- **aus Blockheizkraftwerken**
Rauchgas und Motorkühlwasser 110 °C – 80 °C
- **Wärme aus thermischen Kollektoren**

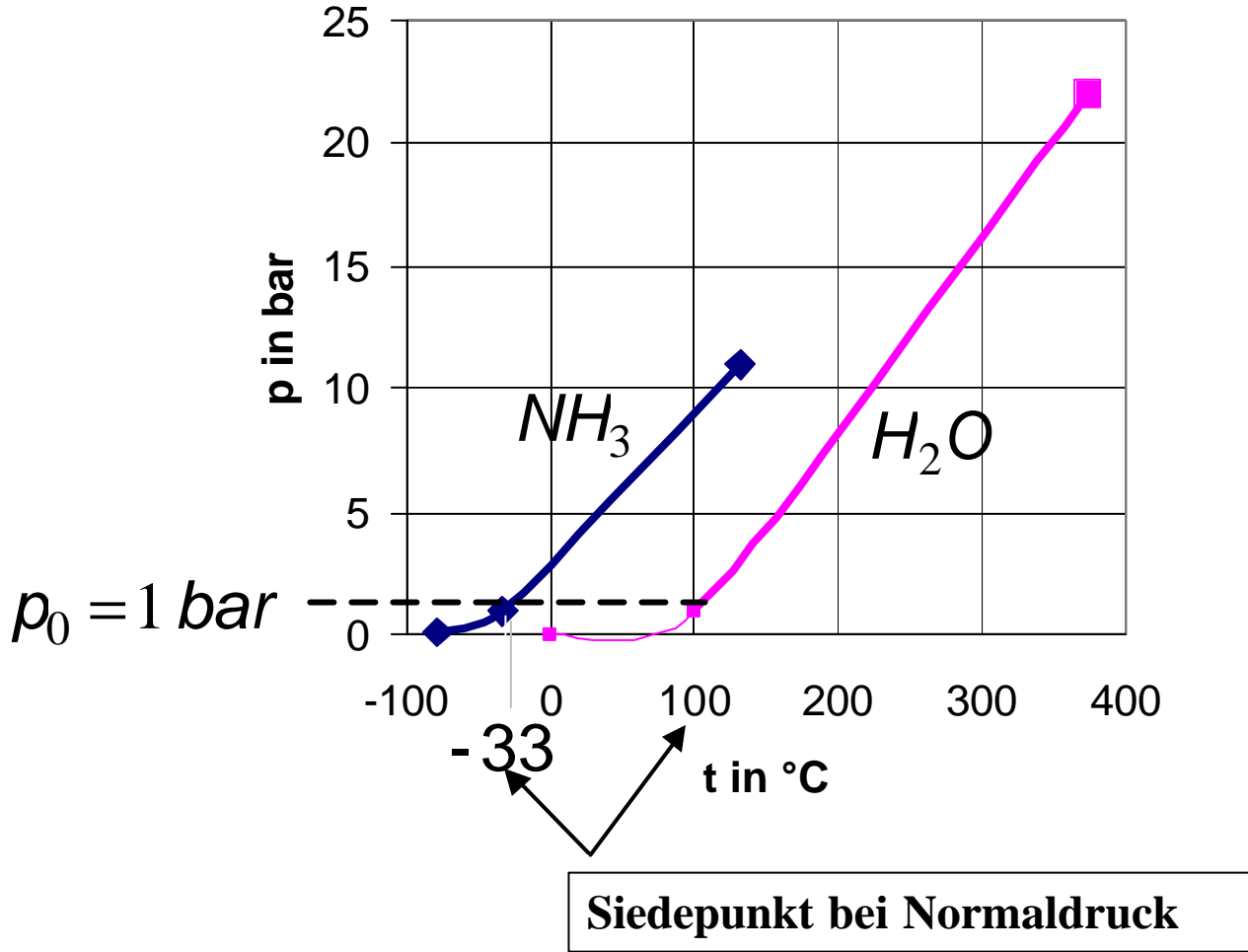
Absorptionskreisprozesse

- **Wärmepumpen und Kältemaschinen**
- **offene Kreisprozesse**
- **Kalina-Absorptionskraftprozess**

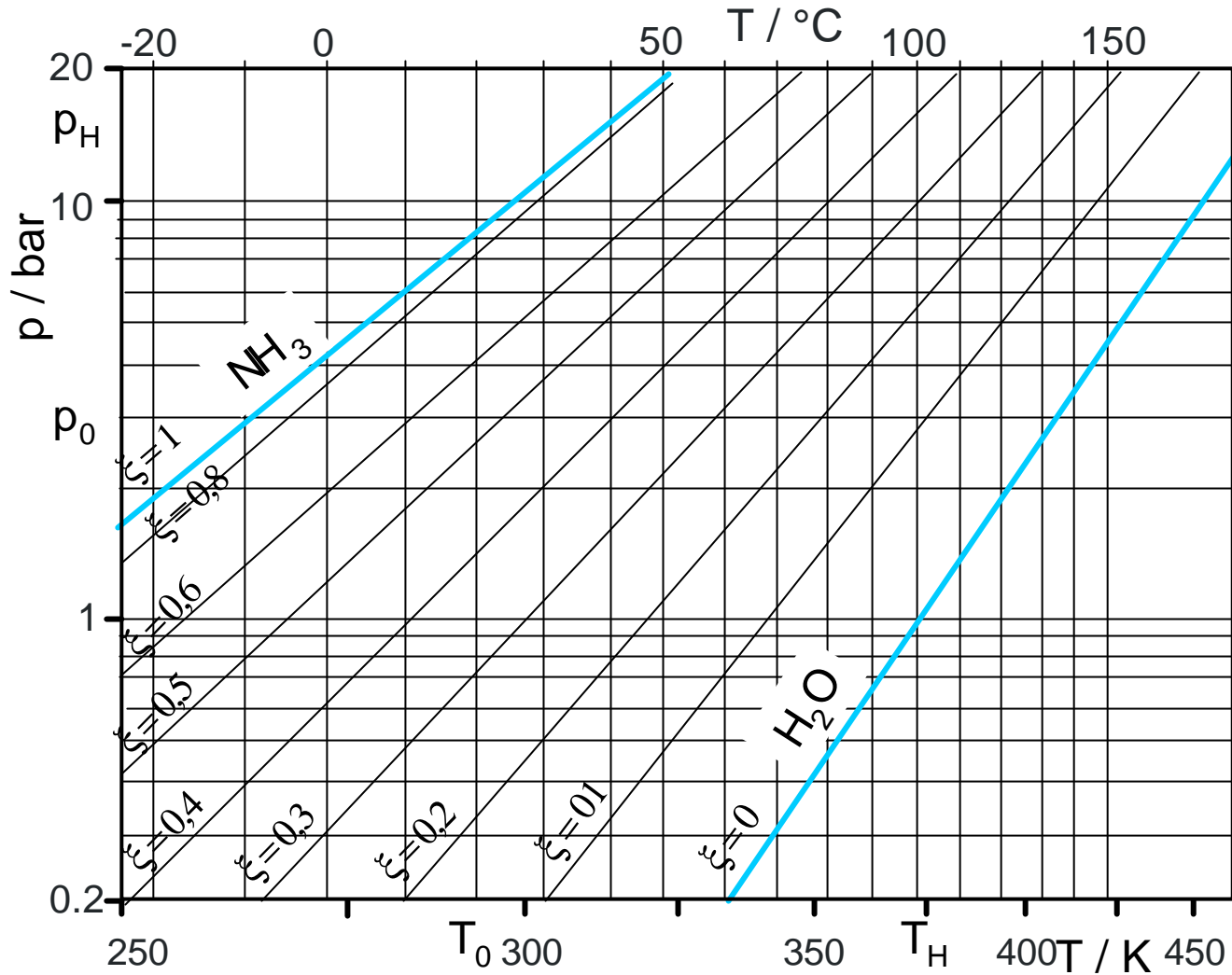
- Funktionsprinzip der Absorptionskreisprozesse beruht auf der Verwendung eines Arbeitsstoffpaares aus

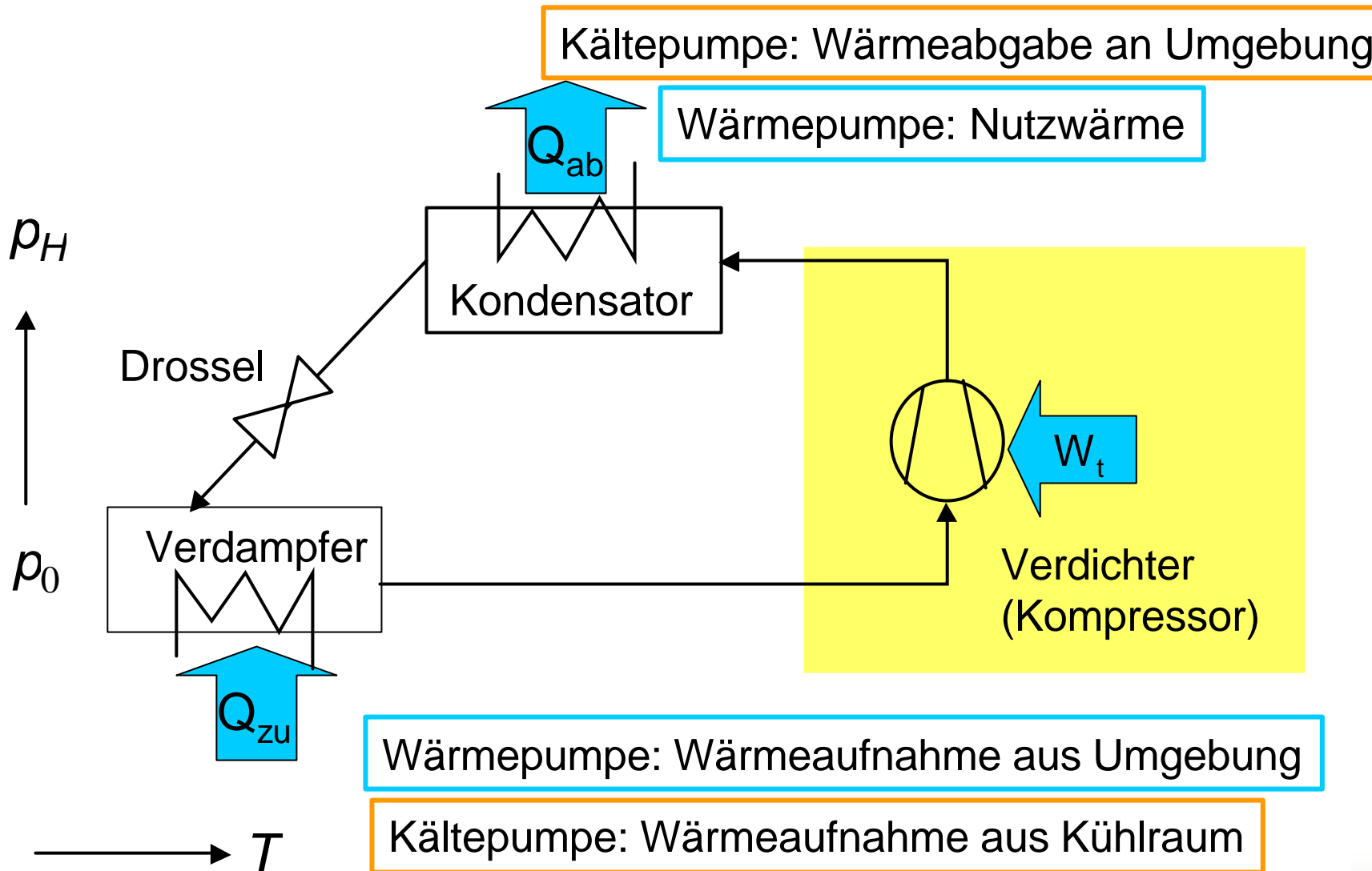
leichter siedendem Arbeitsmittel	schwerer siedendem Lösungsmittel
Wasser	wässrige Salzlösung z.B. LiBr, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
Ammoniak	Wasser

- Ausnutzung unterschiedlicher Siedetemperaturen bei unterschiedlichen Drücken und Konzentrationen

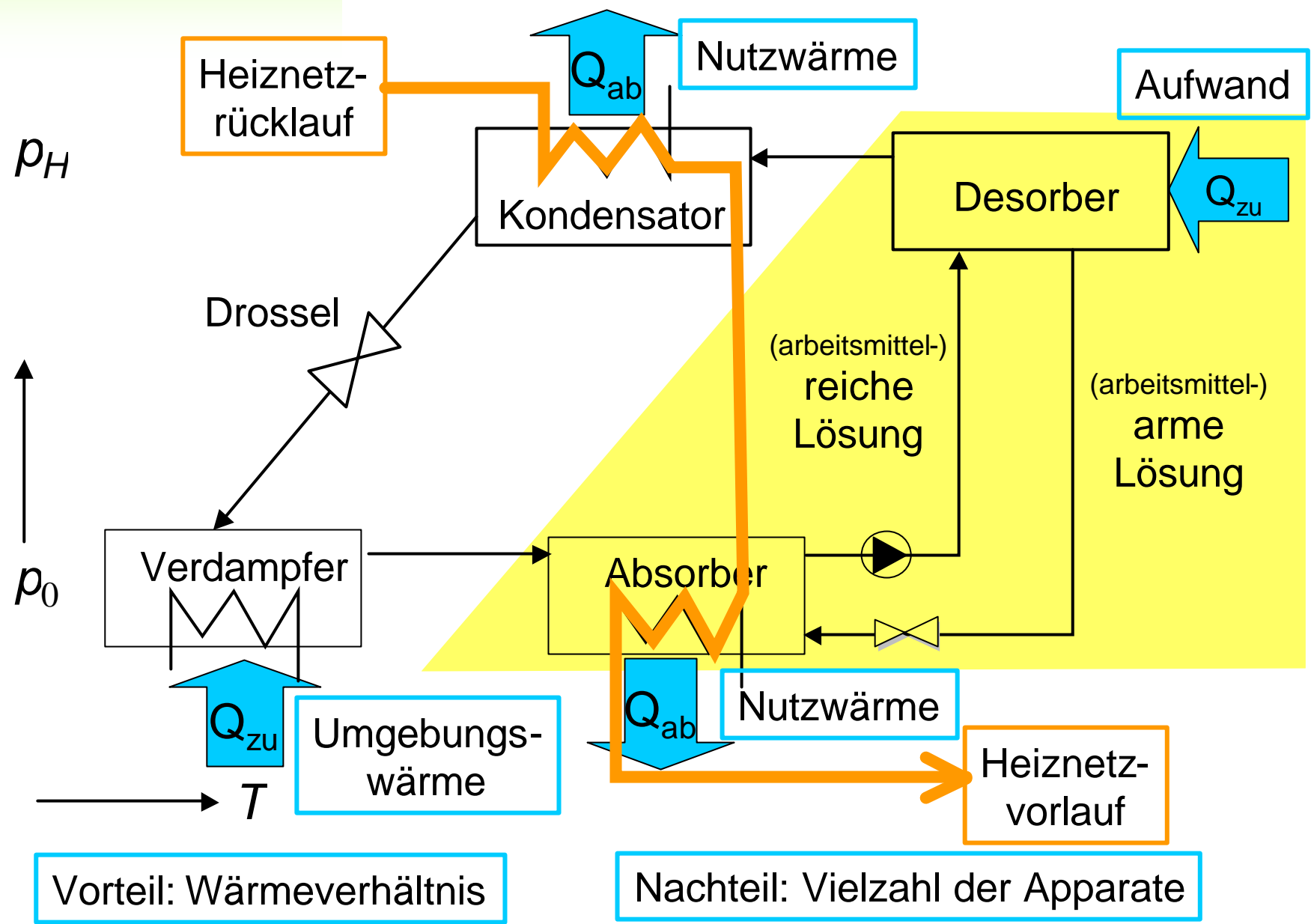


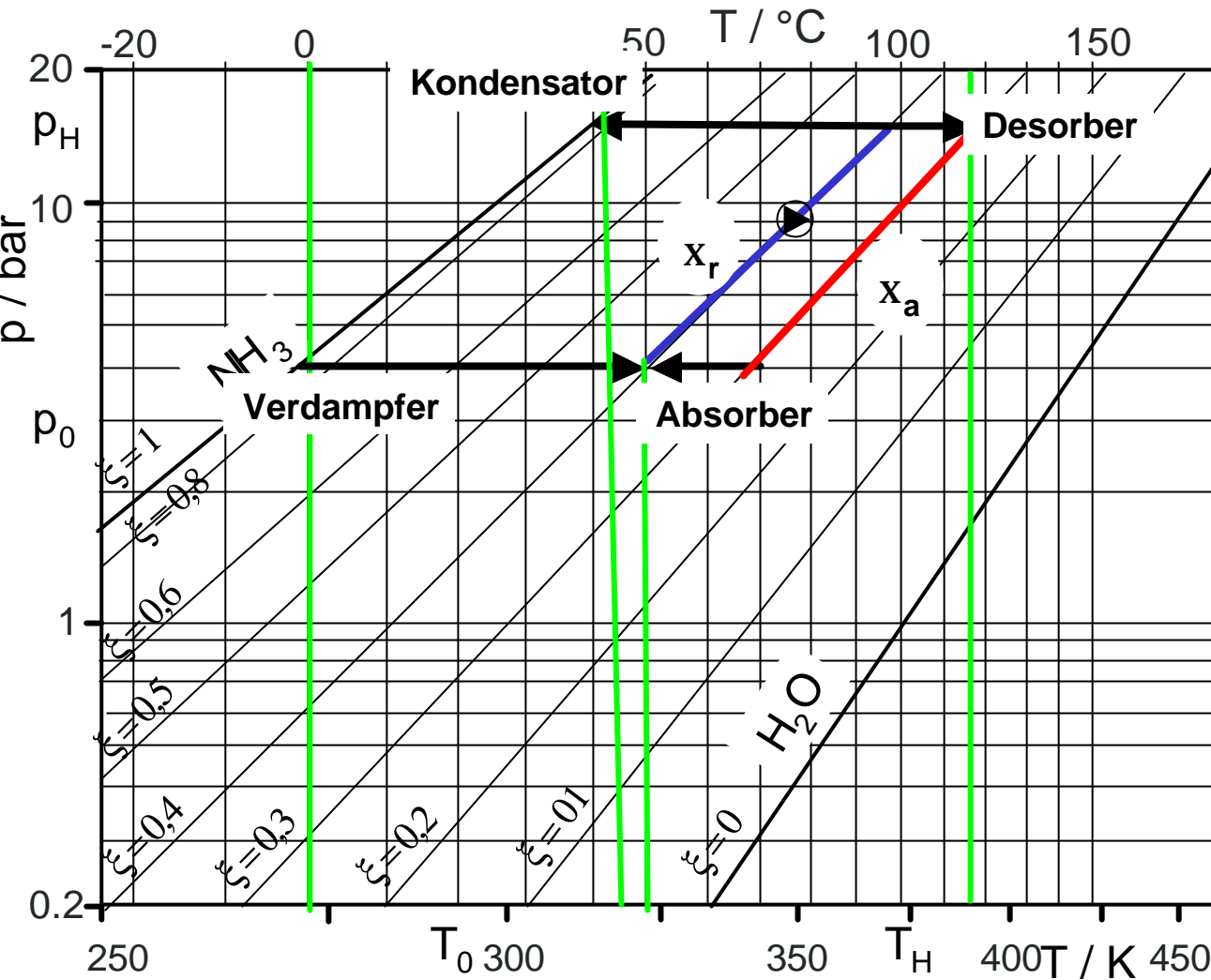
lg p, 1/T-Dampfdruckdiagramm





Absorptionswärmepumpe



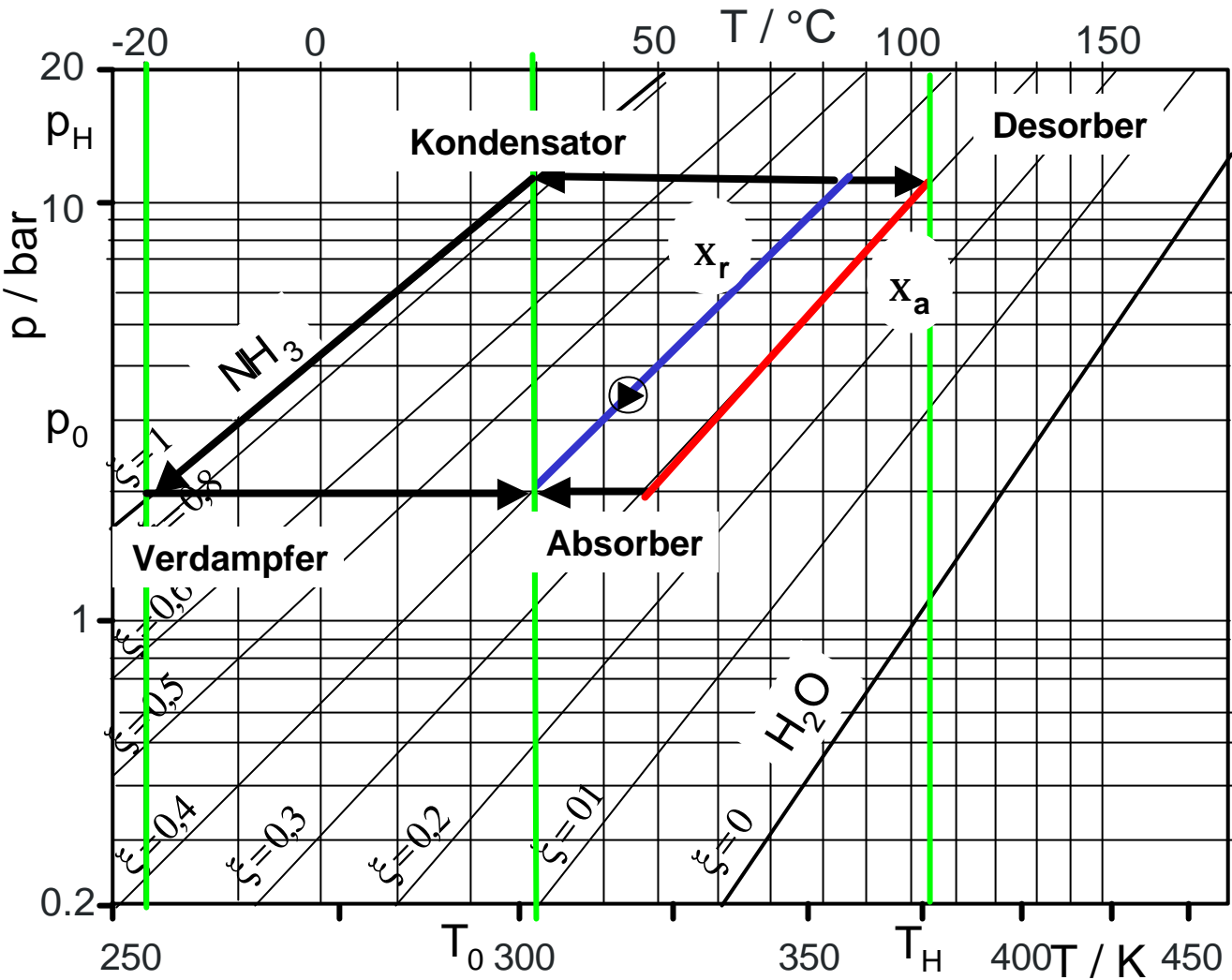


$$e = \frac{Q_{Nutz}}{Q_{Des}}$$

$$e = \frac{Q_{Kond} + Q_{Abs}}{Q_{Des}}$$

$$e_{NH_3} = 1,3 \dots 1,7$$

$$e_{LiBr} = 1,6 \dots 1,8$$



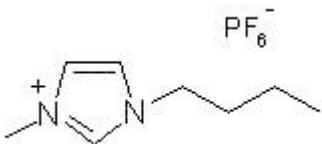
$$e = \frac{Q_{Kälte}}{Q_{Des}}$$

$$e = \frac{Q_{Verd}}{Q_{Des}}$$

$$e_{NH_3} = 0,6 \dots 0,8$$

$$e_{LiBr} = 0,7 \dots 0,9$$

- **Amoniak-Wasser**
 - giftig, nicht korrosiv gegenüber Edelstahl
 - relativ hohe Drücke aber kein Vakuum
 - vollständige Löslichkeit, keine Kristallisationsgefahr
 - Kälteerzeugung bei niedrigen Temperaturen möglich
 - Wärmeverhältnisse durch notwendige Rektifikation vermindert
- **Wasser – Salzlösung (LiBr, Ca(NO₃)₂)**
 - unterschiedliche Korrosivität
 - hohes Vakuum (Dichtigkeit)
 - Kristallisationsgefahr bei Auskühlung der Lösung
 - Kälteerzeugung nur oberhalb 0 °C (Klimakälte)
- **Verwendung Ionischer Flüssigkeiten als Lösungsmittel**
 - z.B. 1-Butyl-3-methylimidazolium- hexafluorosphat
 - keine Kristallisationsgefahr
 - breites Lösungsfeld, aber wenig korrosiv
 - hohe Viskosität



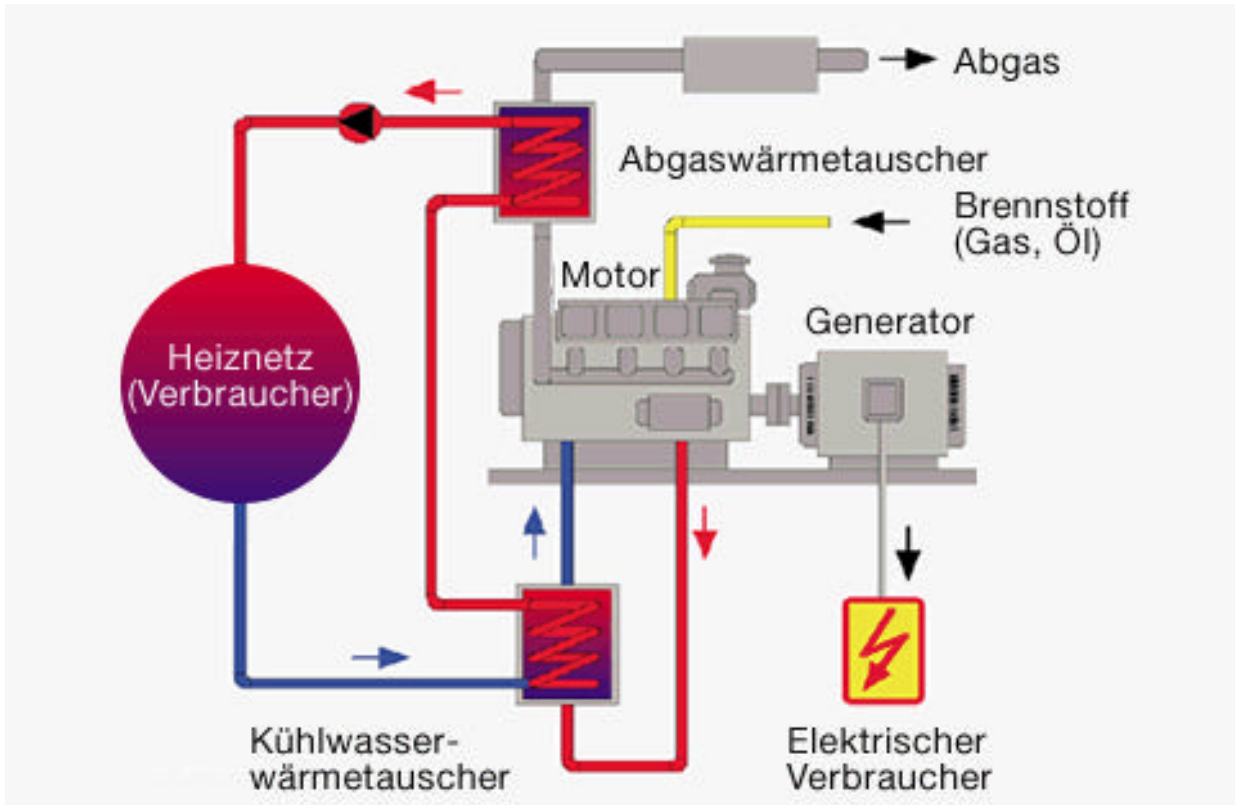
Einsatzgebiete von Absorptionskältemaschinen

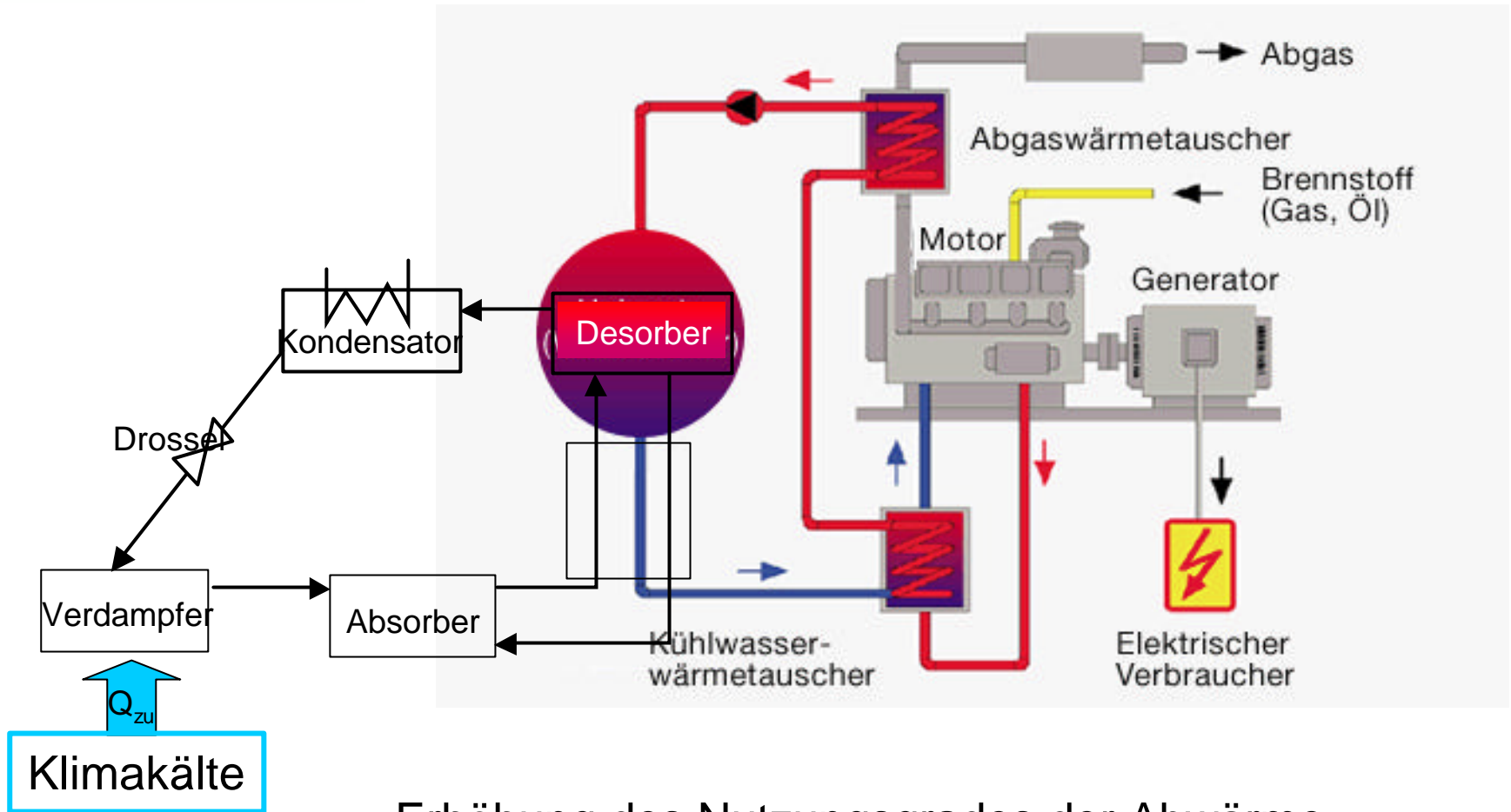
- **Industrielle Kälteerzeugung großer Leistung, insbesondere bei möglicher Abwärmenutzung**
- **sommerliche Kühlung bei Überangebot aus Wärme**
 - von thermischen Kollektoren
 - von Blockheizkraftwerken
- **direkt beheizte Absorptionsmaschinen sind energetisch „suboptimal“**

Kraft-Wärme-Kopplung

- Einsatz von hochwertigen Primärenergieträgern zur Bereitstellung von Niedertemperatur (Heiz-) Wärme ist „energetische Sünde“
- Kraft-Wärme-Kopplung
hochwertige Verbrennungswärme wird zunächst zur Arbeitserzeugung genutzt - die Abwärme zu Niedertemperaturheizzwecken

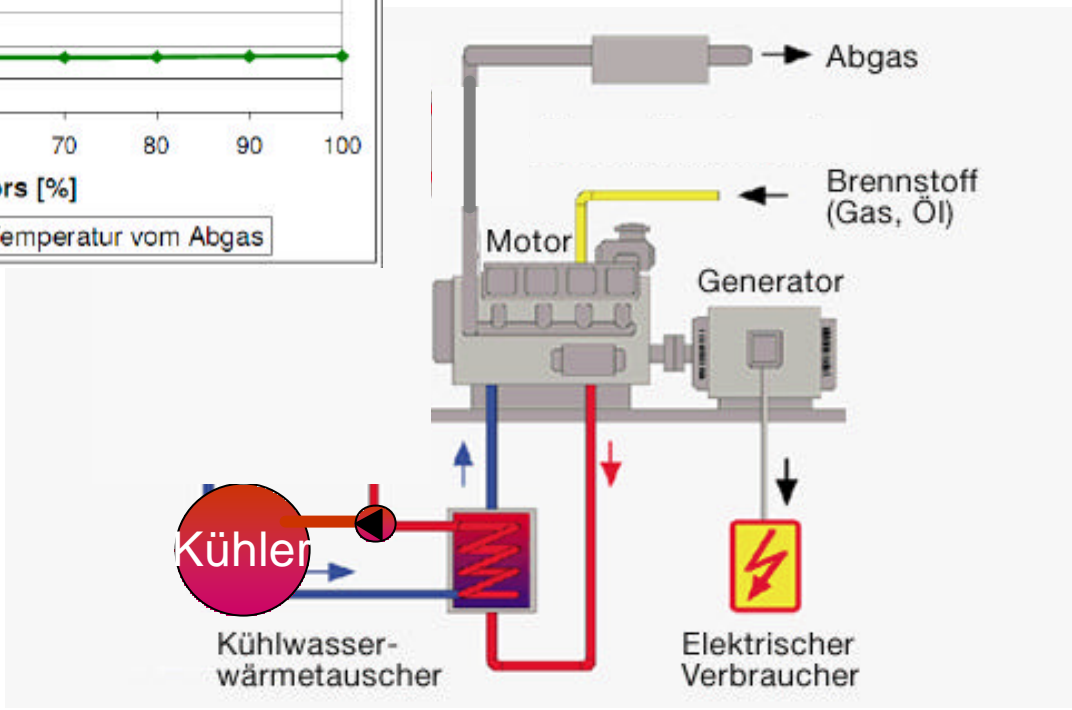
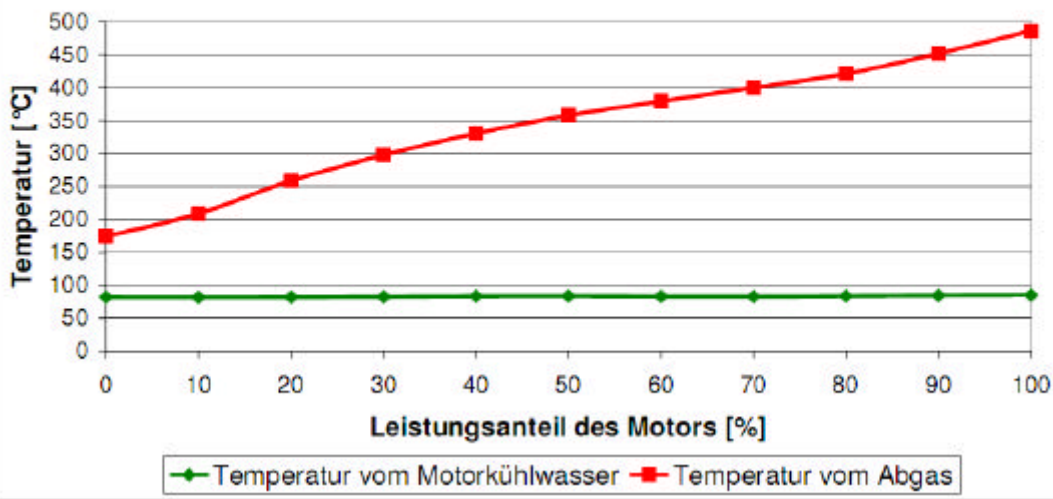
BHKW
Block-
heizkraftwerk

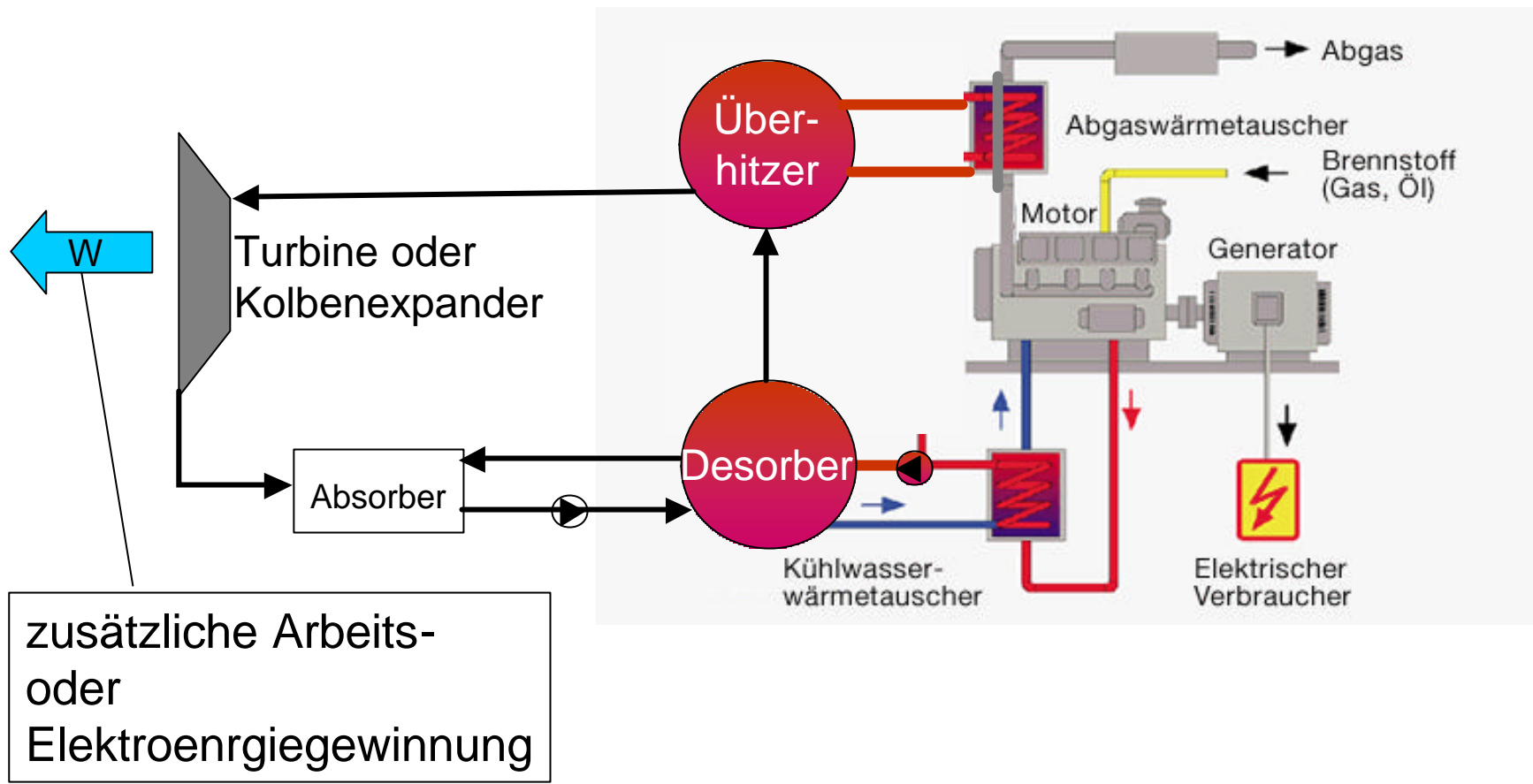


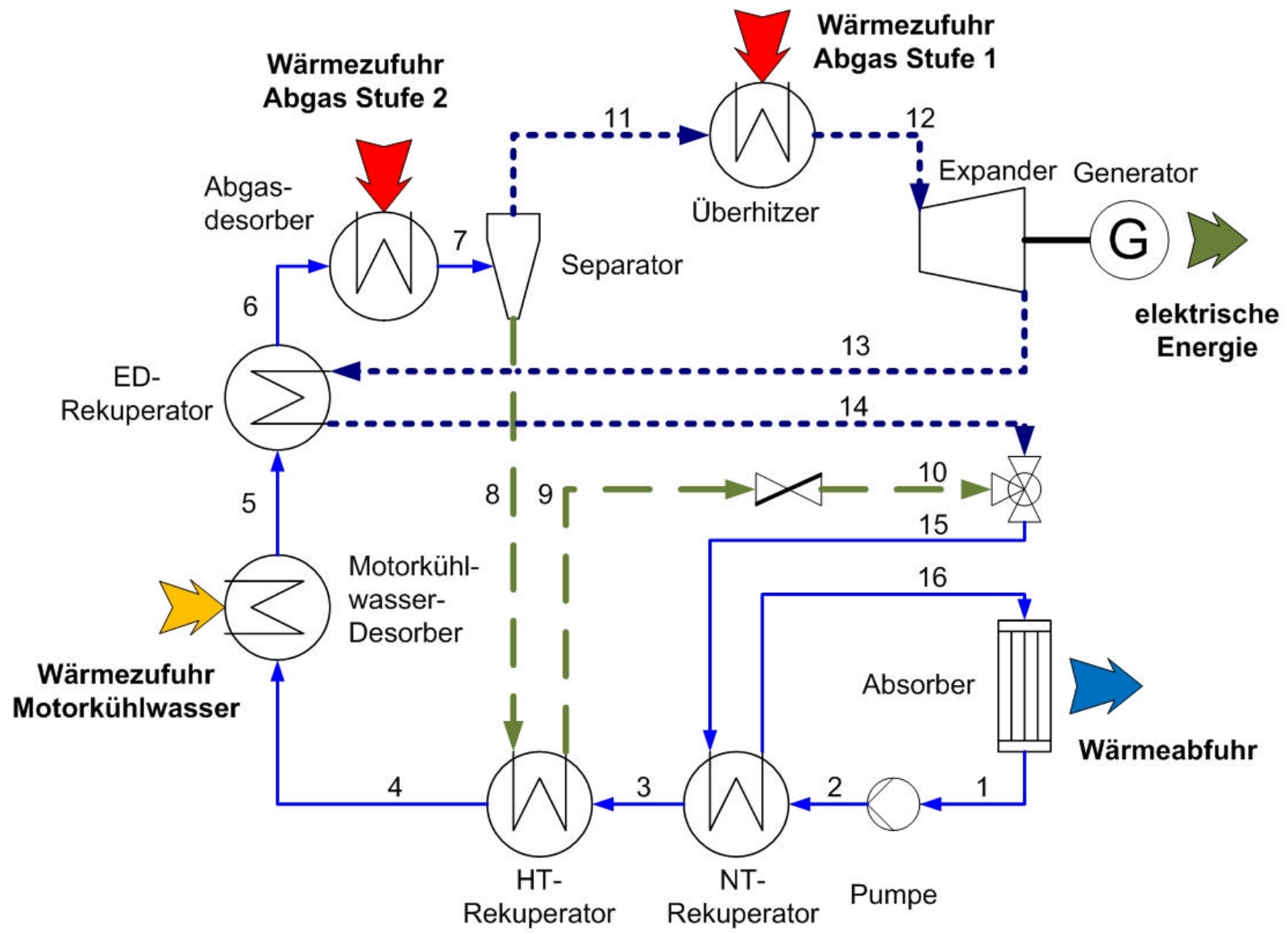


- Erhöhung des Nutzungsgrades der Abwärme
- keine Energieeinsparung, aber Komfort-Erhöhung

Temperatur vom Motorkühlwasser und Abgas in Abhängigkeit vom Leistungsanteil

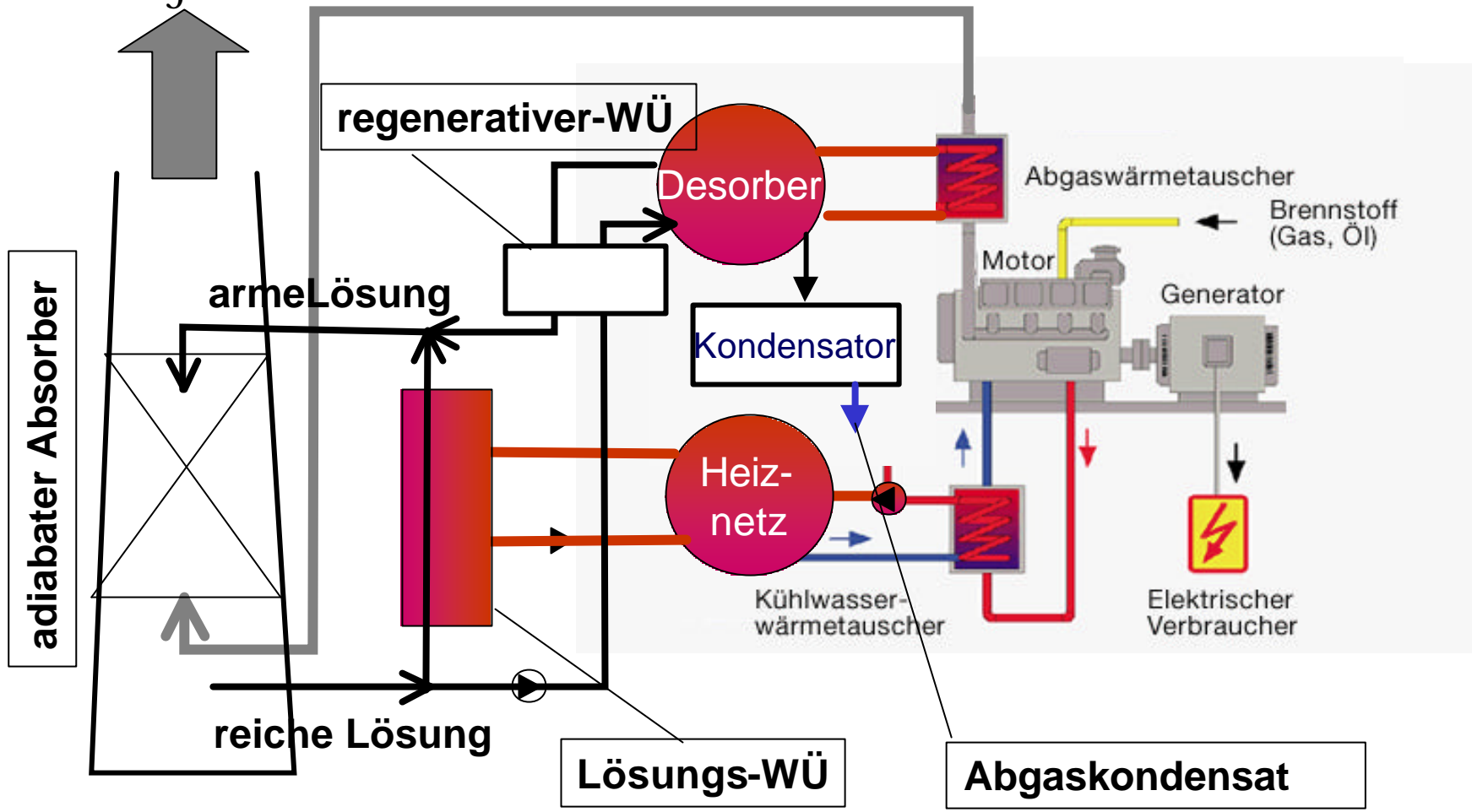






Trockenes Abgas mit $j < 1$

feuchtes Abgas



•Pilotanlage im HKW Buch der Vattenfall Europe Berlin

- **Absorptionskreisprozesse arbeiten mit Zweistoffgemischen**
- **Verwendung von Primärenergie zu Heizzwecken ist schlecht**
- **KWK ist effektive Möglichkeit zur Heizwärmebereitstellung**
- **sommerliches Wärmeüberangebot kann zur Kälteerzeugung genutzt werden**
- **Wirkungsgrad von Verbrennungsmotoren können durch arbeitsleistenden Kalina – Prozess verbessert werden**
- **Wirkungsgrade der Wärmebereitstellung können durch Absorptionskreisprozesse verbessert werden**

**Danke für Ihre
Aufmerksamkeit!**