

Industrielle Absorptionstechnik



Vorstellung BSU Hamburg – Vattenfall 15.07.2009

Dipl.-Ing. Jan H. Engeland / JCI Industriekälte



Johnson Controls

Geschäftsbereiche

Building Efficiency



Gebäudetechnik

Steuerungen + Kältesysteme

Industriekälte (York / Sabroe seit 2005)

Power Solutions



Energiespeichersysteme

Energiemanagement

Batterien

Automotive Experience



Autoinnenausstattung

Steuerungen

Systeme für Sicherheit + Komfort

US\$ 35 mrd. Umsatz in 2008

136.000 Mitarbeiter weltweit – 6.000 in Deutschland

Leistungsfähigste Produktpalette aller Anbieter weltweit



Kälteanlagenbau und - service: Industrieniveau / Alle Systeme / alle Kältemittel + 100°C / -100°C



Kaltwassersysteme



Aggregate-
und
Anlagenbau



Absorbtionskältesätze



Schraubenverdichter



Kolbenverdichter



Turbokompressoren



VRF- / Fluid- Klimasysteme



Absorptionskälte – Was ist das ?

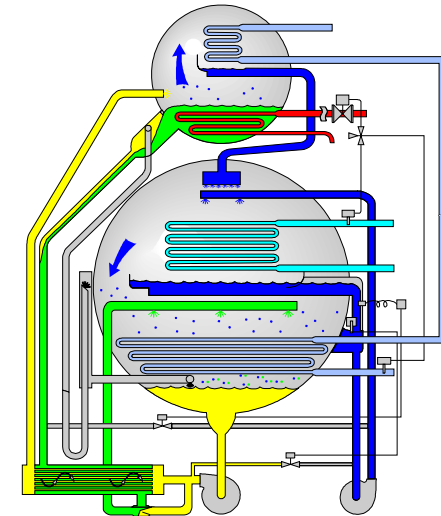
A – B – sorption:

Aufnehmen eines Stoffes durch einen anderen Stoff => Mischung

A – D – sorption:

Anlagerung eines Stoffes an einen anderen Stoff

(Oberfläche oder Phasengrenze) => keine Mischung



Absorptionskälteanlagen: „Kühlen durch Heizen“ / „Thermische Verdichtung“

- ⇒ Ausnutzung der Lösungs- / Absorptionsfähigkeit eines Stoffpaares
- ⇒ Absenken des Siedepunktes durch Unterdruck (Beispiel: H₂O verdampft bei 8 mbar und 3,7°C)
- ⇒ Kontinuierlicher Prozess
- ⇒ Ein Absorber ist ein „Wärmetransformator“, KEIN Rückkühler !

Absorptionskälteanlage – Allgemein

Geschichte der Absorptionskälte

- 1810: Arbeitsstoffpaar H_2SO_4 / H_2O – John Leslie
1859: Arbeitsstoffpaar NH_3 / H_2O
1945: Arbeitsstoffpaar H_2O / LithiumBromid



John Leslie, Quelle: Wikipedia

Arbeitsstoffpaare

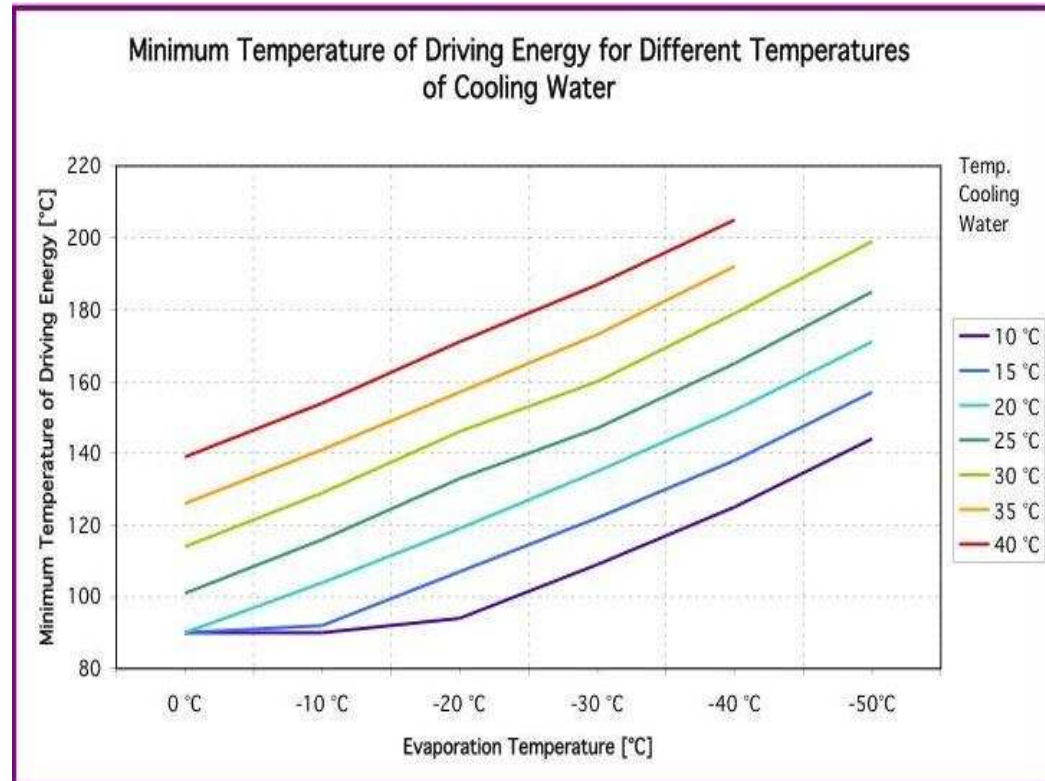
- (1) H_2O – LiBr: 95 % aller Großanwendungen, Standard für Klimabereich ($\text{H}_2\text{O} > 4^\circ\text{C}$)
- (2) NH_3 – H_2O : Industrieanwendungen, $\text{NH}_3 > -60^\circ\text{C}$, auch mehrstufig, Sonderbau möglich

NH₃ / H₂O – Absorptionskältemaschine

Kältemittel: NH₃
Lösungsmittel: H₂O
Kälte: > - 60°C
Baugrößen: Beliebig,
Mehrstufig



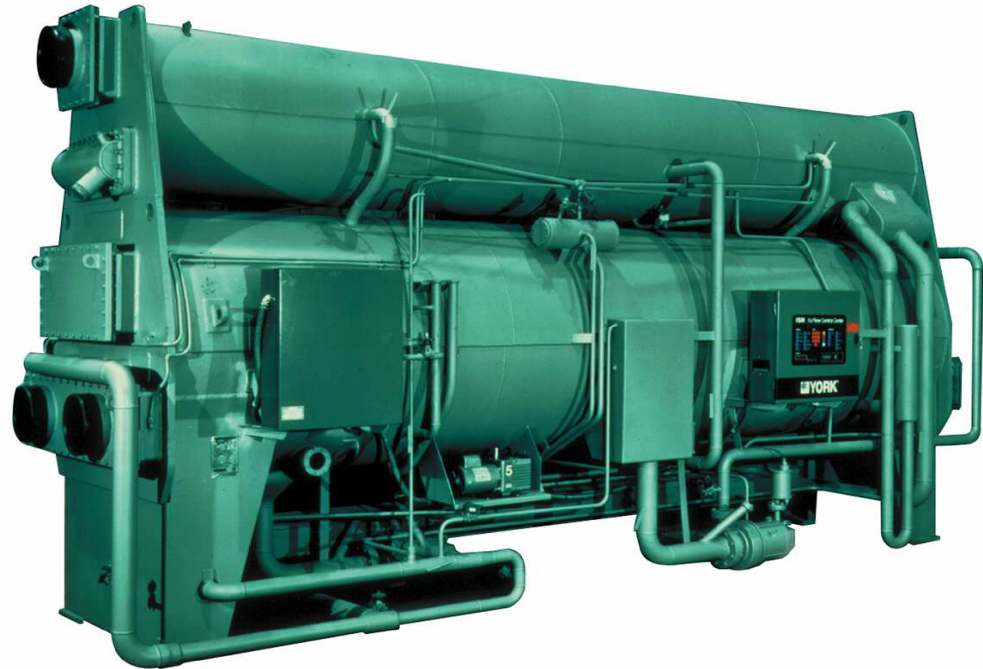
Quelle: mattes engineering GmbH / Berlin



Quelle: Colibri BV / Vaals - Niederlande

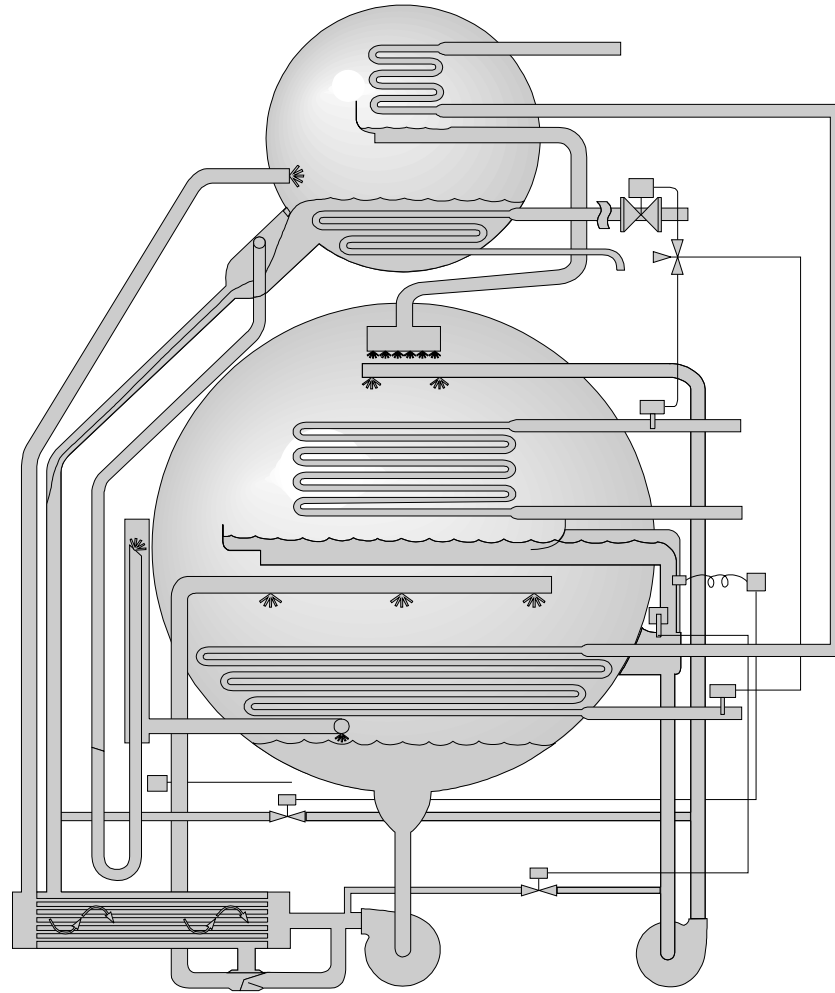
H₂O / Lithiumbromid – Absorptionsflüssigkeitskühler

Kältemittel: H₂O
Lösungsmittel: LiBr
Korrosionsinhibitor !
Kälte: > + 4°C
Baugrößen: 35 - 5.000 kW

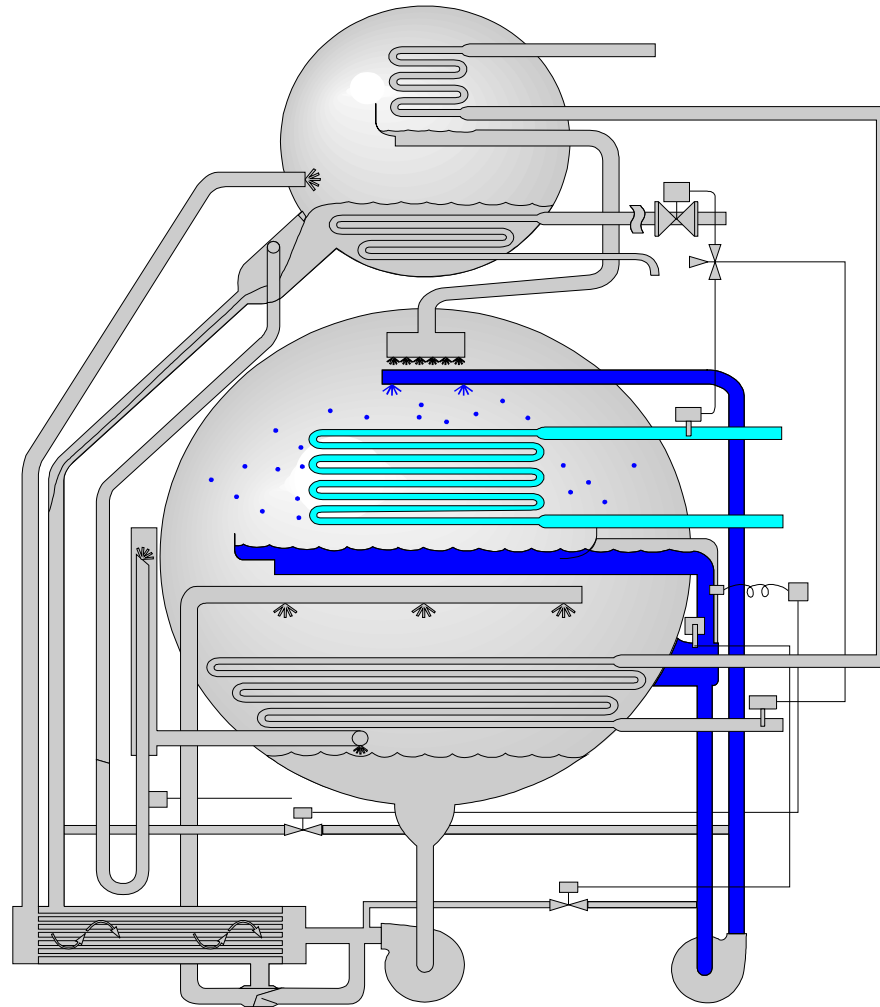


Daten für 1.000 kW (12 / 6°C)

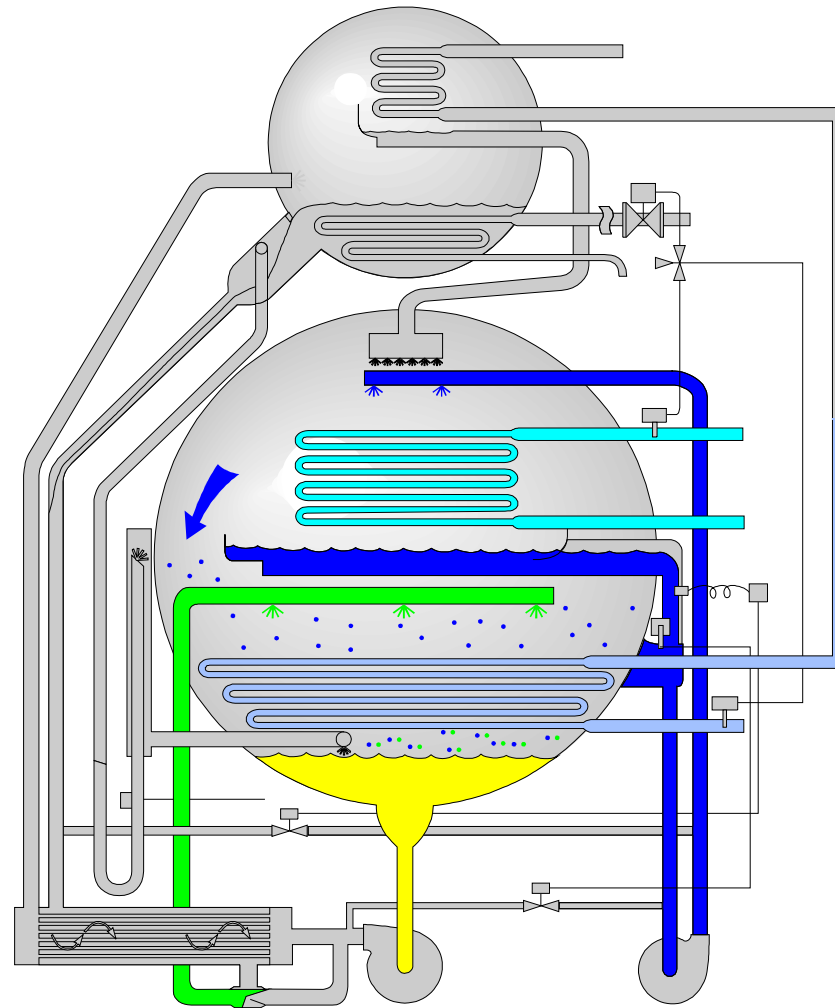
L x B x H: 6,8 x 1,6 x 2,6 m
Gewicht: 10.500 kg



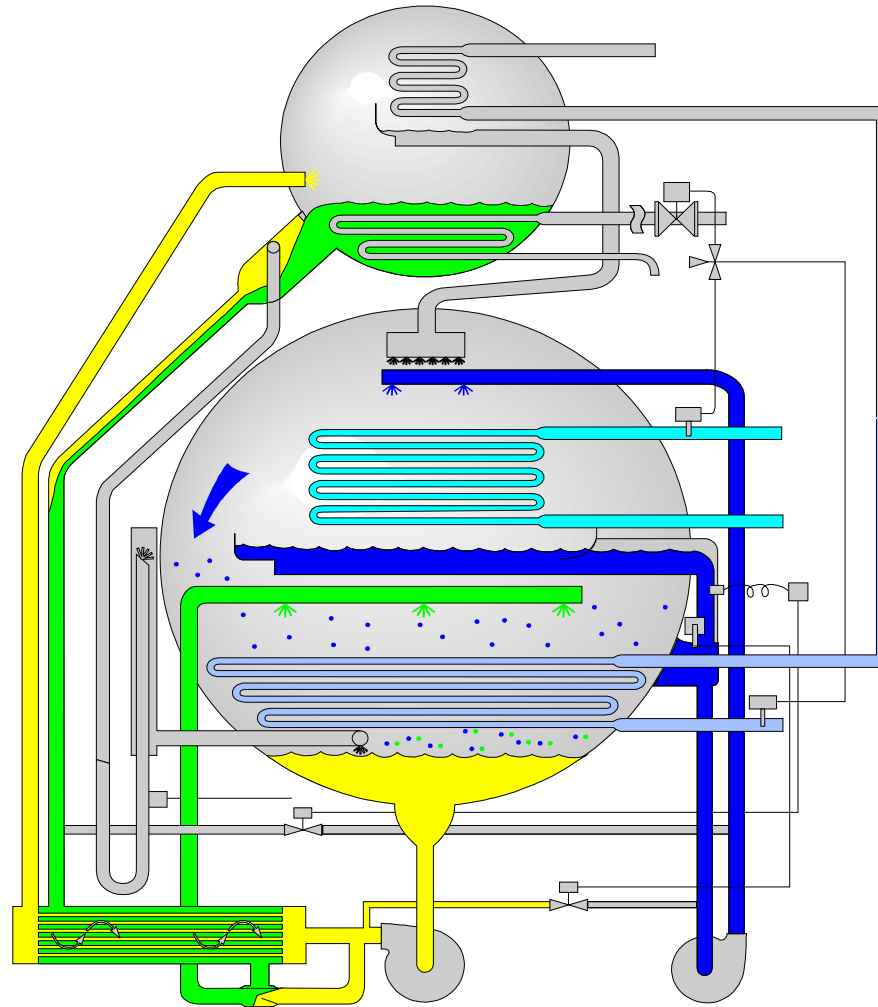
Verdampfer



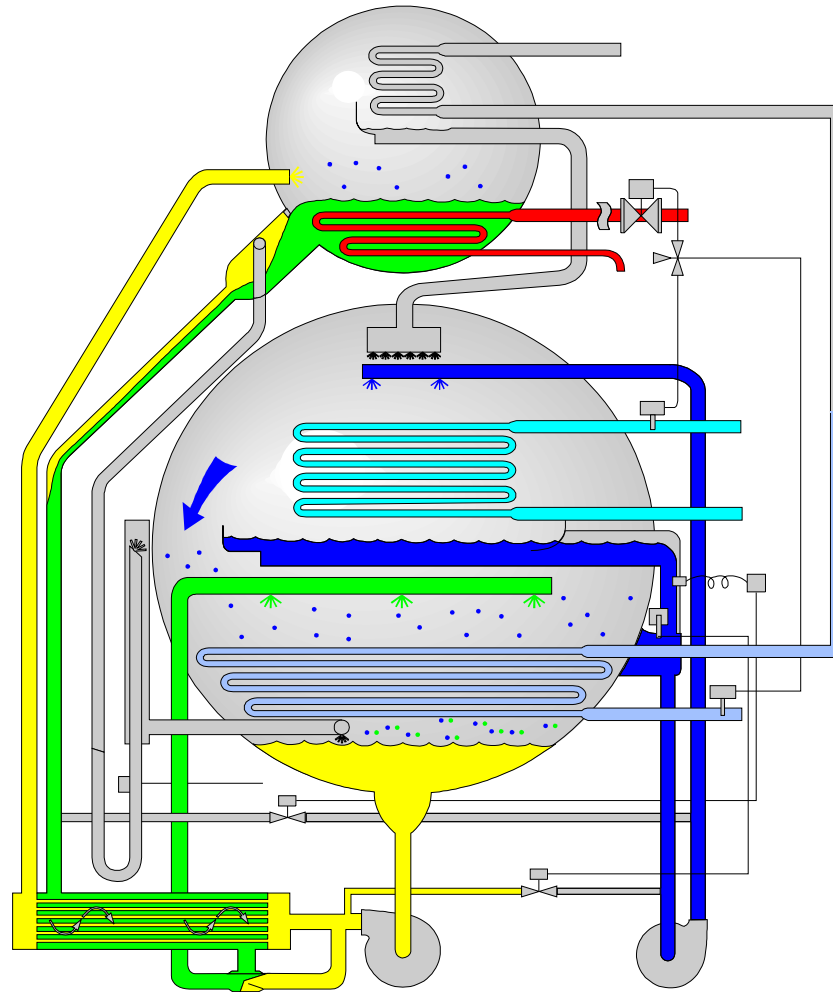
Absorber



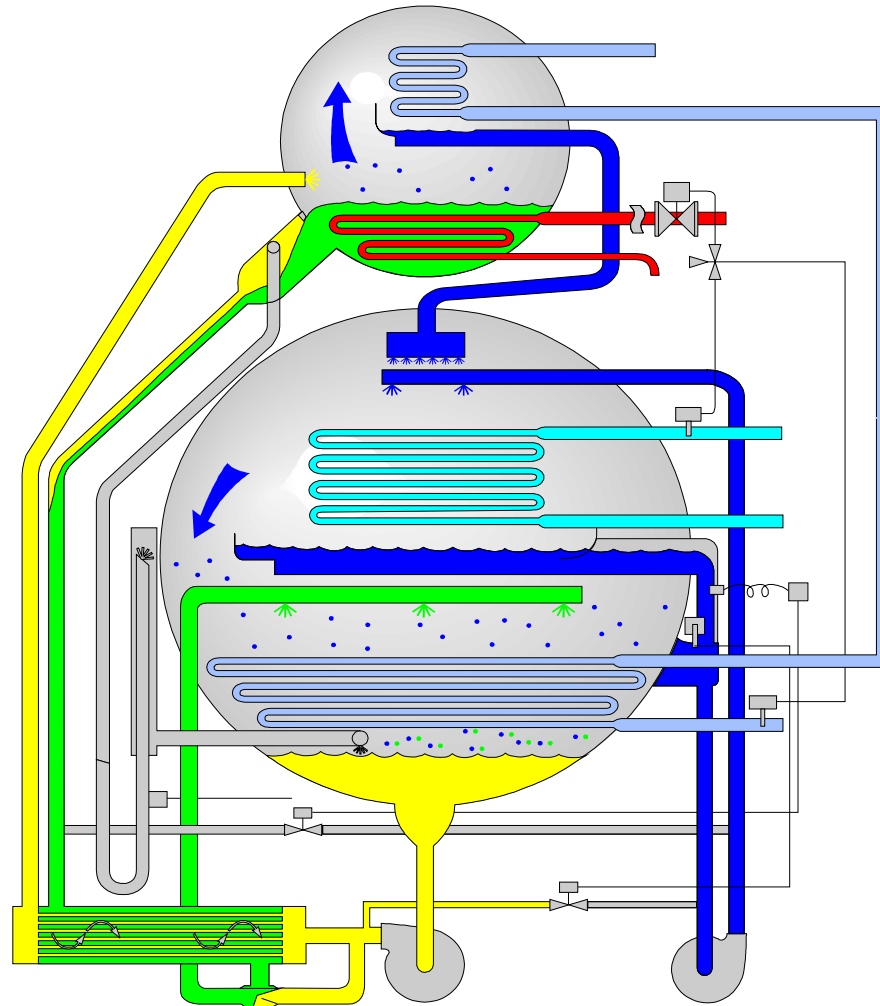
Lösungs-Temperaturwechsler



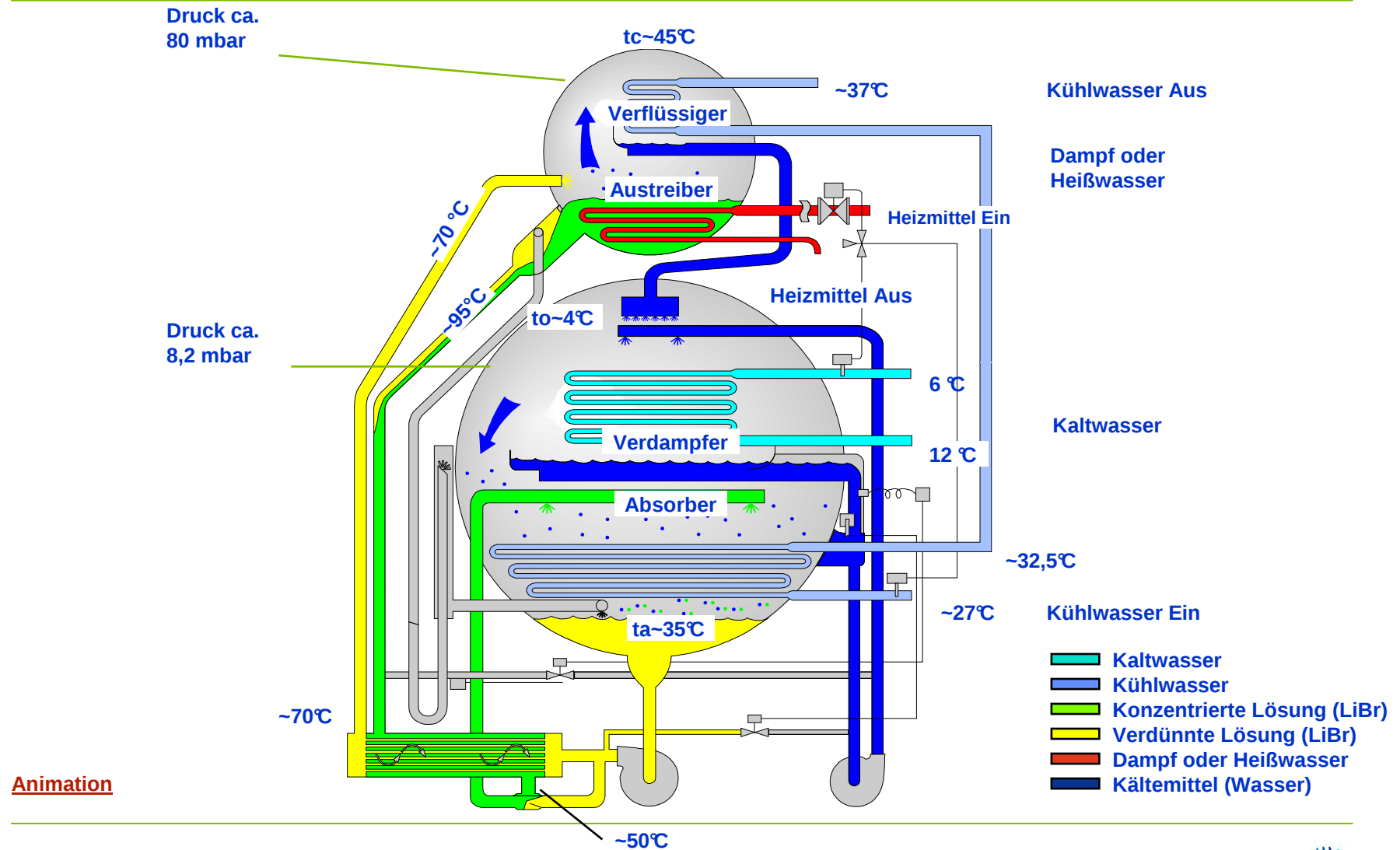
Austreiber



Verflüssiger



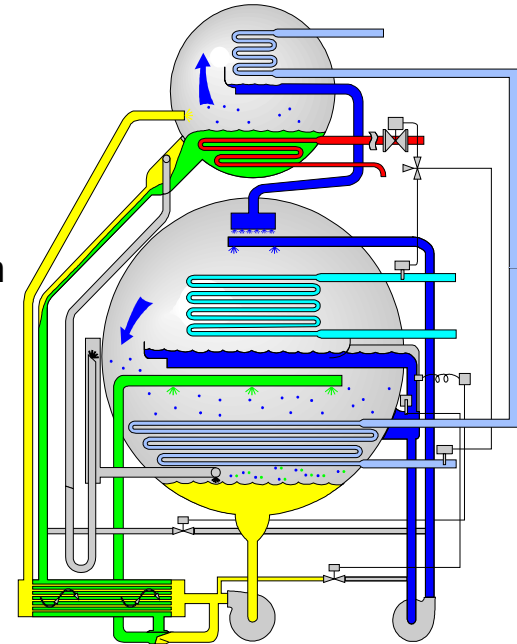
Prozess



Animation

Zusammenfassung Arbeitsprinzip

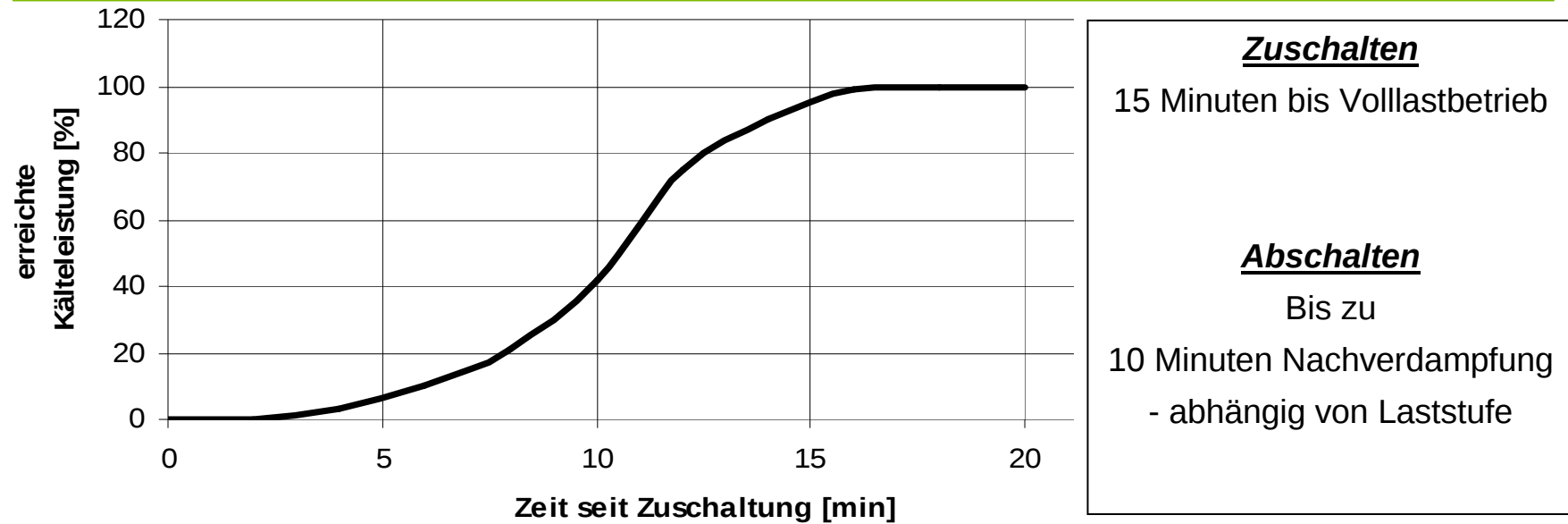
- (1) Verdampfen des Kältemittels (H_2O) unter Wärmeaufnahme
- (2) Aufnahme des Kältemittel – Dampfes (H_2O) durch LiBr. – Lösung
- (3) Abzug schwache Lösung durch Lösungsmittel-Pumpe zum Austreiber
- (4) Auskochen Kältemittel aus schwacher Lösung durch Heizwasser/-medium
=> Kältemittel zum Kondensator, Lösungsmittel zurück zum Absorber
- (5) Kondensation Kältemittel – Dampf (H_2O) durch Kühlwasser (Kühlturm)
- (6) Abfluss Kältemittel – Kondensat (H_2O) zum Verdampfer



Ein Absorber benötigt:

- | | |
|--------------------------------|--|
| Für Austreiber: | Dampf (0 bis 2,5 bar ü) oder Heißwasser (80 – 115°C) (evtl. auch Abgas) |
| Für Kondensator + Absorber: | Kühlwasser ~ 35°C (Abfuhr Heiz-, Aufgenommene- und Lösungswärme) |
| Für Pumpen und Kühlturmlüfter: | Elektrizität |
| Für das System gilt: | Je dichter, je besser ! → Fertigungsqualität ist entscheidend ! |

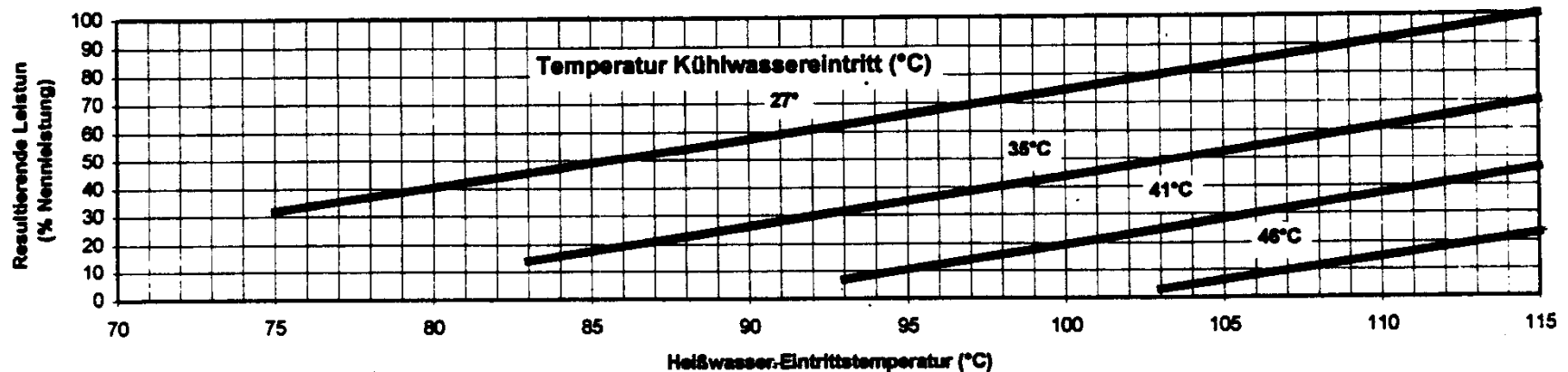
An- und Abfahren eines Absorbers



- Das System ist träger als eine Kompressionskälteanlage
- Hydraulikkreislauf auf träge Regelung auslegen (Speicher oder Temperaturmanagement)
- Abstimmen auf Wärmequelle (Bereitstellung - Verbrauch)

Projektierung einer Absorptionskälteanlage - 1

Kälteleistung



Teillastverhalten:

100 % - 50 %: COP konstant ~ 0,7 => Bedarf Wärme = Kälteleistung / 0,7
20%: COP: ~ 0,2

Leistungsregelung über Dampf- / Heißwasserventil am Austreiber (~> Ausgedampfte Kältemittelmenge)
(Richtwert: 10 Min. pro 20% Leistungsminderung (Nachverdampfung) – Hochschalten erfolgt schneller)

=> Auslegung der Hydraulik auf träge und stabile (s.u.) Regelung

Projektierung einer Absorptionskälteanlage - 2

Vermeiden von Störungen

Ursachen	Abhilfe
Stromausfall	Wichtig: Stabile hydraulische Bedingungen !
Zu kaltes Kühlwasser	⇒ Kühlwasserregelung (3-Wege Beimischregelung) ⇒ Keine Außenaufstellung
Wärmeeintrag im Stillstand	⇒ Abstimmung Profil Wärmequelle / Absorber
Inertgase	⇒ Absolute Dichtigkeit – saubere Fertigung !

Substanzen:

NH₃ / H₂O: Einhalten der gängigen Regelungen (~> EN 378: 3.000 kg NH₃ pro Liegenschaft)

H₂O / LiBr: Unbedenklich – kein Gefahrenstoff

Korrosionsinhibitor: Für System Edelstahl – Kupfer – Elektrolyt (Li⁺): Galvanische Korrosion

Aufbau einer mehrstufigen Opferschicht (Magnetit) gegen Korrosion

[Korrosion bedeutet: Undichten / Fremdgase, H₂ – Entstehung, Zerstörung]

Wirtschaftlichkeit – Vergleich mit Kompressionskälte

Kaltwassererzeugung - 1.000 kW (11°C / 5°C)

6.000 h Volllast / Jahr	Absorber	R 134 a	NH ₃
Elektrizität (€ 0,1 / kWh)	3.000,--	146.000,--	100.000,--
Kühlwasser (€ 2,-- / m ³) / 1.000 kW	1.530.000,--	1.902.000,--	1.785.000,--
Abwasser (€ 4,-- / m ³) / 1.000 kW	1.020.000,--	1.268.000,--	1.190.000,--
Gesamt ohne Wärme (Wärme gratis, -abfuhr erfolgt über Rückkühlkreis)	2.533.000,--	3.316.000,--	3.075.000,--
Mit externem Wärmebezug:			
Wärmebezug (0,03 € / kWh)	252.000,--	Wird die für den Absorber bereitgestellte Wärme in jedem Fall (auch ohne Absorber) zurückgeköhlt ? – oder wird abgeblasen über Kamin ? – Gibt es Fördermittel ?	
Kühlwasser (1.400 kW)	2.142.000,--		
Abwasser (1.400 kW)	1.428.000,--		
Gesamt mit Wärme	6.355.000,--	3.316.000,--	3.075.000,--
Anlagenpreis	€ 150.000,--	€ 75.000,--	€ 200.000,--

⇒ Steht Abwärme zur Verfügung ? - Ist Kühlwasser günstig verfügbar (Fluss / Brunnen) ?

⇒ Würde Abwärme ohne Absorber zurückgeköhlt werden (oder würde Wärme über Kamin abgeblasen) ?

⇒ **Wartung:** Alle 55.000 h (Haltbarkeit Füllung: Ca. 30 Jahre, abhängig von Fertigungsqualität)

Johnson Controls Systems & Service GmbH

Komponentenvertrieb

Dipl.-Ing. Jörg Theile

Am Leineufer 51

30419 Hannover

Tel: 0511 – 975 28 63

Mobil: 0162 – 109 84 05

Joerg.Theile@jci.com

Industrieanlagenbau

Dipl.-Ing. Jan H. Engeland

Merkurring 33-35

22143 Hamburg

Tel: 040 – 727 74 – 727

Mobil: 0162 – 109 83 89

Jan.H.Engeland@jci.com