



DER KÜHLKREISLAUF

DER KÜHLKREISLAUF

Bei der Verdampfung einer Flüssigkeit wird Wärme aus der Umgebung absorbiert. Wenn man beispielsweise einen Tropfen Alkohol auf die Hand träufelt, fühlt sich die Stelle kühl an, da der Alkohol der Haut Wärme entzieht. Dieses Prinzip der Verdampfung wird für viele Entwicklungen im Bereich der Kältetechnologie eingesetzt.

Wasser verdampft unter Normaldruck (760 mm Quecksilbersäule) bei einer Temperatur von 100°C, kann jedoch unter Vakuum bereits bei sehr niedrigen Temperaturen verdampfen. Wird in einem luftdichten Behälter ein Unterdruck von 6mm Quecksilbersäule erzeugt, so verdampft Wasser bereits bei 4°C.

Bei der Lithiumbromid-Lösung (LiBr) handelt es sich um ein sehr starkes Absorptionsmittel, das den umgebenden Dampf ständig absorbiert und somit zur Beibehaltung des Unterdrucks beiträgt. Sämtliche Absorptionsanlagen arbeiten nach dem Prinzip, Wasser bei Unterdruck zu verdampfen, um dem Wasserkreislauf der Klimaanlage Wärme zu entziehen. Die LiBr-Lösung absorbiert anschließend den Wasserdampf und gibt die darin enthaltene Wärme an den Kühlkreislauf und über den Kühlturm an die Außenluft ab. Die wässrige Lösung wird erhitzt, ihre Konzentration nimmt zu, während sich das erhitzte Wasser in Dampf verwandelt und die konzentrierte Lösung den Absorptionsvorgang wiederholt.

Der Kältekreislauf der BROAD-N-DFA läuft folgendermaßen ab:

Verdampfer:

Kaltwasser aus der Klimaanlage mit einer anfänglichen Temperatur von 12°C, fließt durch die Kupferrohre des Verdampfers und wird

dabei von flüssigem Kältemittel bei einer Temperatur von 4°C besprüht. Das Kältemittel verdampft und absorbiert dabei Wärme. Die Temperatur des Kaltwassers sinkt auf 7°C.

Absorber:

Mit einer Konzentration von 64% und bei einer Temperatur von 41°C besitzt die LiBr-Lösung eine starke Affinität gegenüber Wasser. Mit der Absorption der Wärme des Dampfes aus dem Verdampfer steigt die Temperatur der Lösung an und wird gleichzeitig verdünnt. Das Kühlwasser aus dem Kühlturm, das durch die Absorberrohre fließt, nimmt die Absorptionswärme aus der Klimaanlage auf und führt zu einer Verdünnung der Lösungskonzentration auf 57%. Diese Lösung wird nun von der Lösungspumpe zur Verdampfung und erneuten Aufkonzentration zum Hochtemperaturaustreiber (HSG) und anschließend zum Niedertemperaturaustreiber (LSG) befördert. Verdampfer und Absorber sind in derselben Gehäuseeinheit installiert. Der Druck beträgt ca. 6mm Quecksilbersäule.

Hochtemperaturaustreiber (HSG):

Die LiBr-Lösung befindet sich im Hochtemperaturaustreiber, wo sie mittels eines Brenners (1400°C Flammentemperatur) auf 165°C erhitzt wird und dabei den Großteil des absorbierten Kältemitteldampfes abgibt, der wiederum in den Niedertemperaturaustreiber strömt. Nach ihrer Aufkonzentration von 57% auf 63% fließt die Lösung wieder zum Absorber. Der Innendruck des HSG beträgt ca. 690mm Quecksilbersäule.

Niedertemperaturaustreiber (LSG):

Der aus dem Hochtemperaturaustreiber stammende Kältemitteldampf gelangt in die Kupferrohre des Niedertemperaturaustreibers und erhitzt die ihn umgebende verdünnte Lösung auf 90°C. Die Lösung verdampft und der Dampf strömt in den Kondensator. Nach der Aufkonzentration von 57% auf 63% fließt die Lösung wieder zurück zum Absorber. Der Kältemitteldampf aus dem HSG gibt seine Wärme ab und gelangt ebenfalls in den Kondensator.

Kondensator:

Das Kühlwasser aus dem Absorber fließt durch die Kupferrohre des Kondensators, wodurch der Dampf, der die Rohre umgibt, kondensiert und die Restwärme des auf dem HSG stammenden Dampfes in den Kühlturm transportiert. Der kondensierte Dampf gelangt als Kältemittel in den Verdampfer. LSG und Kondensator sind in derselben Gehäuseeinheit installiert. Der Druck beträgt ca. 57mm Quecksilbersäule.

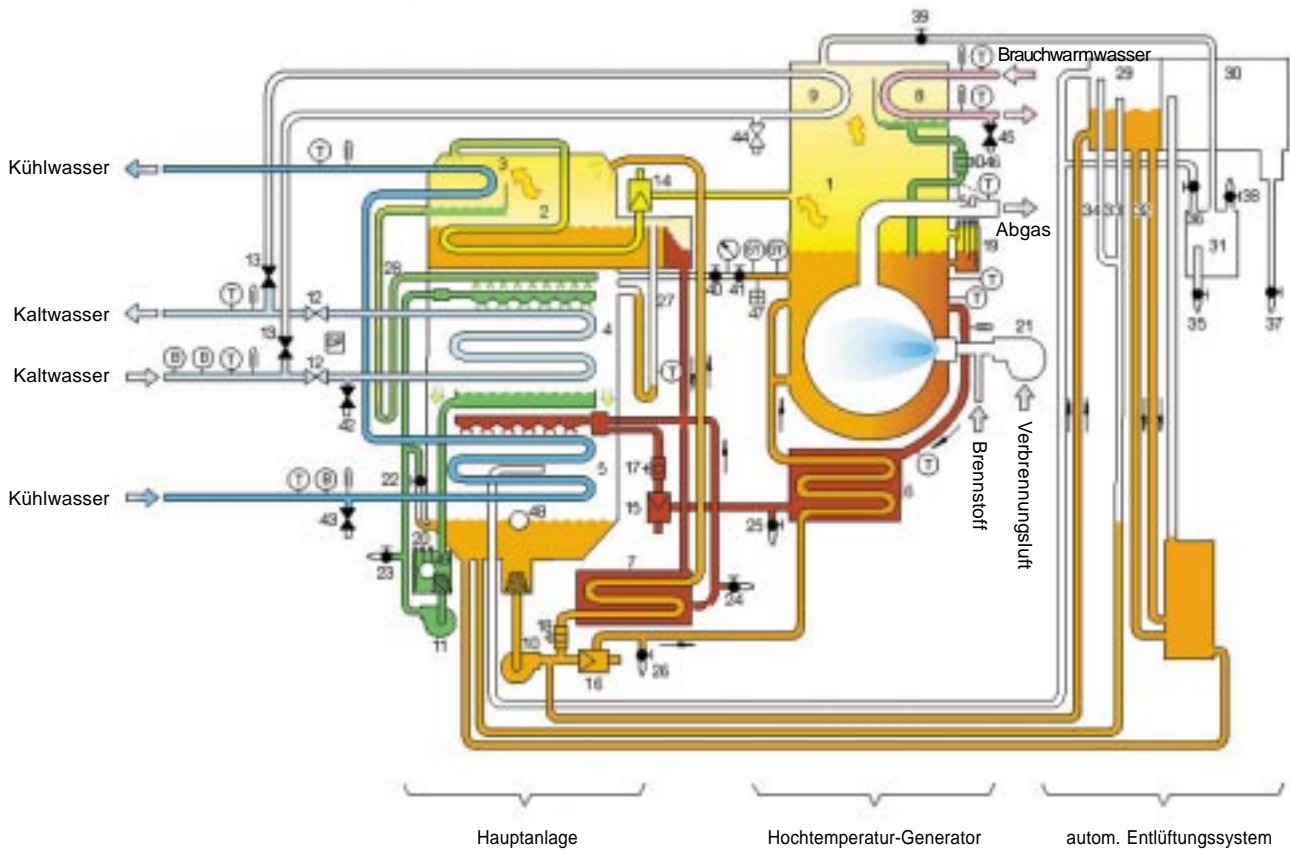
Hochtemperatur-Wärmetauscher (HTHE):

Die konzentrierte Lösung aus dem HSG mit einer Temperatur von 165°C tauscht Wärme mit der 38°C warmen verdünnten Lösung aus dem Absorber aus. Die Temperatur der verdünnten Lösung steigt daraufhin an, die Temperatur der konzentrierten Lösung nimmt hingegen ab. Die konzentrierte Lösung fließt mit 165°C durch den Wärmetauscher und gelangt mit einer Temperatur von 42°C in den Absorber. Die abgegebene Wärme (Temperaturunterschied 123 Kelvin) wird von der verdünnten Lösung aufgenommen.

Niedertemperatur-Wärmetauscher (LTHE):

Die konzentrierte Lösung aus dem LSG mit einer Temperatur von 90°C tauscht Wärme mit der 38°C warmen verdünnten Lösung aus dem Absorber aus. Die Temperatur der verdünnten Lösung steigt daraufhin an, die Temperatur der konzentrierten Lösung nimmt hingegen ab. Die konzentrierte Lösung fließt mit 90°C durch den Niedertemperatur-Wärmetauscher und gelangt mit einer Temperatur von 41°C in den Absorber. Die abgegebene Wärme (Temperaturunterschied 49 Kelvin) wird von der verdünnten Lösung aufgenommen. Der Niedertemperatur-Wärmetauscher trägt maßgeblich zur Verringerung des Heizbedarfs im Hochtemperaturaustreiber bei und reduziert gleichzeitig die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlwassers zur Kühlung der Lösung. Er ist damit ein wichtiges Bauteil zur Verbesserung der Energieeffizienz der BROAD DFA-Anlagen.

BROAD DFA CYCLE



- | | | |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1. Hochtemperaturaustreiber (HSG) | 17. HSG Konzentrationsventil | 34. Lösungsmittelrohr |
| 2. Niedertemporausstreiber (LSG) | 18. LSG Konzentrationsventil | 35. Entlüftungsventil für Abscheider |
| 3. Kondensator | 19. HSG Lösungsmittelniveauekontrolle* | 36. Ventil für direkte Entlüftung |
| 4. Verdampfer | 20. Kältemittelniveauekontrolle* | 37. Entlüftungsventil für nicht kondensierbare Gase |
| 5. Absorber | 21. Brenner* | 38. Entlüftung Serviceventil |
| 6. Hochtemperatur-Wärmetauscher (HTHE) | 22. Kältemittel Bypassventil | 39. HSG Entlüftungsventil |
| 7. Niedertemperatur-Wärmetauscher (LTHE) | 23. Kältemittel-Serviceventil | 40. Druckmessventil für Hauptanlage |
| 8. Warmwasserwärmetauscher | 24. LTHE Serviceventil | 41. Druckmessventil für HSG |
| 9. Heizwasserwärmetauscher | 25. HTHE Serviceventil | 42. Kaltwasser Entleerungsventil |
| 10. Lösungspumpe* | 26. Lösungsmittel-Serviceventil | 43. Kühlwasser Entleerungsventil |
| 11. Kältemittelpumpe* | 27. LSG Entkristallisationsrohr | 44. Heizwasser Entleerungsventil |
| 12. Kaltwasserabsperklappen | 28. Kältemittel Druckdifferenzrohr | 45. Warmwasser Entleerungsventil |
| 13. Heizwasserabsperklappen | 29. Eintrittskammer für nicht kondensierbare Gase | 46. Warmwasser Thermostatventil |
| 14. Kältemitteldampfventil | 30. Sammelbehälter | 47. Sicherheitsplug |
| 15. Ventil – konzentrierte Lösung | 31. Abscheider | 48. Schauglas Lösungsmittel |
| 16. Lösungsmittelventil | 32. Fallrohr | 49. Schauglas Kältemittel |
| | 33. Überlaufrohr | 50. automatischer Zugbegrenzer |

„*“ = elektrische Komponenten

DER HEIZKREISLAUF

Der Heizkreislauf des DFA funktioniert nach dem Prinzip des „getrennten Heizsystems“. Durch Verbrennungswärme wird die Lithiumbromid-Lösung erhitzt; der dadurch entstehende Lösungsdampf erwärmt das Heizwasser in den Rohren des Wärmetauschers, während das Kondensat wieder zur Lithiumbromid-Lösung zurückfließt. Damit wird der Heizvorgang wiederholt und der Kreislauf beginnt von neuem. Ist die Heizungsanlage aktiv und die Kälteerzeugung ausgeschaltet, sind die drei Kaltwasser-/Heizungs-Verteilventile geschlossen, um den Wärme- bzw. Kälteausaustausch zwischen der Hauptanlage und dem Hochtemperaturaustreiber zu unterbinden. Wird die Anlage ausschließlich zu Heizzwecken verwendet, bleibt die Hauptanlage abgeschaltet. Der Hochtemperaturaustreiber (HSG) übernimmt dann die Funktion eines Unterdruckkessels. Wenn das heiße Wasser eine Temperatur von 65°C erreicht hat, beträgt der Druck innerhalb des HSG ungefähr 240mm Quecksilbersäule; bei einer Temperatur des

Heizungswassers von 95°C beträgt der Druck innerhalb des HSG ungefähr 707mm Quecksilbersäule (53mm Quecksilbersäule unterhalb Normaldruck). Da die Hauptanlage während des reinen Heizbetriebs stillgelegt ist, treten in diesem Bereich der Anlage auch keine Verschleißerscheinungen auf. Im Vergleich mit konventionellen Anlagen, wird die Nutzungsdauer der BROAD-DFA verdoppelt. Weiterhin wird durch den ständigen Betrieb des Hochtemperaturaustreibers Korrosion im Bereich der Feuerung unterbunden. Dadurch verbessert sich der Ausnutzungsgrad erheblich, Verschleißerscheinungen und Ausfälle werden minimiert und die Folgekosten drastisch reduziert. Wird die Anlage simultan betrieben, das bedeutet gleichzeitiges Heizen und Kühlen, dann paßt sich die Brennerleistung automatisch der aktuellen Last an. Je nach Auslegung der Komponenten ist eine entsprechende Führungspriorität (z.B. im Winter/Heizen, im Sommer/Kühlen) vorzugeben.

