

Kälte-Wärme-Kopplung wird aktuell

Heizen mit der Kälteanlage

Hans Förster, Magdeburg

In der Kältetechnik bietet sich der Ringkanal-Wärmeübertrager für gewerbliche und industrielle Anwendungen als Nutzwärme-enthitzer und als innerer Wärmeübertrager an. Als innerer Wärmeübertrager werden bei organischen Kältemitteln Verbesserungen der Leistungszahl über 20 % ermöglicht und gleichzeitig das Temperaturniveau am Verdichtungsende angehoben, wodurch die Überhitzungswärme zunimmt und das Temperaturniveau ansteigt. Durch Nutzung der Enthitzungswärme können flüssige Wärmeträger (Kreislaufwasser) mit extrem geringen Druckverlusten auf der Dampfseite auf 60 bis 80 °C vorgewärmt werden.

Bei der Kälteerzeugung wird Wärme niedrigen Temperaturniveaus einem Kälteprozeß zugeführt und in diesem durch mechanische Energie im Temperaturniveau aufgewertet. Die Kältemitteldämpfe sind soweit zu verdichten, daß diese mit Umweltwärme kondensationsfähig sind. Wegen der Verdichtung der Dämpfe besteht die abzuführende Wärme einerseits aus Überhitzungswärme, die als Heizwärme nutzbar gemacht werden kann, und aus Kondensationswärme mit entsprechend niedrigem Temperaturniveau. Die abzuführende Wärme ist aus der Sicht des Kälte-

zum Autor

Dr. Hans Förster, Leiter des Ingenieurbüros IFM, Magdeburg



technikers eine unvermeidliche aber unerwünschte Energie, die man billig loswerden möchte. Für die Hersteller und Betreiber von Wärmepumpen ist diese Wärme jedoch das Ziel allen Handelns und der linksläufige Kreisprozeß ein Verfahren zur Wärmeerzeugung. Werden beide Zielstellungen vereinigt, so führt das zur Kälte-Wärme-Kopplung mit bemerkenswerten Synergieeffekten. Die Turbulenzen auf dem Energieträgermarkt des Jahres 2000 haben dafür die öffentliche Meinung sensibilisiert. Kälte-Wärme-Kopplung wird zunehmend inte-

ressant. Die Gewinnung der Überhitzungswärme der Kälteanlage mit hohen Temperaturen ermöglicht den unmittelbaren Anschluß von Kälteanlagen an Heizungssysteme.

Für kleine Leistungen haben sich Systeme mit Warmwasserspeicher und innerer oder äußerer Heizschlange bewährt. Die erreichbare Temperatur des Warmwassers beträgt in der Regel max. 55 °C, wenn gleichzeitig die Kondensationswärme genutzt wird. Zur Vermeidung der Gefahr von Legionellen muß konventionell nachgeheizt werden.

Bei öleingespritzten Schraubenverdichtern wird die Rückkühlung des Öles in Plattenwärmeübertragern zur Nutzwärmeerzeugung verwendet. Das Einspritzöl enthält nur einen Bruchteil der abzuführenden Gesamtwärme. Dieser Anteil kann aber Temperaturen eines Kreislaufwassers bis zu 75 °C erreichen und ist damit für Heizzwecke verwendbar. Das Druckgas enthält noch beachtliche Wärmemengen, die durch einen geeigneten Enthitzer gewonnen werden können.

Die Nutzung der Enthitzungswärme hat den großen Vorteil, daß hohe Temperaturen zur Verfügung stehen, ohne daß



Bild 1 Ringkanal-Wärmeübertrager mit U-Rohren während der Fertigung

eine Erhöhung des Verflüssigerdruckes erforderlich ist. Voraussetzung für die Nutzung dieses Potentials ist aber die Verfügbarkeit über Gas-flüssig-Wärmeübertrager, die hohe Flüssigkeitstemperaturen erzeugen können.

Der Ringkanal-Wärmeübertrager

Ein guter Enthitzer sollte

- minimale Druckverluste auf der Dampfseite aufweisen,
- gegenstromfähig für einen großen Dampfstrom und einen kleinen Flüssigkeitsvolumenstrom sein und dadurch
- hohe Flüssigkeitstemperaturen erreichen können.

Diese Bedingungen werden durch einen Ringkanal-Wärmeübertrager erfüllt.

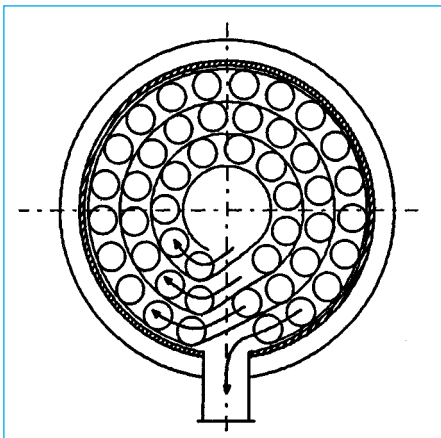


Bild 2 Der Ringkanal-Wärmeübertrager im Schnitt

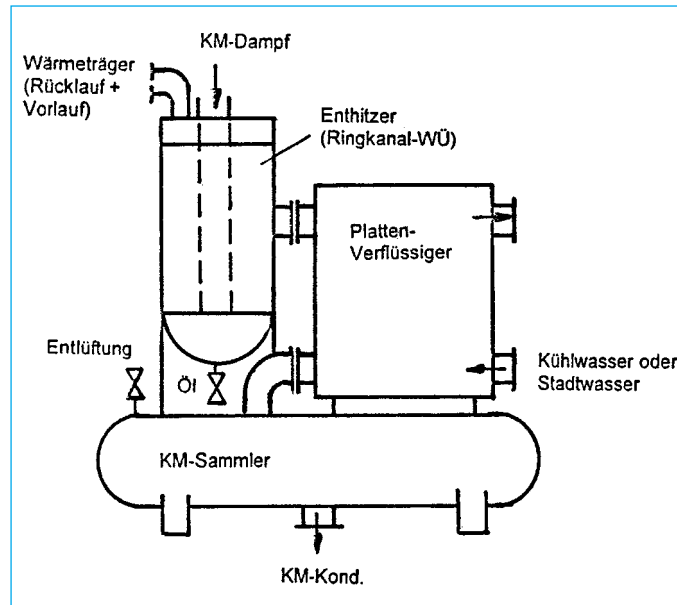


Bild 3 Kältemittelverflüssigung als Kombination

Der Ringkanal-Wärmeübertrager arbeitet mit außen hochberippten Radialrippenrohren oder mit lamellierten Rohren, die in zylindrische Ringkanäle eingebaut sind und quer vom Dampf angeströmt werden. Starke Umlenkungen der Dampfströmung gibt es nicht. Durch die um die Apparateachse rotierende Dampfströmung werden die Rippenrohre exakt quer und die Rippen im Parallelstrom angeblasen, was bei dieser Bauart ungewöhnlich niedrige Druckverluste auf der Dampfseite ermöglicht. Durch die großen Rippenhöhen kann mit mäßigen Dampfgeschwindigkeiten gearbeitet werden. Die Dampfströmung ist tangential zur zylindrischen Achse gerichtet. Zu den besonderen Vorzügen des Ringkanal-

Wärmeübertragers gehört es, daß durch die rotierende Strömung eine Zyclonwirkung entsteht, so daß ausfallende Öl- oder Kältemittelanteile bei stehender Ausföhrung des Apparates elegant abgetrennt werden und separate Abscheider entbehrlich sind. Enthitzer, Verflüssiger und Kältemittelsammler lassen sich auch als Kompakteinheit kombinieren (Bild 3).

Optimierung und Wahl des Kältemittels

Die gewünschten Temperaturen des Wärmeträgers zwischen 55 und 80 °C erreicht man mit dem Ringkanal-Wärmeübertrager beim Kältemittel Ammoniak

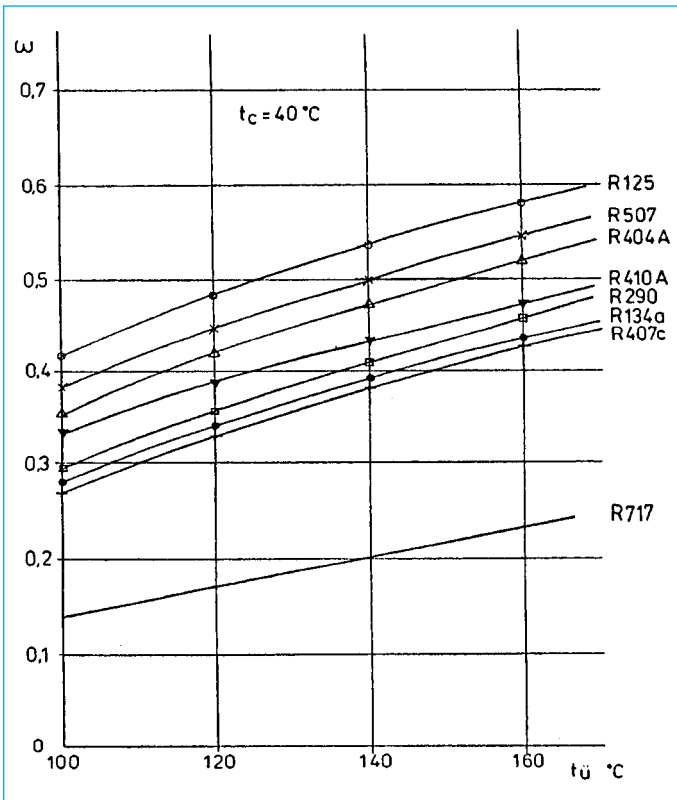


Bild 4 Darstellung des Überhitzungsanteils für verschiedene Kältemittel bei $t_c = 40\text{ °C}$

- die Überhitzungswärme wird auch bei niedrigen Kälteparametern mit hohen Wärme-trägertemperaturen nutzbar (Bild 5) und
- der Leistungsanteil der Überhitzungswärme vergrößert sich.

Als innerer Wärmeübertrager und als Enthitzer können jeweils Ringkanal-Wärmeübertrager verwendet werden, so daß die Zielstellung der Nutzung der Überhitzungswärme auch bei organischen Kältemitteln erreicht wird.

Unabhängig von den bereits genannten Vorteilen führt die Verwendung eines Enthitzers außerdem zu einer Entlastung der Verflüssigung, was bei luftgekühlten Systemen im Hochsommer ein willkommener Vorteil ist und die Anhebung des Systemdruckes im Verflüssiger begrenzt. Die Wärmeübertragung im Überhitzungsbereich ist wesentlich ungünstiger als bei reiner Kondensation der Kältemittel. Nicht enthitzte Kältemitteldämpfe nehmen daher einen unerwünscht großen Anteil der Wärmeübertragungsfläche des Verflüssigers in Anspruch. Eine Funktionstrennung in Enthitzer und Verflüssiger macht daher Reserven in der Verflüssigung frei.

spielend leicht, weil sich durch den hohen Isentropenexponenten zwangsläufig hohe Verdichtungsendtemperaturen ergeben. Deshalb ist die Nutzung der Überhitzungswärme beim Kältemittel Ammoniak trotz des geringen Anteils der Überhitzungswärme an der abzuführenden Gesamtwärme (Bild 4) ohne zusätzliche Maßnahmen sofort möglich und sinnvoll.

Bei organischen Kältemitteln (R 134a, R 507, R 404A, R 410A usw.) ist der Isentropenexponent $\leq 1,1$, so daß sich bei mäßigen Kälteparametern (kleine Druckverhältnisse) keine attraktiv hohen Kompressionsendtemperaturen ohne Anpassung des Verfahrens erreichen lassen.

Hier ist der Übergang auf das klassische Verfahren der Kältemittelunterkühlung anzuraten: Der innere Wärmeübertrager. Dadurch werden die beachtlichen Überhitzungsanteile an der abzuführenden Gesamtwärme effektiv nutzbar.

Zur Vermeidung eines Überhitzers und aus Gründen der Wettbewerbsfähigkeit hat man in den letzten Jahren überwiegend zur sogenannten Economizerschaltung gegriffen, um die

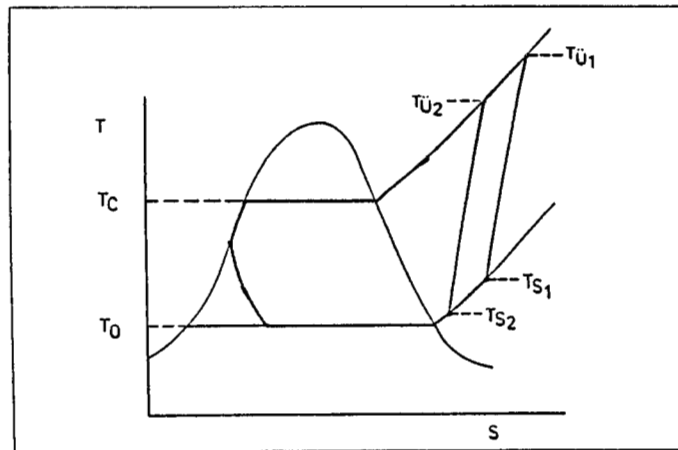


Bild 5 Anhebung des Temperaturniveaus der Überhitzung durch inneren Wärmetausch

Unterkühlung des Kältemittels und damit die Leistungsziffer zu erhöhen. Allerdings kann dieses Verfahren nur bei Anwendung von Schraubenverdichtern oder bei zweistufigen Kälteprozessen verwendet werden. Aus der Sicht der Nutzung der Überhitzungswärme bei organischen Kältemitteln ist der Übergang auf den inneren Wärmeübertrager besonders vorteilhaft, denn

- die Leistungszahl der Kälteerzeugung steigt besonders für die neueren Kältemittel teilweise bis über 20 %¹, günstig ist z. B. R 507,

Wirtschaftliche Ergebnisse

Nach den bisherigen Erfahrungen amortisieren sich Nutzwärmeenthitzer als Ringkanal-Wärmeübertrager bereits ab zwei Monaten (große Leistung) und bis ca. 1 Jahr bei kleinen Leistungen. Die Betriebskosten der Kälteerzeugung können durch Gutschriften aus der Nutzung der Überhitzungswärme nach dem Preisniveau von 1999 um 15 % (bei hohen Verdampfungstemperaturen) bis über 35 % (bei niedrigen Verdampfungstemperaturen) mit steigender Tendenz gesenkt werden.

¹ Nach Berechnungen von Dr. Z. R. Huella, Huella Engineering GmbH, Hannover

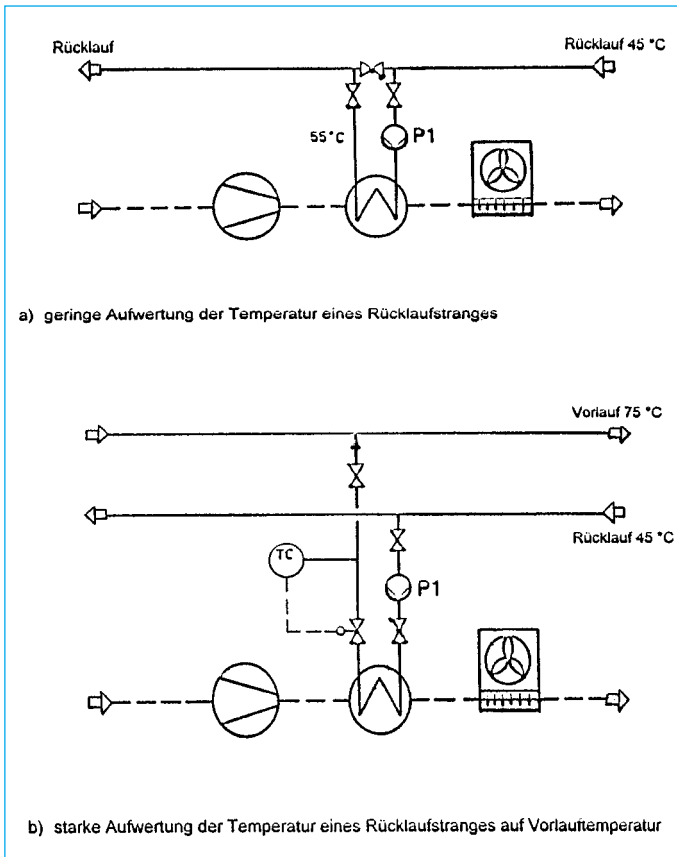


Bild 6 Anschluß an Heizungssysteme für Nachrüstungen

Dieses Temperaturniveau ist für den Anschluß an Heizungssysteme ausreichend.

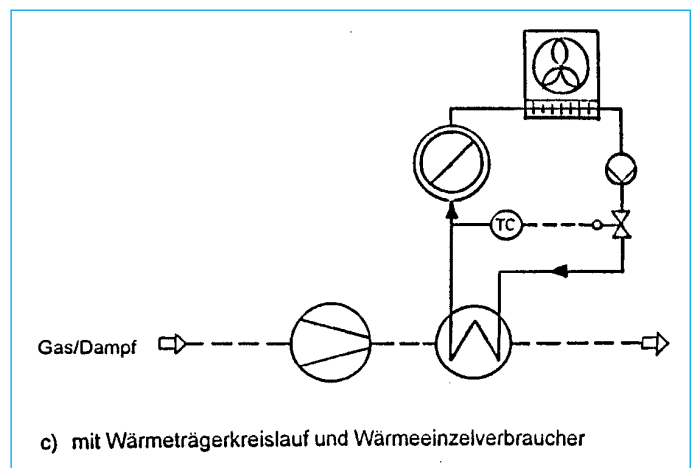
Steht ein Heizungsrücklauf mit großer Leistung zur Verfügung, so genügt eine unregelmäßige Aufwertung dieses Rücklaufes durch Temperaturerhöhung um beispielsweise 10 K. Sind nur kleine Rücklaufmengen verfügbar, muß eine Vorwärmung auf Vorlauftemperaturen von 70 bis 80 °C erfolgen (Bild 6).

Für Neuanlagen (Bild 9) kann man sich den Vorteil der geringen Druckverluste des Ringkanal-Wärmeübertragers zunutze machen. Der Anschluß der Wärmeverbraucher z. B. Heizung, Warmwasser, Prozeßwasser erfolgt dann über Plattenwärmeübertrager aus dem Primär-Wärmeträgerkreislauf. Der Wärmeträgerkreislauf hat am Ende einen Schlußkühler, wenn man den Verflüssiger immer von der Überhitzungswärme entlasten möchte. □

Anwendungen

Die aus der Überhitzungswärme der Kältemitteldämpfe gewonnene Wärme kann mit Temperaturen zwischen 60 und 80 °C zur Verfügung gestellt werden, wobei evtl. mit einem inneren Wärmeübertrager nachgeholfen werden muß.

Bild 7 Anschluß an Heizungssysteme für Neuanlagen



Falsche Signale: Wer stoppt den Blödsinn von Greenpeace?

Eigentlich war es erstaunlich, wie ruhig es um die Schutz-der-Ozonschicht-Aktivitäten von Greenpeace geworden ist. Denn monatlich erhält Wolfgang Lohbeck, der vormalige FCKW-Ober-Campaigner von Greenpeace in Hamburg, die KK. Von alters her. Nicht erstaunlich aber deshalb, weil sich die 1996er Supermarkt-Kampagne „Natürliche Kältemittel rein in den Supermarkt“ als das erwiesen hatte, was Kältefachleute schon im Vorfeld wußten: eine reine und das Treibhausklima zusätzlich schädigende „Erpresse“. Hierfür verantwortlich: Wolfgang Lohbeck! Denn über den zusätzlichen Energiemehrverbrauch – und damit eine erhöhte CO₂-Belastung – füllen reale Meßprotokolle

bekanntlich Bände. Von Wolfgang Lohbeck war dann in Sachen „natürliche Kältemittel“ nix mehr zu hören.

Jetzt scheint er wieder auf dem Tapet zu sein, – oder jemand gleichwertig anders. Es geht um „Kühlschränke mit Klimagift“ und diese Aussage verursacht eine andere unverantwortliche Hysterie, wie sie aus dem auf Seite 59 dieser Ausgabe veröffentlichten Zeitungsbericht „Gas ausgetreten: Zwei Angestellte verletzt“ abzuleiten ist.

„Kühlschränke mit Klimagift“ und „Fili-alleiter nimmt Geräte aus dem Handel“ titelt die „Neue Presse“ Hannover in ihrem Regionalteil am 14. Mai. Der Blödsinn hat Methode – und hier der wörtliche Nachweis: „Hannover. Greenpeace fahndet erfolgreich nach umweltschädlichen Kühlschränken: Im Makro-Markt Würfel fanden Aktivisten elf Geräte mit dem Treibhausgas Fluorkohlenwasserstoff R 134a. Der Filialeiter habe erklärt, die Kühlschränke

aus dem Verkauf zu nehmen, so Greenpeace. Die Aktion fand bundesweit statt. Die Billig-Geräte mit R 134a stammen überwiegend aus Ost- und Südeuropa.“

Der Kälte-Klima-Fachmann faßt sich hier an den Kopf, denn es fehlen ihm hierzu die Worte. Dipl.-Ing. F. Kästner, Dozent an der Norddeutschen Kälte-Fachschule und Technologietransfer-Beauftragter, allerdings nicht. Er hat sich gegenüber Hannovers „Neue Presse“ wenigstens mit einem schriftlichen Beitrag um Schadensaufklärung bemüht. In Kürze: der gegenüber einer R 134a-Komplettemission eintretenden CO₂-Belastung der Umwelt in Höhe von ca. 110 ... 130 kg stehen infolge 3 ... 5 % mehr Elektroenergieaufnahme eines Propan-Isobutan-Kühlschranks bei einer Lebensdauer von 15 Jahren eine höhere CO₂-Belastung von ca. 160 kg gegenüber. Wie schon gesagt, der Blödsinn von Greenpeace hat Methode. P. W.