

SONDERDRUCK

aus Heft 7/8 der Zeitschrift „Die Berufsgenossenschaft“

Juli/August 1951

Kältemaschinen

Von Dipl.-Ing. O. Söldner,
Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Fremdenverkehr, Mannheim

DK 621.57

Diese und noch weitere wertvolle Beiträge namhafter
Fachleute finden Sie in der monatlich erscheinenden
Zeitschrift für Unfallverhütung und Betriebssicherheit

Die Berufsgenossenschaft

Prospekte kostenlos vom Erich Schmidt Verlag,
Zweigstelle Bielefeld, Herforder Straße 10.

Herausgeber:
Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e. V., Bonn
Erich Schmidt Verlag Bielefeld

Die Betrachtung kältetechnischer Maschinen und Einrichtungen an dieser Stelle ist nicht nur gerechtfertigt, weil die Kältemaschine für den Ingenieur interessant ist und außerordentlich viele Grenzgebiete berührt, sondern auch weil sie in unfalltechnischer Hinsicht eine Sonderstellung einnimmt. Während es z. B. bei Misch- und Knetmaschinen, bei Verpackungsautomaten und bei einer Reihe von Walzmaschinen jahrzehntelanger Bemühungen bedurfte, sie einigermaßen unfallsicher zu gestalten, während bei diesen Maschinen der Unfallschutz sozusagen mühsam nachhinkte, ist bei den Kältemaschinen der Unfallschutz auf bestimmten Teilgebieten von vornherein bei der Konstruktion berücksichtigt worden.

Kennzeichnend hierfür ist die Tatsache, daß in einem der bekanntesten kältetechnischen Bücher¹⁾ auf der ersten Seite die Erfüllung folgender Forderungen verlangt wird:

1. Weitgehende Betriebssicherheit und geringste Abnutzung,
2. unbedingte Unfallverhütung,
3. einfachste Bedienung (Vollautomatik),
4. möglichst geräuschloser Gang,
5. geringer Platzbedarf,
6. niedrige Anschaffungs- und Betriebskosten.

Die Forderung nach Unfallverhütung steht also an vorherrschender Stelle, ein Gedanke, dem weitere Verbreitung auf anderen Gebieten zu wünschen wäre. Die an dritter Stelle als wünschenswert genannte vollautomatische Arbeitsweise dient ebenfalls weitgehend dem Unfallschutz und beschränkt sich heute durchaus nicht mehr auf das Kleinaggregat.

Die vielseitigen Anwendungsgebiete der maschinell erzeugten Kälte lassen sich in folgende große Gruppen aufteilen:

A. Lebensmittelfrischhaltung, Getränkekühlung

Angestrebt wird die ununterbrochene Kühlkette: Kühl- und Gefrierhaus — Gefriertransport — Händler — Kleinverkäufer — Haushalt.

Eine wichtige Unterabteilung ist das Speiseeis.

¹⁾ Plank-Kuprianoff: Die Kältemaschine, Springer Verlag 1948.

B. Chemische Industrie

Anlagen zur Abführung von Kondensations-, Kristallisations- und Erstarrungswärme, Kühlung von Gasen und Lösungen.

Unterabteilungen sind Medizin, Biologie.

C. Klima-Anlagen

Luftaufbereitung und -kühlung für Theater und Wohnräume und, in der Industrie, für die Bearbeitung von Kunststoffen, Papier, Textilien, Tabak u. a. m.

Auch die Frischhaltung von Pflanzen gehört hierher.

D. Künstliche Eisbahnen, Eisfabriken

E. Sondergebiete

Gefrierschachtabteufung, Kaltschrumpfen, Kühlung spanabhebender Werkzeuge, Kühlung von Dural-Nieten.

Die Einteilung erhebt keinen Anspruch auf Genauigkeit, denn viele Anwendungsgebiete überschneiden sich. Die in Europa bei weitem umfangreichste ist die Gruppe A, während die größten Maschineneinheiten bei B in den chemischen Werken zu finden sind.

Das Verdienst, die Kältemaschine grundlegend verbessert und gleichsam aus der Kinderstube des Laboratoriums in die große Welt der Praxis eingeführt zu haben, gebührt Carl v. Linde. Er schuf 1876 die erste praktisch brauchbare Ammoniakmaschine, die in Entwurf und Ausführung so vollkommen war, daß sie von 1877 bis 1908, also 31 Jahre lang, Dienst tat, ehe sie einen Ehrenplatz im technischen Museum in Wien erhielt. Dieser ersten Kälteanlage in einer Brauerei folgten bald weitere in Schlachthöfen, Eisfabriken, Kühlhäusern und in der chemischen Industrie.

Eine Maschinenfabrik nach der anderen nahm die Herstellung auf, bis sich etwa 60 deutsche Firmen mit dem Bau und der Montage von Kühlanlagen befaßten. Heute ist diese Zahl auf etwa 30 zurückgegangen, zu denen noch etwa 10 Hersteller von Kühlschränken zu rechnen sind.

Die maschinelle Kälteerzeugung ist nichts anderes als die Ausnutzung der Verdunstungskälte. Überall, wo eine Verdunstung (oder Verdampfung) stattfindet, ist eine tiefere als die Umgebungstemperatur festzustellen, z. B. an der mit Wasser befeuchteten Hand. Je lebhafter die Verdunstung vor sich geht, umso schneller stellt sich das Kältegefühl ein, im bewegten Luftstrom also fühlbarer als im ruhenden. Wird die Hand mit einer bei niedriger Temperatur siedenden Flüssigkeit, etwa mit Äther, benetzt, so wird die Abkühlung noch stärker. Die Wirkungsweise der Kältemaschinen beruht nun darauf, daß eine bei tiefer Temperatur siedende Flüssigkeit, das Kältemittel, in einem geschlossenen Rohrsystem oder Kessel durch

Druckverminderung zum Verdampfen gebracht wird. Hierdurch wird dieser Verdampfer abgekühlt; er entzieht seiner Umgebung Wärme, d. h. er erzeugt Kälte.

Den Druckabfall am Verdampfer bewirkt eine Gaspumpe, die fortwährend verdampftes Kältemittel ansaugt. Die Kühlwirkung würde aber nur so lange dauern, bis Kessel oder Rohrschlange leer sind; es muß also dafür gesorgt werden, daß das abgesaugte Kältemittel wiedergewonnen und der Verdampfer immer wieder nachgefüllt wird. Dies geschieht im sogenannten Kreisprozeß (Abb. 1). Aus dem Verdampfer, hier als Rippenrohrkörper

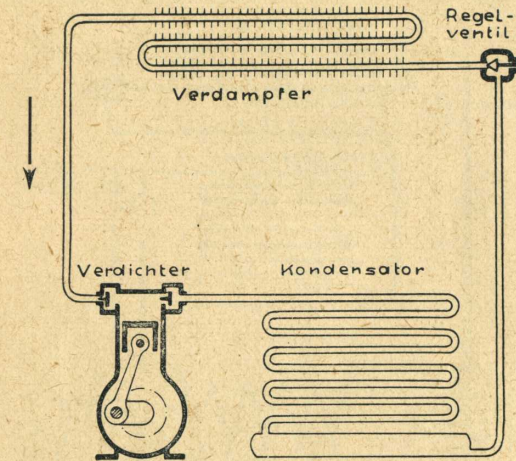


Abb. 1: Kreisprozeß der Kältdampfmaschine

dargestellt, wird das Gas in der Pfeilrichtung angesaugt, im Kompressor auf höheren Druck verdichtet und in den Kondensator befördert. Dieser wird durch bewegte Luft oder durch Wasser abgekühlt und verflüssigt das bisher dampfförmige Kältemittel, das nunmehr durch eine Rohrleitung dem Regelventil zufließt. Hier wird es auf niedrigen Druck entspannt und strömt abermals dem Verdampfer zu. Der Kreislauf beginnt von neuem. Während des Kreisprozesses nimmt das Kältemittel im Verdampfer Wärme auf und gibt sie im Kondensator (Verflüssiger) an das Wasser oder den Luftstrom wieder ab. Die Wärme wird gleichsam von einem tiefliegenden (etwa -10°) auf ein höherliegendes Niveau (15 bis 20°) gehoben. Zur Überwindung dieses Wärmegefälles ist Arbeit erforderlich, die ein Elektromotor oder eine sonstige Antriebsquelle leistet. Es leuchtet ein, daß der Arbeitsbedarf umso größer sein muß, je höher das Wärmegefälle, das

heißt der Unterschied zwischen der Verdampfungstemperatur und der Verflüssigungstemperatur ist.

Im Gegensatz zu den vorherbeschriebenen Kompressionsmaschinen wird bei den Absorptionsanlagen das verdampfte Kältemittel nicht durch einen Kompressor, sondern durch einen Absorber abgesaugt. Als Kältemittel dient vorwiegend Ammoniak, als Absorptions- oder Lösemittel Wasser. Der Kreisprozeß nach Abb. 1 ändert sich derart, daß geschlossene Behälter und Rohre, die außer einer Flüssigkeitspumpe keine bewegten Teile aufweisen, die Rolle des Kompressors übernehmen (Abb. 2). Eine

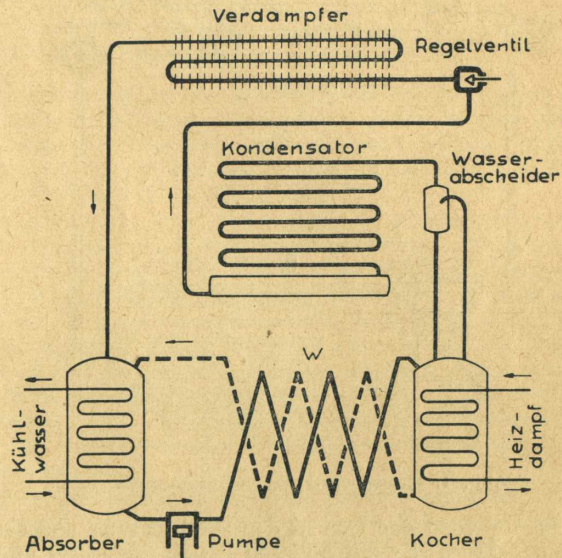


Abb. 2: Kontinuierlich arbeitende Absorptionsanlage

wässrige Lösung von z. B. Ammoniak (Salmiakgeist) wird im Kocher (Austreiber) erhitzt. Das durch die Erwärmung ausgeschiedene unter einem Druck von etwa 11 atü stehende dampfförmige Ammoniak strömt über einen Wasserabscheider in den Kondensator, wird dort verflüssigt und gelangt, nachdem es im Regelventil auf etwa 1,8 ata entspannt ist, in den Verdampfer, während die am Boden des Kochers sich sammelnde arme Lösung in den Absorber fließt. Da sie auf dem Wege dorthin stark abgekühlt wurde, ist sie imstande, in dem durch Kühlwasser gekühlten Absorber die vom Verdampfer kommenden Ammoniakdämpfe zu absorbieren. Die sich unten im Behälter ansammelnde reiche Lösung wird durch eine Pumpe ab-

gesaugt und in den unter höherem Druck stehenden Kocher gedrückt. Unterwegs durchströmt sie den Wärmeaustauscher W, in dem sie vorgewärmt und die entgegenkommende arme Lösung abgekühlt wird.

Absorptionsanlagen kleiner Leistung sind, von einigen Kühlschränken abgesehen, nahezu verschwunden, solche großer und größter Leistung finden sich ausschließlich in der chemischen und in der Hüttenindustrie.

Bei der sicherheitstechnischen Beurteilung einer Kälteanlage ist die Unterscheidung der unmittelbaren und mittelbaren Kühlung wichtig. Wird der

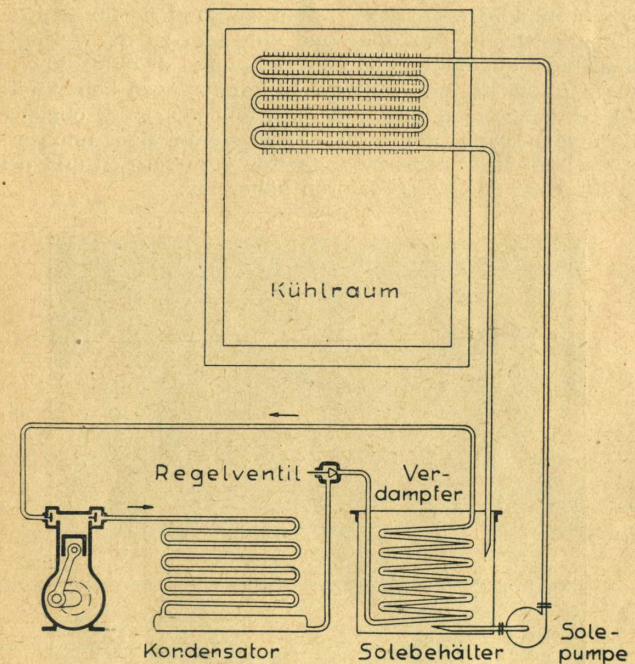


Abb. 3: Indirekte Kühlung (Solekühlung)

in Abb. 1 gezeigte Verdampfer im Kühlraum selbst angebracht, so spricht man von unmittelbarer Kühlung oder direkter Verdampfung. Wird dagegen nach Abb. 3 der Verdampfer in einen Solebehälter eingebaut, dessen Sole durch eine Pumpe nach den Kälteverbrauchsstellen befördert wird, so handelt es sich um indirekte Kühlung, kurz Solekühlung genannt.

