

zur Erhaltung der Temperatur von Schiffsräumen unter dem Gefrierpunkte behufs Konservierung von Fleisch etc. bei Seefahrten vielfach benützt, außerdem zur künstlichen Erzeugung von Eis etc.

69. Umkehrung des Kreisprozesses der Wärmemaschine.

Kältemaschine oder Wärmepumpe. Unter einer Kältemaschine oder Wärmepumpe versteht man im allgemeinen eine Maschine, welche Wärme von einem kälteren auf einen wärmeren Körper überträgt; eine derartige Wärmetransmission kann nach dem zweiten Gesetze der Thermodynamik durch einen selbsttätig wirkenden Prozeß nicht erfolgen; es ist hierzu stets Verbrauch an äußerer mechanischer Arbeit erforderlich. Jede Wärmemaschine kann als Wärmepumpe dienen, wenn man sie zwingt, ihr Indikatordiagramm im verkehrten Sinne zu durchlaufen, sodaß die Fläche desselben die Arbeit darstellt, welche auf die Maschine von außen übertragen, statt von derselben erzeugt oder geleistet wurde. Die Wärme wird sodann von der kalten Quelle aufgenommen und an die warme Quelle abgegeben.

Nimmt man zum Beispiel den Carnot'schen Kreisprozeß für Luft als Arbeitssubstanz (Fig. 34) und denkt sich denselben verkehrt in der Reihenfolge $adcba$ der Einzeloperationen durchlaufen, sodaß die Fläche des Diagrammes negativ ist und die auf die Maschine übertragene Arbeit darstellt.

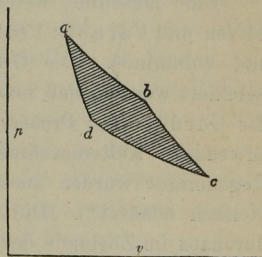


Fig. 34.

Während der Periode $d-c$ findet isothermische Expansion in Kontakt mit dem kalten Körper C (Fig. 31) statt; das Gas nimmt von C eine Wärmemenge gleich $RT_2 \log_e r$ (siehe § 17) auf; während der isothermischen Kompression $b-a$ wird hingegen eine Wärmemenge $RT_1 \log_e r$ an den wärmeren Körper A abgegeben. Während den Perioden $c-b$ und $a-d$ findet keine Wärmeübertragung statt. Dem kalten Körper C wird daher fortwährend Wärme entzogen; seine Temperatur kann somit niedriger erhalten werden als die Temperatur seiner Umgebung. Denkt man sich eine solche Maschine angewendet zur Erzeugung von Eis, dann besteht C aus einer Rohrspirale oder einer Serie enger gerader Rohre, die in einem mit Salzlösung gefüllten Cylinder angeordnet sind; die Salzlösung kann infolge der Wirkungsweise der Maschine auf einer Temperatur unter 0°C erhalten werden und wird ihrerseits benutzt, um dem Wasser durch Leitung Wärme zu entziehen, dasselbe somit zum Gefrieren zu bringen. Wasser hat seinen Schmelzpunkt oder Gefrierpunkt bei 0°C . Wirft man aber fein gepulvertes Salz in dasselbe, so sinkt die Temperatur der Lösung,

wenn sie gegen Wärmeaufnahme von außen geschützt ist; denn beim Übergange des Salzes aus dem festen in den flüssigen Zustand wird Wärme durch dasselbe gebunden, welche eben dem Wasser entzogen wird. Auf diese Weise sinkt die Temperatur der Lösung um so tiefer, je stärker der Salzgehalt derselben, also je gesättigter sie ist. Der „Kühler“ A , also der relativ warme Körper, wird gewöhnlich durch Wasserzirkulation so kühl als möglich erhalten, indem durch das Wasser die von der Arbeitsluft an A abgeführte Wärme aufgenommen wird. Dies ist dem Wesen nach der Prozeß der Eismaschinen, nur mit dem Unterschiede, daß der Kreisprozeß der einzelnen Operationen nicht eine Umkehrung des Carnotschen, sondern mehr angenähert des Kreisprozesses von Clausius ist und als Arbeitssubstanz nicht Luft, sondern eine verdampfbare Flüssigkeit (schweflige Säure, Ammoniak, Kohlensäure und Chlormethyl) verwendet wird.

Eine Maschine, welche atmosphärische Luft als Arbeitsflüssigkeit benützen und Carnots Prozeß befolgen würde, würde außerordentlich schwer und voluminös. Die Größe derselben kann jedoch dadurch wesentlich reduziert werden, daß man an Stelle der adiabatischen Zustandsänderungen des Carnotschen Prozesses einen Regenerator wie in Stirlings Maschine anwendet. Kältemaschinen dieser Art mit Luft als Arbeitssubstanz und Regenerator wurden zuerst von Dr. A. C. Kirk eingeführt und seinerzeit vielfach benützt*). Die Arbeitsluft war vollständig eingeschlossen, also durchaus im Zustande der Kompression, so daß selbst die kleinste Pressung derselben höher war als der Atmosphärendruck. Dies hatte zur Folge, daß eine größere Luftmenge bei jeder Umdrehung der Maschine den Kreisprozeß der Operationen passierte, wodurch die Leistungsfähigkeit einer Maschine von gegebenen Dimensionen erhöht wurde.

Diese Type von Kältemaschinen hat sich nicht dauernd bewährt und jene Maschinen, welche heute noch Luft als Arbeitsflüssigkeit benützen, arbeiten nach dem umgekehrten Kreisprozeß von Joule, wie in dem nachfolgenden § 72 beschrieben.

70. Verdampfungskältemaschinen mit Kompressor. Die Kältemaschinen moderner Bauart benützen, wie bereits erwähnt, als Arbeitssubstanz statt atmosphärischer Luft eine Flüssigkeit und deren Dämpfe und beruht die Wirkungsweise dieser Maschinen auf der abwechselnden Verdampfung der Flüssigkeit bei niedrigem Druck und Kondensation der-

*) Siehe Kirk, „*On the Mechanical Production of Cold*“, *Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, Vol. XXXVII, 1874. Ebenso „*Lectures on Heat and its Mechanical Applications*“, daselbst 1884.