

Wandungen desselben besitzen ein sehr großes Wärmefassungsvermögen, so daß die von der Arbeitsflüssigkeit auf dieselben abwechselnd übertragene und denselben wieder entzogene Wärme keine merkliche Temperaturveränderung dieser Wandungen hervorzurufen vermag. Die Wandungen besitzen an dem einen Ende des Gefäßes die Temperatur T_1 , an dem anderen Ende die Temperatur T_2 ; der Übergang von T_1 auf T_2 , somit auch umgekehrt, ist ein ununterbrochener. Wenn die Arbeitsflüssigkeit von der Temperatur T_1 das heiße Ende des Regenerators betritt, so verläßt sie nach Passierung desselben das kalte Ende mit der Temperatur T_2 , nachdem sie auf diesem Wege eine bestimmte Wärmemenge an die Wandungen abgegeben hat. Passiert die Arbeitsflüssigkeit während des Rücklaufes den Generator in entgegengesetzter Richtung, dann steigt die Temperatur derselben von T_2 auf T_1 dadurch, daß sie die Wärme wieder aufnimmt, welche sie vorher an die Wandungen abgegeben hatte. Dieser Prozeß ist somit theoretisch vollkommen umkehrbar; in der Praxis läßt er sich jedoch nur angenähert korrekt durchführen, da einerseits der Regenerator kein unbeschränktes Wärmefassungsvermögen besitzen kann und andererseits vermöge der Leitungsfähigkeit der Wandungen desselben Wärme sowohl durch Ausstrahlung verloren geht, als auch vom heißen zum kalten Ende überströmt. Ein vollkommener Regenerator im Sinne obiger Forderungen ist daher ein Ideal, welches praktisch nicht verwirklicht werden kann.

28. Stirlings Regenerativluftmaschine. Die Maschine von Stirling war trotz ihrer Unvollkommenheit das erste praktische Beispiel einer reversiblen Maschine. Sie arbeitete mit Luft als Arbeitsflüssigkeit unter Anwendung eines Regenerators. Eine ausführlichere Beschreibung dieser Maschine folgt in einem späteren Abschnitte. Der Kreisprozeß derselben verläuft der Hauptsache nach wie folgt:

1. Atmosphärische Luft von der Temperatur T_1 , welche nach Passierung eines Generators diese Temperatur erlangt hatte, expandiert isothermisch unter Aufnahme von Wärme aus einem Ofen und hebt hierbei einen Kolben. Das Expansionsverhältnis sei r , somit die aufgenommene Wärme pro kg Luft $R T_1 \log_e r$.

2. Die Luft passiert nun den Regenerator vom heißen zum kalten Ende, gibt hierbei Wärme an denselben ab und erfährt eine Temperaturverminderung von T_1 auf T_2 ; das Volumen blieb ungeändert; die abgegebene Wärme beträgt daher $c_v(T_1 - T_2)$. Die Spannungsabnahme ist hierbei proportional der Temperaturabnahme.

3. Die Luft wird nun isothermisch auf ihr Anfangsvolumen bei der Temperatur T_2 durch Berührung mit einem Kühlapparat (oder Wärme-

receiver) komprimiert; die an denselben abgeführte Wärme = $R T_2 \log_e r$. Das Kompressionsverhältnis ist gleich dem Expansionsverhältnis.

4. Die Luft wird abermals durch den Regenerator, jedoch vom kalten zum heißen Ende desselben geführt, nimmt hierbei Wärme auf und erlangt die Temperatur T_1 . Die vom Regenerator an die Luft zurückgegebene Wärmemenge = $c_v(T_1 - T_2)$. Die Spannung nimmt proportional der Temperatur zu und erlangt ihren anfänglichen Wert; damit ist der Kreisprozeß beendet.

Der Wirkungsgrad beträgt somit nach früher

$$\frac{R T_1 \log_e r - R T_2 \log_e r}{R T_1 \log_e r} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Das Indikatordiagramm dieses Kreisprozesses ist aus Figur 13 ersichtlich.

Stirlings Maschine ist insofern von besonderem Interesse, weil sie als Typus der einzigen Methode angesehen werden kann, die Umkehrbarkeit des Kreisprozesses einer Maschine auch auf andere Weise als durch die von Carnot geforderte adiabatische Expansion und Kompression zu erzielen.

Das Regenerativprinzip wurde in der Metallurgie und in anderen industriellen Prozessen vielfach angewendet und im Großen nutzbringend verwertet; seine Anwendung auf die Wärmemaschine bewegte sich jedoch bis heute nur innerhalb sehr enger Grenzen. — Ericsson versuchte einen anderen Weg als Stirling in der Benützung des Regenerativsystems für Luftmaschinen einzuschlagen, indem er die Pressung der Luft statt des Volumens konstant erhielt, während dieselbe den Generator passierte; das Indikatordiagramm setzt sich daher für diese Maschine aus zwei Isothermen und zwei Linien konstanten Druckes (zur x -Achse parallel verlaufend) zusammen. Siemens und Fleeming Jenkin versuchten dieses System auch auf Dampf- und Gasmaschinen anzuwenden; außerdem fand es bei einigen Kühlmaschinen (Umkehrung der Wärmemaschine) Verwendung. Das Regenerativprinzip findet sich bei den derzeit gebräuchlichen und bewährten Wärmemaschinen trotz seiner unleugbaren theoretischen Vorteile nicht in Verwendung; wenn unsere heutigen Wärmemotoren in ihren Arbeitsprozessen sich aber doch mehr oder minder den Bedingungen der Umkehrbarkeit nähern, so erfolgt diese Annäherung nur durch die mehr oder minder adiabatische Expansion und Kompression nach dem Vorbilde von Carnots Idealmaschine.

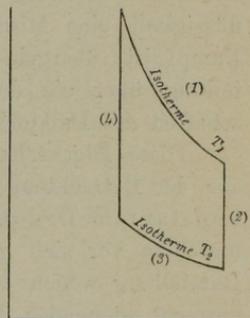


Fig. 13. Ideales Indikatordiagramm einer Regenerativluftmaschine.