

dieses zweiten Hauptsatzes der mechanischen Wärmetheorie erscheint in dieser Fassung nicht genügend klar ausgedrückt und bedarf daher einer kurzen Erörterung. — Der erste Hauptsatz, welcher nach früher lautet: „In allen Fällen, wo durch Wärme Arbeit entsteht, wird eine der erzeugten Arbeit proportionale Wärmemenge verbraucht und umgekehrt kann durch Verbrauch einer ebenso großen Arbeit dieselbe Wärmemenge erzeugt werden“, setzt der Umwandelbarkeit von Wärme in Arbeit keine Grenze; es kann daher nach diesem Gesetze auch die ganze von einer Maschine aufgenommene Wärme in Arbeit verwandelt werden; das zweite Gesetz jedoch setzt diesem Vermögen eine Grenze und besagt, daß keine Wärmemaschine mehr als nur einen Teil der zugeführten Wärme in Arbeit umsetzt oder vielmehr umsetzen kann, während der restliche und größere Teil der Wärme notwendiger Weise als Wärme verloren geht.

Das Verhältnis:

$$\frac{\text{In Arbeit umwandelte Wärme}}{\text{Von der Maschine aufgenommene Wärme}}$$

ist daher stets wesentlich kleiner als Eins. Man nennt diesen Bruch, beziehungsweise dieses Verhältnis, in Anwendung auf die Wärmekraftmaschine, den **thermischen Wirkungsgrad**; er bildet die Basis für die Beurteilung einer Wärmemaschine hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit.

3. Die Arbeitssubstanzen der Wärmemaschinen. In jeder Wärmemaschine ist es eine Arbeitssubstanz, welche die Wärme abwechselnd aufnimmt und abgibt. Im allgemeinen erfährt dieselbe dabei Volumsänderungen und verrichtet Arbeit, indem sie den durch diese Volumsänderungen hervorgerufenen Widerstand überwindet. Die Arbeitssubstanz kann gasförmig, flüssig oder fest sein. Man kann sich z. B. eine Wärmemaschine denken, deren arbeitende Substanz ein langer Metallstab ist, derart vorgerichtet, daß derselbe wie ein Sperrkegel gegen enggestellte Zähne eines Sperrades arbeitet. Nun denke man sich diesen Stab erhitzt, bis derselbe vermöge seiner Längenausdehnung das Rad um einen Zahn vorwärts bewegt hat; hält man nun das Rad gegen Rückdrehung fest, etwa durch einen Sperrriegel und kühlt man den Stab z. B. durch Berührung mit kaltem Wasser rasch ab, so daß er sich auf seine anfängliche Länge zusammenzieht, so kann man durch Widererhitzen und Wiederabkühlen desselben das Spiel wiederholen, das Rad in stetige Drehung versetzen und Arbeit etwa in der Weise verrichten, daß durch das Rad ein Gewicht aufgewunden wird. Dieser Gedanke bildet eine vollkommene Wärmemaschine, in welcher die arbeitende Substanz ein fester Stab ist, welcher durch Berührung mit irgend einer Wärmequelle von verhältnismäßig hoher Temperatur erhitzt wird, einen kleinen Teil der aufgenommenen Wärme

in Arbeit verwandelt und den restlichen Teil derselben an ein Wärmereservoir (Receiver), welches auf einer verhältnismäßig tiefen Temperatur erhalten wird, zurückweist. Der größere Teil der Wärme passiert somit so zu sagen nur den Stab auf dem Wege von der Wärmequelle zum Receiver, auf diesem Wege eine Temperaturabnahme erfahrend. Was hier als einfaches Beispiel von dem Stab gesagt wurde, ist typisch für die Wirkungsweise aller Wärmemaschinen; wenn dieselben arbeiten, müssen sie Wärme bei verhältnismäßig hoher Temperatur aufnehmen und Wärme bei verhältnismäßig niedriger Temperatur abgeben; sie können Wärme in Arbeit nur dadurch verwandeln, daß sie eine viel größere Wärmemenge von hoher zu verhältnismäßig tiefer Temperatur sinken lassen. Diese Wirkungsweise kann mit jener eines Wasserrades insofern verglichen werden, als auch bei diesem Arbeit dadurch geleistet wird, daß das Wasser von einem höher zu einem tiefer gelegenen Niveau herabsinkt; die Änderung des Niveaus in diesem Falle ist gleichbedeutend der Temperaturänderung im andern Falle; man nennt daher auch den Unterschied der Temperaturen der Arbeitssubstanz zu Beginn und zu Ende des Arbeitsprozesses das **Temperaturgefälle**. Zwischen der Wirkungsweise der Wasser- und Wärmemotoren besteht jedoch der wichtige Unterschied, daß während des Arbeitsprozesses der Wassermotoren kein Wasser verloren geht; jener Teil der Wärme hingegen, welcher der geleisteten Arbeit äquivalent ist, während des Arbeitsprozesses der Wärmemaschinen verschwindet.

4. Graphische Darstellung der Arbeit, geleistet durch die Änderung des Volumens einer Arbeitsflüssigkeit.

In allen wirklichen Wärmekraftmaschinen ist die Arbeitssubstanz eine Flüssigkeit und zwar atmosphärische Luft oder Mischungen aus verschiedenen Gasen, oder eine Mischung aus Wasser und Dampf in verschiedenen Verhältnissen. Mit Flüssigkeiten als Arbeitssubstanz kann Arbeit nur durch die Veränderung des Volumens verrichtet werden; die Größe dieser Arbeit hängt allein nur von der Beziehung zwischen Druck und Volumen während dieser Änderung ab, die Form des Gefäßes, in welchem sich diese Änderung vollzieht, ist ohne jedweden Einfluß auf die geleistete Arbeit. Zeichnet man ein Diagramm (Fig. 9), in welchem die Beziehungen von Spannung und Volumen irgend einer Arbeitsflüssigkeit durch den Linienzug ABC , worin AM , CN Pressungen, AP und CQ Volumen darstellen, graphisch

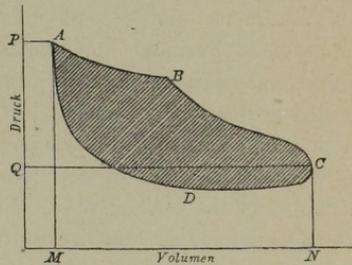


Fig. 9.

vollzieht, ist ohne jedweden Einfluß auf die geleistete Arbeit. Zeichnet man ein Diagramm (Fig. 9), in welchem die Beziehungen von Spannung und Volumen irgend einer Arbeitsflüssigkeit durch den Linienzug ABC , worin AM , CN Pressungen, AP und CQ Volumen darstellen, graphisch