

21. Umkehrbare Maschine. Eine Maschine, in welcher die Umkehrung der Arbeit von einer vollständigen Umkehrung jeder einzelnen Wärmeübertragung begleitet ist, nennt man vom Standpunkte der Thermodynamik eine umkehrbare Maschine. Eine umkehrbare Maschine ist daher, um andere Worte zu gebrauchen, jene Maschine, welche, wenn gezwungen, ihr Indikatordiagramm in entgegengesetztem Sinne zu durchlaufen, dieselbe Arbeit, welche sie bei direkter Bewegung nach außen abgegeben hätte, nun von außen empfangen muß; diejenige Wärmemenge, welche sie direkt arbeitend von der Wärmequelle aufgenommen hätte, giebt sie bei der Umkehr ihrer Wirkungsweise an diese ab und nimmt andererseits von dem Receiver dieselbe Wärmemenge auf, welche sie bei direkter Bewegung an denselben abgeführt hätte. Jede Maschine, welche den Carnotschen Kreisprozeß genau verfolgt, ist somit eine umkehrbare Maschine im Sinne dieser Erörterung. Die thermodynamische Umkehrbarkeit ist deshalb von größtem Interesse, weil keine Maschine einen höheren Wirkungsgrad ergeben kann als die reversible Maschine, sobald beide Maschinen zwischen denselben Temperaturgrenzen arbeiten, d. h. Wärme bei derselben Temperatur aufnehmen und Wärme unter gleicher Temperatur abgeben. Dieses Theorem, welches wir Carnot verdanken, ist von grundlegender Bedeutung für die Theorie der Wärmemaschinen.

22. Das Carnotsche Prinzip. Um nachzuweisen, daß keine andere Wärmemaschine wirksamer sein kann als die umkehrbare Maschine, sobald beide innerhalb derselben Grenztemperaturen arbeiten, denke man sich zwei Maschinen R und S , von welchen R reversibel sei und lasse dieselben arbeitend Wärme von demselben heißen Körper A aufnehmen und an denselben kalten Körper C abgeben. Ferner sei Q_A die Wärmemenge, welche die Maschine R für jede geleistete Arbeitseinheit von A aufnimmt und Q_C die Wärmemenge, welche sie an C abgibt.

Untersucht man nun die Folgen, die sich ergeben würden, wenn Maschine S wirksamer wäre als R , so ergibt sich zunächst, daß S für jede Arbeitseinheit weniger Wärme von A aufnehmen und daher auch weniger Wärme an C abgeben würde; bezeichne q diesen Minderbetrag, dann ist die von A aufgenommene Wärme $Q_A - q$, und die an C abgegebene Wärme $Q_C - q$.

Man denke sich nun die Maschine S arbeitend, d. h.: Wärme in Arbeit umsetzend; R hingegen Arbeit in Wärme umsetzend und von S angetrieben, so daß S gleichsam den Motor und R die Arbeitsmaschine (Wärmepumpe) darstellen würde. Für jede von der Maschine S auf R übertragene Arbeitseinheit würde durch die Maschine S die Wärmemenge $Q_A - q$ von A entnommen, hingegen die Wärmemenge Q_A durch