

Der Joulemotor

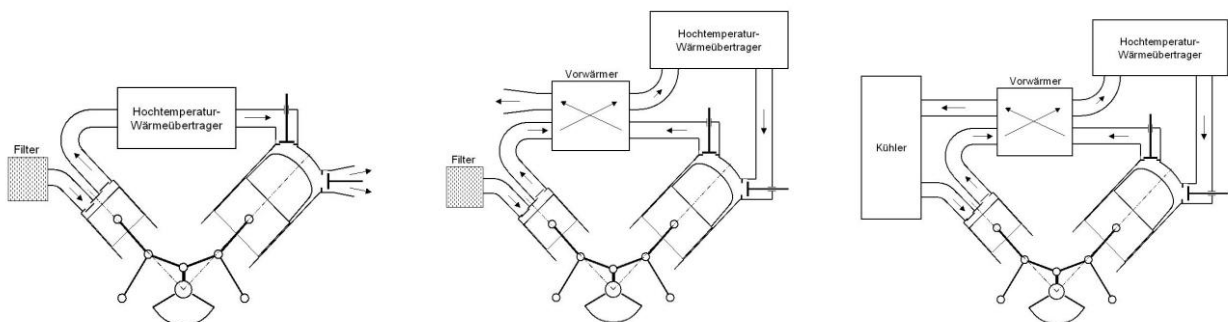
Der Joule- oder Brayton-Kreisprozess besteht aus zwei adiabaten und zwei isobaren Zustandsänderungen. James Prescott Joule (1818-1889) und George Brayton (1830 – 1892) gelten als die Erfinder. Die Idee zu diesem Kreisprozess dürfte aber auf John Barber (1734 – 1801) zurückgehen. Er beschrieb bereits 1791 eine Gasturbine mit innerer Verbrennung, wie bei allen heutigen Gasturbinen. Stationäre Gasturbinen und die Flugzeugturbine nutzen dabei die zwei adiabaten Zustandsänderungen und die isobare Erhitzung. Die isobare Abkühlung geschieht in diesen offenen Systemen außerhalb der Maschine in der Atmosphäre.

Ersetzt man den Brennraum der Gasturbine durch einen Hochtemperatur-Wärmeübertrager (unten Heizleitung genannt), so entfallen die Abgase an der Expansionsturbine und man kann statt dessen einen Expansionskolben benutzen. Ersetzt man auch die Kompressionsturbine durch einen Verdichterkolben, so erhält man den Joulemotor.

Der Joulemotor ist also das Herzstück des Joule- oder Brayton-Kreisprozesses. Er beinhaltet zwei Kolben, einen Verdichterkolben und einen Expansionskolben.

Funktionsweise:

1. Über ein Rückschlagventil wird Luft angesaugt. Der Verdichterkolben fährt dabei in Richtung des Getriebes. Es wird kaum Drehmoment aufgewendet.
2. Der Kolben bewegt sich vom Getriebe weg. Die Luft wird verdichtet. Das aufgewendete Drehmoment steigt, bis der Druck in der Heizleitung erreicht ist. Das zweite Rückschlagventil öffnet sich und die restliche Hubbewegung schiebt die Luft in die Heizleitung.
3. Die verdichtete Luft wird in der Heizleitung auf möglichst hohe Temperaturen gebracht. Dabei strömt sie langsam und ruckartig vom Verdichterkolben zum Expansionskolben.
4. Durch ein fremdgesteuertes Ventil gelangt die Luft in den Expansionszylinder, wobei der Druck den Expansionskolben vor sich her drückt. Nach circa der Hälfte des Hubes schließt das Ventil und die Luft entspannt sich bis zum Totpunkt des Kolbens. Während dieses Hubes wird ein Drehmoment an der Kurbelwelle erzeugt.
5. Durch ein zweites, fremdgesteuertes Ventil wird die entspannte Luft aus dem Expansionszylinder ausgeblasen. Dabei wird kaum ein Drehmoment aufgewendet.
6. Um den Kreisprozess zu schließen, das heißt um nicht in die Atmosphäre auszublasen und von dort wieder neue Luft ansaugen zu müssen (Schritt1), kann die Luft in einem weiteren Rohr aufgefangen und mit einem Wärmeübertrager auf Umgebungstemperatur abgekühlt werden. Bei einem solchen geschlossenen Kreislauf sind statt Luft auch andere, bessere Gase vorstellbar. Außerdem kann dann der Ausgangsdruck erhöht werden, so dass es denkbar ist, dass das Leistungsgewicht an moderne Explosionsmotoren herankommt.



Die Funktionsweise kann man auch wie folgt zusammenfassen:

Das bei der Expansion erzeugte Drehmoment muss größer sein als das aufgewendete Drehmoment bei der Verdichtung, dem Ansaughub und dem Ausblashub zusammengenommen.

Verantwortlich dafür, dass der Motor funktioniert, ist die größere Fläche des Expansionskolbens gegenüber der Fläche des Verdichterkolbens. Soll der Motor nur im Leerlauf betrieben werden, genügt ein Temperaturverhältnis (in Kelvin), das diesem Flächenverhältnis entspricht. Soll der Motor Leistung bringen, so muss das Temperaturverhältnis größer sein als das Flächenverhältnis.

