



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

131. Dampfmaschine

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

Jene Größenbeziehung ist allerdings keine feststehende Zahl. Das geht schon daraus hervor, daß der Wärmeübergang ja auch ohne Arbeitsgewinn verlaufen kann, z. B. bei der Wärmeleitung. Wenn man aber einen Vorgang hat, bei dem die übergehende Wärme zum Teil in Arbeit verwandelt wird, so läßt sich zeigen, daß dieser Arbeitsgewinn nicht über einen gewissen Höchstbetrag hinauszugehen vermag, und daß dieser Höchstbetrag ausschließlich bedingt ist durch die Anfangs- und die Endtemperatur, zwischen denen der Wärmeübergang stattfindet. Ist nämlich Q_1 die Wärmemenge, die von der absoluten Temperatur T_1 aus heruntersinkt auf die absolute Temperatur T_2 , ist q der Anteil dieser Wärme, der dabei in Arbeit verwandelt wird und Q_2 derjenige Teil, der bei der Temperatur T_2 noch als Wärme übrig ist, d. h. $q = Q_1 - Q_2$, so gilt der Satz, daß q höchstens $= \frac{T_1 - T_2}{T_1} \cdot Q_1$ ist. Das Verhältnis der in Arbeit umgewandelten zu der ganzen Wärmemenge $\frac{q}{Q_1}$ nennt man den Nutzeffekt des Prozesses. Wie man aus der Formel ersieht, würde er gleich 1 sein können, d. h. die ganze Wärme würde ohne Rest in Arbeit verwandelt werden können nur dann, wenn $T_2 = 0$ wäre, d. h. wenn die Wärmemenge bis auf die Temperatur des absoluten Nullpunktes heruntersänke. Der durch die Clausiussche Formel bestimmte Höchstbetrag des Nutzeffektes $\frac{T_1 - T_2}{T_1}$ ist aber auch nur unter einer ganz bestimmten Bedingung erreichbar, nämlich bei einem Vorgange, der ebensogut in dem einen Sinne wie in dem entgegengesetzten Sinne ausgeführt werden kann. Man nennt solche Prozesse umkehrbare Prozesse. Die meisten Prozesse sind keine oder nur unvollständig umkehrbare Prozesse. Daher ist der erzielbare Nutzeffekt im allgemeinen stets kleiner als der angegebene Höchstbetrag.

Die Folge der unvollenkommenen Rückverwandlung von Wärme in Arbeit ist, daß die im ganzen Weltall enthaltene mechanische Energie von Tag zu Tag immer mehr in Wärme übergeht, welche sich nach allen Seiten hin verbreitet und die vorhandenen Temperaturunterschiede nach und nach ausgleicht. W. Thomson (1851) nannte diesen Vorgang „Zerstreuung“ (Dissipation) oder auch „Herabsetzung“ (Degradation) der Energie. Darnach würde das Weltall allmählich und in unabsehbar langer Zeit einem Zustande entgegenstreben, in dem zwar von der ursprünglich vorhandenen Energie nichts verloren gegangen, dieselbe aber in Form von Wärme überall gleichmäßig verbreitet sein würde. Temperaturunterschiede, diese Grundbedingung für die Zurückverwandlung der Wärme in andere Energieformen, gäbe es nicht mehr, alle mechanische Bewegung müßte aufhören und der Weltprozeß wäre damit beendet.

131. Dampfmaschine. Die Anwendung des zweiten Hauptatzes auf diejenigen Maschinen, die Arbeit auf Kosten von Wärme

liefern, lehrt uns, daß der Ausnutzung der Wärme zur Arbeitsgewinnung ganz bestimmte, durch die eigentümliche Natur der Wärmeerscheinungen gegebene Grenzen gesteckt sind.

Nach den Betrachtungen des vorigen Abschnittes würde das Verhältnis der geleisteten Arbeit einer Dampfmaschine zu der ganzen von dem Dampf aufgenommenen Wärmemenge höchstens den Wert $\frac{(T_1 - T_2)}{T_1}$

haben, wenn man unter T_1 die Temperatur des Kessels, mit der der Dampf in den Zylinder einströmt, unter T_2 die des Kondensators, auf die er abgekühlt wird, versteht. Nimmt man die letztere zu 50° an und die erstere zu 180° entsprechend einer Maschine, die mit 10 Atmosphären Spannung arbeitet, so würde der höchste theoretisch erreichbare Nutzeffekt $= \frac{130}{453} = 29$ Prozent sein, d. h. von der Wärme, die der Dampf dem Kessel entnommen hat, würden im günstigsten Falle nur 29 Prozent in Arbeit verwandelt und 71 Prozent an den Kondensator als Wärme abgegeben werden. Da aber in Wirklichkeit der Prozeß den Bedingungen eines idealen umkehrbaren Prozesses keineswegs genügt, da durch Reibung, Wärmeleitung u. a. noch Energieverluste eintreten, so wird der Nutzeffekt in Wahrheit beträchtlich geringer ausfallen. Noch ungünstiger stellt sich das Ergebnis, wenn man nicht die Wärmemenge, die der Dampf aufgenommen hat, sondern die ganze, von der verbrannten Kohle unter dem Kessel erzeugte Wärme in Betracht zieht. Ein Kilogramm Steinkohle erzeugt bei seiner Verbrennung 7500 Kilogrammkalorien Wärme (112). Damit könnten 424×7500 Meterkilogramm Arbeit geleistet werden, wenn eine vollständige Umwandlung nötig wäre. Eine Maschine von einer Pferdestärke (17) leistet 75 Meterkilogramm in einer Sekunde, also 75×3600 Meterkilogramm in einer Stunde. Diese Leistung entspricht einer Wärmemenge, die durch Verbrennen von $\frac{36}{424} = 0,085$ Kilogramm Kohle erzeugt werden könnte. In Wirklichkeit aber muß bei den Dampfmaschinen bester Ausführung für jede Pferdekraft-Stunde 0,6—0,5 Kilogramm Kohle verbrannt werden. Von der aufgewandten Wärmemenge werden also nur 14—17 Prozent unter den günstigsten Bedingungen in nutzbare Arbeit übergeführt. Dieses ungünstige Ergebnis ist nicht bloß dadurch bedingt, daß ein Teil der Wärme in der Feuerungsanlage verloren geht, sondern vor allem dadurch, daß der Wärmeübergang von der hohen Temperatur der Feuerung auf die sehr viel niedrigere Temperatur des Kessels überhaupt zur Arbeitserzeugung gar nicht benutzt wird. Mit einem wesentlich höheren Nutzeffekt (bis zu 29 Prozent) arbeiten daher diejenigen Maschinen, bei denen die Verbrennung in dem Arbeitszylinder selbst stattfindet, wie die Gas-, Petroleum- und Benzинmotoren.