

Zweiter Hauptsatz

Der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik macht Aussagen darüber, in welcher Richtung (auf der Zeitachse) Prozesse ablaufen können. In der Thermodynamik gibt es irreversible Prozesse, das sind Prozesse deren Ablauf in einer Richtung beobachtet wird, in umgekehrter Richtung aber nicht (z.B. „Wasser fließt den Berg hinunter, aber nicht den Berg hinauf.“ oder „Ein Körper kühlt sich im Laufe der Zeit auf Umgebungstemperatur ab, er heizt sich aber nicht von alleine auf.“). Die Entropie kann als physikalische Größe herangezogen werden, um festzustellen, in welcher Richtung Prozesse ablaufen können. Irreversible Prozesse können nur in einer Richtung, reversible Prozesse in beiden Richtungen ablaufen.

Obwohl Newton bereits inelastische Stöße und Vorgänge mit Reibung am Rande seiner Bücher beschreibt¹, werden irreversible Prozesse in der Mechanik zu seiner Zeit nicht thematisiert. Erst nach intensiver Diskussion unter Wissenschaftlern (S. Carnot, R. Clausius, W. Thomson/Lord Kelvin, etc.) wurde in der Mitte des 19. Jahrhunderts die Existenz von irreversiblen Prozessen anerkannt und in der Wissenschaft verankert. Dies mag der Grund dafür sein, dass auch heute noch in der Lehre irreversible Prozesse nur in der Thermodynamik nicht aber in der Mechanik thematisiert werden.

Es gibt viele äquivalente Formulierungen des zweiten Hauptsatzes. Im Folgenden sind einige der Originalformulierungen zusammengestellt:

R. Clausius:

In allen Fällen wo eine Wärmemenge in Arbeit verwandelt wird, und der diese Verwandlung vermittelnde Körper sich schließlich wieder in seinem Anfangszustand befindet, muss zugleich eine andere Wärmemenge aus einem wärmeren in einen kälteren Körper übergehen, und die Größe der letzteren Wärmemenge im Verhältnis zur ersteren ist nur von den Temperaturen der beiden Körper, zwischen denen sie übergeht abhängig, und nicht von der Art des vermittelnden Körpers abhängig.²

Der vermittelnde Körper bei dieser Formulierung ist eine „Wärmekraftmaschine“. Man spricht bei diesen Maschinen von Kreisprozessen, damit „der vermittelnde Körper sich wieder in seinem Anfangszustand befindet“.

Es kann nie Wärme aus einem kälteren in einen wärmeren Körper übergehen, wenn nicht gleichzeitig eine andere damit zusammenhängende Änderung eintritt.³

W. Thomson (Lord Kelvin):

It is impossible, by means of inanimate material agency, to derive mechanical effect from any portion of matter by cooling it below the temperature of the coldest of the surrounding objects.⁴

- *When heat is created by a reversible process (so that the mechanical energy thus spent may be restored to its primitive condition), there is also a transference from a cold body to a hot body of a quantity of heat bearing to the quantity created a definite proportion depending on the temperatures of the two bodies.*

¹ Isaac Newton, Opticks, London, Forth Edition (1730), Seite 373ff.

² R. Clausius: Poggendorffs Annalen 93, 481 (1854)

³ R. Clausius: Poggendorffs Annalen 93, 481 (1854)

⁴ W. Thomson, “On the Dynamical Theory of Heat, with numerical results deduced from Mr. Joule's equivalent of a Thermal Unit, and M. Regnault's Observations on Steam.” Trans. Roy. Soc. Edinburgh 20 (1850/53), Seite 265

- *When heat is created by any irreversible process (such as friction), there is a dissipation of mechanical energy, and a full restoration of it to its primitive condition is impossible.*
- *When heat is diffused by conduction, there is a dissipation of mechanical energy, and perfect restoration is impossible.*⁵

M. Planck

*Der Entropiewert eines jeden Prozesses ist positiv oder gleich Null. Im ersten Fall ist der Prozess irreversibel, im zweiten reversibel.*⁶

*Es ist unmöglich, eine periodisch funktionierende Maschine zu konstruieren, die weiter nichts bewirkt als Hebung einer Last und Abkühlung eines Wärmereservoirs.*⁷

Eine solche Maschine wird auch „Perpetuum Mobile zweiter Art“ genannt und der zweite Hauptsatz verkürzt als *Unmöglichkeit eines Perpetuum Mobile zweiter Art* formuliert.

⁵ W. Thompson, On the universal tendency in Nature to the dissipation of mechanical energy, 1852

⁶ Max Planck, Dissertation, München 1879, Seite 37. Planck spricht im Original von „natürlichen“=irreversiblen und „neutralen“=reversiblen Prozessen.

⁷ Max Planck, Vorlesungen über Thermodynamik. Leipzig 1897, S. 80