

## Formulierungen des 1. Hauptsatzes (Energiesatz)

Die Hauptsätze der Thermodynamik machen *einschränkende Behauptungen* über Prozessrealisierungen.

**Alle Realisierungen von Prozessen sind unmöglich, bei denen Energie erzeugt oder vernichtet wird.**

Das heißt keineswegs, dass sich bei einem Prozess (Zustandsänderung) eines Systems die Energie nicht ändern darf, sondern lediglich: Jede Energieänderung eines beliebigen Systems kann nur so realisiert werden, dass Energie mit einem zweiten System ausgetauscht (aufgenommen oder abgegeben) wird.

Kurz: **Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.** (Erhaltungssatz)

Das ist die wohl allgemeinste Formulierung des 1. Hauptsatzes. Die Energie  $E$  ist eine *Zustandsgröße*. Zerlegt man die Energieänderung  $dE$  in einen Anteil  $\delta_i E$ , der im System erzeugt oder vernichtet wird (Produktionsterm, Quellterm) und in einen Anteil  $\delta_e E$ , der mit der Umgebung ausgetauscht wird (Flussterm, Austauschterm, exchange), so kann man schreiben:

$$dE = \delta_i E + \delta_e E$$

mit  $\delta_i E = 0$

Aus der allgemeinen Formulierung des 1. Hauptsatzes folgen unmittelbar weitere Formulierungen, die sich teilweise auf spezielle Systeme beziehen:

**Es gibt keine Maschine, die dauernd mehr Energie abgibt als sie aufnimmt (Perpetuum mobile 1. Art).**

**In einem isolierten (abgeschlossenen) System können nur solche Prozesse stattfinden, bei denen die Energie konstant bleibt.**

Hier gilt:  $dE = 0 \Rightarrow E = \text{const.}$

Falls die Energieform Wärme nicht beteiligt ist, spricht man vom “Energiesatz der Mechanik”.

**In einem geschlossenen System (masseisoliert) ändert sich die Energie durch Austausch von Wärme ( $Q$ ) und/ oder Arbeit ( $W$ ).**

$$dE = \delta Q + \delta W$$

“Arbeit” bezeichnet alle Energieformen außer Wärme, die ein geschlossenes System austauschen kann.