

## Altlasten der Physik (68): Innere Energie und Wärme

F. Herrmann

### Gegenstand

Wenn man einem Körper Wärme zuführt, so enthält er danach mehr Wärme. Gibt er welche ab, so hat er danach weniger. Gegen diese Sätze wird ein physikalisch nicht gebildeter Mensch sicher nichts einwenden. Die Physik lehrt uns aber, dass die Aussagen nicht richtig sind: Man kann einem Körper Wärme zuführen, und er hat danach trotzdem keine, und obwohl er keine hat, kann man ihm welche entziehen. Es sieht aus wie Zauberei. Der Zylinderhut ist leer, und es kommt ein Kaninchen heraus. Die Physik sagt uns, dass sich durch das Zuführen oder Entziehen von Wärme nicht der Wärmeinhalt eines Systems ändert, sondern, je nach den Umständen der Wärmezufuhr, seine innere Energie oder seine Enthalpie. Dass man die Energie, sobald sie im Körper steckt, nicht mehr Wärme nennen darf, ist dabei nicht einfach eine Verabredung. Es ist nicht etwa so, dass man der Wärme, sobald sie im Körper angekommen ist, nur einen anderen Namen gibt. Es ist also nicht so, dass man die Energie im Körper nicht Wärme nennen darf, sondern man kann es gar nicht. Dieser ärgerliche Sachverhalt

schlägt sich in den Physiklehrbüchern auf unterschiedliche Art nieder. Manche Autoren sprechen ihn mutig aus<sup>1)</sup>, manche riskieren zweifelhafte Begründungen, indem sie Zerlegungen der inneren Energie in Anteile behaupten, die sie aber nicht aufrecht erhalten könnten, wenn sie die Anteile quantitativ angeben sollten<sup>2),3)</sup> (siehe auch<sup>4)</sup>), und manchmal werden Wärme und innere Energie kurzerhand identifiziert<sup>5)</sup>.

### Mängel

Ich kann mir nicht vorstellen, dass auch nur ein einziger Schüler versteht, warum es falsch ist zu sagen, die einem Körper zugeführte Wärme stecke in dem Körper drin. Ich kann mich auch an keinen Studenten des Lehramts Physik erinnern, der mir diesen Sachverhalt begründen konnte. Auch die meisten Physikstudenten zum Zeitpunkt ihrer Diplomprüfung haben es nicht verstanden. Die Behauptung erscheint den Lernenden entweder nur als Sophisterei, oder sie wird mit den zahlreichen Themen abgespeichert, die man nicht verstanden hat, aber auch nicht unbedingt zu verstehen braucht.

### Herkunft

Es geht um die Beschreibung von Vorgängen, für die man eigentlich ein Mengenmaß der Wärme brauchte. Die „Wärme“ der Physik als „Prozessgröße“<sup>6)</sup> taugt hierzu genau so wenig wie die innere Energie oder die bei den Chemikern beliebtere Enthalpie. Siehe auch<sup>7),8)</sup>.

### Entsorgung

Sie ist besonders einfach. Man beschreibe die betrachteten Vorgänge mit der Entropie. Sie gibt genau das wieder, was sich der unge- oder -verbildete Mensch unter Wärme vorstellt. Wenn man etwas erwärmt, führt man sie zu, und nachdem man sie zugeführt hat, steckt die drin. Man kann quantitativ leicht angeben, wie viel Entropie ein Körper enthält, und noch leichter, um wie viel sich sein Entropieinhalt beim Erwärmen ändert<sup>9)</sup>.

<sup>1)</sup> Galileo 9 (Oldenbourg 2000) S. 98: „Achtung! Unterscheide sehr sorgfältig zwischen Wärme, innerer Energie und Temperatur: Ein Gegenstand besitzt keine Wärme, sondern innere Energie!“

<sup>2)</sup> Spektrum Physik (Schroedel Verlag Hannover 2000) S. 17: Unter der Überschrift „Die Anteile der inneren Energie“ werden aufgeführt: die Bewegungsenergie der Teilchen; die Energie, die im Zusammenhalt der Teilchen steckt; chemische Energie und nukleare Energie.

<sup>3)</sup> Galileo 9 (Oldenbourg 2000) S. 93: „Die Energie eines Gegenstandes, die nicht als mechanische Energie (potenzielle oder kinetische Energie) zu beschreiben ist, bezeichnet man als innere Energie  $E_i$ . Zur inneren Energie gehören z.B. die Atomenergie, die chemische und die biologische Energie. Ein wesentlicher Anteil ist auch die Energie, die mit der Temperatur des Gegenstandes zusammenhängt.“

<sup>4)</sup> G. Job, Energieformen in Aktlasten der Physik, Aulis Verlag Deubner Köln, 2002, S. 11.

<sup>5)</sup> Metzler-Physik (Metzlersche Verlagsbuchhandlung Stuttgart 1988) S. 60: „Die Körper verrichten in jedem Fall auch noch Reibungsarbeit; dadurch wird ein Teil dieser mechanischen Energie in eine Energieform umgewandelt, aus der sie nicht in mechanische Energie zurückverwandelt werden kann, sondern als Wärmeenergie oder innere Energie an die Umgebung im oder außerhalb des Systems abgegeben wird.“

<sup>6)</sup> F. Herrmann: Zustandsgrößen in Aktlasten der Physik, Aulis Verlag Deubner Köln, 2002, S. 81.

<sup>7)</sup> G. Job: Äquivalenz von Wärme und Arbeit in Aktlasten der Physik, Aulis Verlag Deubner Köln, 2002, S. 77.

<sup>8)</sup> G. Job: Entropie in Aktlasten der Physik, Aulis Verlag Deubner Köln, 2002, S. 85.

### Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Friedrich Herrmann, Abteilung für Didaktik der Physik, Universität, 76128 Karlsruhe