

5 Fassungsvermögen und „Wärmeinhalt“

Im Lehrerheft zum Thermodynamikband von 2005 findet sich der Satz: „Die Größe c nennt man spezifische Wärmekapazität, Fassungsvermögen auf deutsch – obwohl es nichts zu fassen gibt.“ Obwohl auch ich die Bezeichnung „Wärmekapazität“ für wenig hilfreich halte, sehe ich in dieser Aussage eine Fehleinschätzung, die für meine Bewertung des KPK von grundlegender Bedeutung ist.

Stets wenn wir etwas aufbewahren, sprich: speichern wollen, so benötigen wir Speicherplatz für diese Objekte, seien es Alltagsgegenstände, oder so etwas Immaterielles wie Erinnerungen oder eben Energie. Dieser Platz ist auch stets mit „Raum, Rauminhalt, Volumen“ verknüpft. Bei Alltagsgegenständen ist dies banal. Bei Erinnerungen wissen wir, dass sie verloren gehen, wenn bestimmte Raumbereiche des Gehirns zerstört werden. Bei der gequantelten Energie ist es so, dass wir den verschiedenen Energiezuständen, die wir für das Speichern verantwortlich machen, auch bestimmte Lösungsfunktionen der zeitunabhängigen Schrödingergleichung zuordnen müssen. Diese Funktionen sind Raumfunktionen der Eigenwerte und unsere Erfahrungen lehren uns, dass höhere Energiezustände auch voluminösere Raumfunktionen haben. (Ich verzichte hier bewusst auf die Bezeichnungen „Wellenfunktion“ oder „Orbitale“, weil einerseits die Schrödingergleichung nicht die Form einer Wellendifferenzialgleichung, sondern die einer Kontinuitätsdifferenzialgleichung hat und andererseits der Begriff „Orbitale“ zu eng an den Elektronenzuständen haftet.)

Als lebensfremd empfinde ich die folgende Aussage über das Fassungsvermögen: „Ein Fassungsvermögen ist immer eine Angabe in derselben Maßeinheit, in der man die Menge dessen misst, was gespeichert werden soll. Das Fassungsvermögen ... eines Lastwagens in Tonnen, ...“ Nehmen wir einen 5-tonner LKW und er soll 5 Tonnen Styropor von A nach B transportieren. Das wird er in einer Fuhre nicht schaffen, weil sein Laderaum dafür viel zu klein ist. Wenn er jedoch 5 t Quecksilber transportieren soll, so wäre sein Laderaum nur zu einem Bruchteil ausgenutzt. Er könnte viel mehr Quecksilber transportieren, nur dafür sind sein Bremssystem und sein Fahrgestell nicht ausgelegt. Diese Bauteile haben aber mit dem Fassungsvermögen des Laderaums nichts zu tun. Hier wird das zulässige Gesamtgewicht mit dem Fassungsvermögen verwechselt. Bei PKW's stellt man zur Demonstration des Laderaums (=Kofferraum) oft die Koffer neben das Fahrzeug, um das Fassungsvermögen anschaulich zu machen.

Im genannten Lehrerheft findet sich auch der folgenden Satz: „Bei deren Beschreibung (gemeint sind kalorimetrische Versuche) tritt die Größe Q auf, die jeder Student und Schüler als Wärmeinhalt interpretiert, auch dann wenn sich der Lehrer alle Mühe gibt, kein falsches Wort zu sagen.“ Ich bin vom Gegenteil überzeugt: wenn der Lehrer sich sprachlich alle Mühe gibt, dann sagt er für Q (besser für ΔQ) stets „thermische Arbeit“, und keiner kommt auf die Idee ΔQ mit dem „Wärmeinhalt“ gleich zusetzen, u. a. natürlich auch deshalb, weil – wenn man sich sprachlich alle Mühe gibt - der Terminus „Wärmeinhalt“ im Unterricht gar nicht vorkommt. Sondern ein Blick in den ersten Hauptsatz in der Formulierung $\Delta U = \Delta Q + \Delta W$ würde ihm nahelegen, dass man die Summe aller Arbeiten bilden muss, um den Gesamtvorgang, also die Gesamtarbeit ΔU zu beurteilen, die am System oder vom System verrichtet wird. Danach könnte er aussagen, dass die Summe aller vom System oder am System verrichteten Arbeiten die innere Energie U verändert haben. Und damit läge er völlig richtig.

Von den gemessenen Arbeiten zu den abstrakten Energien war es historisch ein gewagter Schritt, den man zunächst scheute und der dazu geführt hat, dass der erste Hauptsatz zeitlich nach dem zweiten Hauptsatz formuliert wurde. Konnte man ausschließen, dass ein Energiepaket beim Verlassen eines Teilchenensembles Austrittsarbeit verrichten muss, die es beim Eintreten quantitativ „zurückerstattet“ bekommt? Erst dann kann man die Beträge von Arbeit und Energie trotz der unterschiedlichen Qualität beider Phänomene gleichsetzen.

Ob ein Student, ein Schüler mit seinem Verständnis auf dem richtigen Wege ist, wird vor allem an der Sprache deutlich, mit der er die Phänomene beschreibt. Der Verzicht auf die „Wärme“ und alle Zusammensetzungen wäre ein Schritt in die richtige Richtung. Die Passage im Lehrerheft macht deutlich, dass der KPK mit der Umlenkung des Zustands-Begriffs „Wärme“ auf die Zustands-Entropie semantisch zwar auf dem richtigen Wege ist, aber er kommt dennoch mit den Phänomenen über Kreuz, weil diese deutlich machen, dass die Entropie eben nicht das ist, was „warm“ macht. Tendenziell ist genau das Gegenteil der Fall: große Entropie sorgt bei gleicher Energie für niedrige Temperatur. (s. 6 ‚Wärme‘ als Entropiedeutung?)