

217 Falsche Freunde

ZUSAMMENFASSUNG

Der sprachliche Umgang mit der „Prozessgröße“ Wärme lässt nicht erkennen, warum es physikalisch nicht korrekt ist, von einem Wärmeinhalt zu sprechen.

Gegenstand

Der Wärmebegriff wird in Schulbüchern etwa so eingeführt und benutzt:

„Wenn wir heißes Wasser brauchen, so müssen wir dem Wasser Wärme zuführen, indem wir es zum Beispiel auf eine Heizplatte stellen oder mit dem Tauchsieder erhitzen. Das Wasser nimmt Wärme auf, seine thermische Energie vergrößert sich.“

„Die einem Körper zugeführte Wärmeenergie Q wird über die Änderung seiner inneren Energie U gemessen. Im folgenden Experiment wird durch Reibung Wärmeenergie Q erzeugt, die zur Temperaturerhöhung führt.“

Mängel

Es geht mir hier nicht an erster Stelle um die Wärme. Es geht mir um ein Verhalten der Autoren, das ich als unaufrichtig empfinde. Zunächst ein kleiner Umweg.

Manche Themen der Physik sind schwerer, andere leichter. Leicht zu verstehen und zu erklären ist etwas, wofür wir ein gut funktionierendes Modell haben – etwa die Elektrizitätslehre: „Stell dir die elektrische Ladung vor als ein Zeug, das durch den Draht oder durch das Lämpchen fließt...“

Und es gibt Themen, die schwieriger sind, denn man findet kein passendes Modell; es gibt kein „es ist so wie...“. Beispiele sind Erscheinungen aus der Quantenphysik, (der Welle-Teilchen-Charakter der Elektronen) oder der Relativitätstheorie (die Verschmelzung von Raum und Zeit). Wenn wir für eine Erscheinung kein passendes Modell haben, bleibt uns nichts übrig, als den Schülerinnen und Schülern zu erklären: „Was ich Euch erzähle, ist merkwürdig, fast unglaublich. Ihr habt so etwas noch nie gesehen oder erlebt, aber es ist nicht widersprüchlich! Ihr müsst euch nur daran gewöhnen. So ist die Welt gemacht.“

Man findet nun noch eine dritte Art von Aussagen: Sie kommen daher als wären sie leicht verständlich – sie sind es aber nicht, und man verschweigt den Schülerinnen und Schülern die Schwierigkeit. Man lässt sie sehenden Auges einen falschen Schluss ziehen, glaubt aber, sich dabei ein gutes Gewissen bewahrt zu haben, weil man nichts Falsches gesagt hat.

Die Zitate sind ein Beispiel dafür.

- „Das Wasser nimmt Wärme auf, seine thermische Energie vergrößert sich.“
- „Die einem Körper zugeführte Wärmeenergie Q wird über die Änderung seiner inneren Energie U gemessen.“

Selbstverständlich versteht jeder Schüler und jede Schülerin die Sätze so: Die vom Wasser aufgenommene Wärme ist, nachdem sie aufgenommen wurde, im Wasser enthalten, bzw. die zugeführte Wärme kann, nachdem sie zugeführt wurde, irgendwie gemessen werden.

Das ist aber, wie die Autoren der Sätze, und hoffentlich auch alle Lehrerinnen und Lehrer, die das Thema unterrichten, wissen, nicht der Fall. Dabei ist es nicht etwa so, dass das „Zugeführte“ nur mal schnell den Namen wechselt. Vielmehr ist es einfach sinnlos, von einem Wärmeinhalt zu sprechen.

Der falsche Schluss ist aber unvermeidlich, denn er beruht darauf, dass die Lernenden das geschriebene oder gesprochene Wort so interpretieren, wie es der Semantik unserer Sprache entspricht: Etwas von A abgegebenes befand sich vor dem Abgeben in A, und danach nicht mehr, und etwas von B Aufgenommenes befindet sich vor der Aufnahme nicht in B, wohl aber danach (es sei denn, es wird gleichzeitig wieder abgegeben – was aber in unserem Fall nicht zutrifft).

Solche Aussagen (und es gibt noch etliche andere Beispiele) sind einer der Gründe dafür, dass die Physik (zusammen mit der Chemie) zum meist gehassten Schulfach geworden ist.

Und innerhalb der Physik schneidet die Thermodynamik besonders schlecht ab.

Hier das Ergebnis einer Erhebung, die ich mit etwa 20 Studierenden des Lehramts gemacht habe: Es wurde gefragt, wie kompetent sie sich in fünf Teilgebieten der Physik fühlen. Bewertet werden sollte auf einer Notenskala von 1 bis 5 (1 = sehr kompetent, 5 = sehr inkompetent):

Mechanik	1,5
Elektrodynamik	2,7
Schwingungen und Wellen	2,8
Thermodynamik	4,2
Moderne Physik	3,8

Natürlich gibt es andere Lebensbereiche, in denen auch mit gefälligen Worten die unwahrscheinlichsten Dinge erzählt werden, in der Hoffnung, dass der Adressat die Stimmigkeit nicht überprüft, sondern sie nachspricht oder -betet. Aber zu diesen sollte die Physik doch lieber etwas Abstand halten.

Herkunft

Die Herkunft in diesem speziellen Fall wurde schon früher angesprochen [1-5]. Es geht hier vor allem um die Frage, woher unsere Bereitschaft kommt, etwas auszusprechen, von dem wir wissen, dass es falsch verstanden wird. Offenbar haben wir alle eine Neigung dazu.

Wir werden im Studium durch die Physik hindurchgepeitscht, und können es uns einfach nicht leisten, an jeder Stelle so genau hinzuschauen, dass wir merken, dass hier ein Problem geschickt versteckt wurde.

Schließlich noch ein Verdacht. Die entsprechenden Experimente, die man in der Schule oder im Praktikum der Hochschule macht, ich meine die kalorimetrischen, in denen man für Wasser und vielleicht noch andere Stoffe die spezifische Wärmekapazität bestimmt, legen nahe, ja scheinen geradezu zu beweisen, dass es vernünftig und richtig ist, sich vorzustellen, die Wärme sei in den Körpern enthalten: Man führt einem Körper x kJ Wärme zu, misst die Temperaturänderung, und wenn man in den alten Zustand zurück will, bleibt einem nichts übrig als ihm dieselben x kJ wieder als Wärme zu entziehen. Warum sollte es falsch sein, zu sagen, x kJ Wärme haben zwischendrin in dem Körper gesteckt und man könne ihren Wert aus der Temperaturänderung berechnen? Es ist nicht einzusehen, warum das falsch sein soll. Und jeder, der zu dieser Auffassung gekommen ist, muss schließen, die Aussagen in den zitierten Sätzen, nämlich dass nicht die Wärme, sondern die thermische, bzw. innere Energie zunehme, seien nur eine verbale Konvention oder eine Marotte. Die Ursache des Fehlschlusses ist natürlich klar: Da flüssige und feste Stoffe bei Entropiezufuhr ihr Volumen kaum ändern, ist hier der Fehler in der Schlussweise nicht zu erkennen. Man erkennt ihn nur, wenn man Gase betrachtet – aber deren spezifische Wärmekapazität bestimmt man eben nicht.

Entsorgung

Zunächst allgemein:

- Als Lernender: Gestehe dir ein, wenn du etwas nicht verstanden hast.
- Als Lehrender: Verstecke Schwierigkeiten nicht hinter gefälligen Worten.

Speziell zum Thema Wärmeinhalt:

- Erkläre die Sache richtig. Das geht nur, wenn du über Gase sprichst, und ist wohl auch nur für die Universität zu empfehlen.
- Führe die Größe Q gar nicht ein. Der Name Wärme ist ein falscher Freund. Ohne sie ist alles einfacher. Es ist wie bei der zweiten Ungröße mit denselben Eigenschaften: der Arbeit, die ja, gottlob, schon aus manchen Schulbüchern und Lehrplänen hinausgeflogen ist.

[1] F. Herrmann, G. Job, H. Schwarze, *Alltlasten der Physik* (eBook, Kindle), 5.14, Äquivalenz von Wärme und Arbeit

[2] F. Herrmann, G. Job, H. Schwarze, *Alltlasten der Physik* (eBook, Kindle), 5.22, Innere Energie und Wärme

[3] F. Herrmann, G. Job, H. Schwarze, *Alltlasten der Physik* (eBook, Kindle), 5.23, Thermische Energie

[4] F. Herrmann, G. Job, H. Schwarze, *Alltlasten der Physik* (eBook, Kindle), 5.28, Zustandsgrößen

[5] F. Herrmann, G. Job, H. Schwarze, *Alltlasten der Physik* (eBook, Kindle), 5.32, Wärmemenge und Wärmekapazität