

Wärmemenge und Wärmekapazität

Gegenstand:

Die im ersten Hauptsatz mit Q bezeichnete Prozessgröße nennt man Wärmemenge oder Wärmeenergie, oder auch einfach Wärme. Die Wärmekapazität C ist definiert als Quotient aus der zugeführten Wärmemenge ΔQ und der dadurch bedingten Temperaturerhöhung ΔT :

$$C = \Delta Q / \Delta T.$$

Gewöhnlich benutzt man die auf die Masse bezogene *spezifische* Wärmekapazität. Für unseren Zweck ist es aber ausreichend, die nicht massebezogene Wärmekapazität zu betrachten.

Mängel:

Dem Namen "Wärmekapazität" ist derselbe Vorwurf zu machen wie dem Namen "elektrische Kapazität", siehe /1/, denn die Maßeinheit der Wärme ist das Joule, die von C aber Joule pro Kelvin. Wir wollen aber hier von diesem Mangel absehen, denn im Fall der Wärme taucht ein noch gravierenderes Problem auf.

Es offenbart sich schon im Namen derjenigen "Größe", um deren Speicherung es geht. Spricht man von Wärmemenge oder von Wärmeenergie, so weckt man die Erwartung, dass Q in einem bestimmten Zustand einen bestimmten Wert hat, und dass sich der Wert von Q auf einen Raumbereich bezieht, kurz, dass Q eine mengenartige Größe ist. Tatsächlich hat die Wärme Q , so wie sie in der Physik definiert ist, nicht diese Eigenschaften. Q ist keine physikalische Größe im üblichen Sinn, siehe /2/, sondern eine Differenzialform. Man kann daher, auch wenn man den Zustand (etwa eines Gases) noch so genau kennt, keinen Wärmeinhalt angeben. Hat die Größe ΔQ an einem System einen von null verschiedenen Wert, so kann man auch nicht sagen, der Wärmeinhalt des Systems ändere sich um diesen Betrag, sondern man muss sich auf eine eher kryptische Formulierung beschränken: Die Zufuhr der Wärme ΔQ hat eine Änderung der inneren Energie um den entsprechenden Betrag zur Folge. (Es ist so als dürfe man die folgende Aussage nicht machen: "Ich fülle 1/2 Liter Wasser in die Flasche, also nimmt der Wasserinhalt der Flasche um 1/2 Liter zu", während die richtige Aussage lauten müsse: "Ich fülle 1/2 Liter Wasser in die Flasche, also nimmt der *Flüssigkeitsinhalt* um 1/2 Liter zu".) Es hört sich an wie Sophisterei, ist es aber nicht. Das Problem ist die ungeschickte Namensgebung: Zu ΔQ passt nicht ein Name, der suggeriert, die "Größe" habe Mengencharakter. Alles wäre einfacher, wenn die Differenzialform weder ein eigenes Symbol, noch einen eigenen Namen hätte. Dann würden nicht erst Erwartungen geweckt, die später nicht erfüllt werden können.

Wenn man prinzipiell keinen Wärmeinhalt angeben kann, so kann man natürlich auch kein "Fassungsvermögen" für Wärme definieren. Die Größe C kann also auch aus diesem Grunde nicht die Bedeutung einer Wärmekapazität haben.

Wer die Wärmelehre unterrichtet hat, weiß wie schwer es ist, klar zu machen, dass Q keine "Zustandsgröße" ist. Durch die ungeschickt vergebenen Namen Wärmemenge für Q und Wärmekapazität für C werden diese Anstrengungen konterkariert.

Herkunft:

Sowohl der Name Wärme, als auch die Bezeichnung Wärmekapazität, stammen aus dem 18. Jahrhundert, also einer Zeit, als die Prozessgröße Q noch nicht existierte. Der Name Wärme wurde verwendet für eine mengenartige Zustandsgröße, die gerade das erfasste, was man auch umgangssprachlich als Wärmemenge bezeichnen würde. Als die Energie um die Mitte des 19. Jahrhundert in die Physik Einzug hielt, wurde die alte Zustandsgröße ihres Namens beraubt, und unter "Wärme" verstand man fortan eine so genannte Energieform. Da diese Ungröße die hässliche Eigenschaft hatte, in einem bestimmten Zustand keinen bestimmten Wert zu haben, sprach man beschönigend von einer Prozessgröße /2/.

Entsorgung:

Man operiert in der Thermodynamik von Anfang an mit der Entropie. Man führt sie ein als das was man im täglichen Leben Wärmemenge nennt. Von ihr kann man stets sagen, wie viel in einem System enthalten ist, und zu ihr lässt sich auch eine Kapazität (mit der in /1/ diskutierten Einschränkung) angeben, nämlich dS/dT . Mit der etablierten "Wärmekapazität" hängt diese Entropiekapazität auf einfache Art zusammen:

$$C = T \cdot dS/dT.$$

(Die Entropiekapazität geistert übrigens in manchen Festkörperphysikbüchern unter dem Namen Sommerfeldkonstante herum /3/.)

Das Gebilde Q wird dann überflüssig.

/1/ Herrmann, F.: Altlasten der Physik (53), *Die elektrische Kapazität*

/2/ Herrmann, F.: Altlasten der Physik (41), *Zustandsgrößen*

/3/ Kubo, R. und Nagamiya, T.: Solid State Physics. – McGraw-Hill Book Co., New York 1969. – S. 94

F. H.