

Temperatur und kinetische Energie der Teilchen

Gegenstand

„Durch Zufuhr von Wärme wird die kinetische Energie der Gasteilchen erhöht. Die Temperatur ist ein Maß für den zeitlichen Mittelwert der kinetischen Energie eines Teilchens. ... Durch den Zusammenhang zwischen Energie und absoluter Temperatur erhält die Temperatur eine anschauliche Bedeutung.“

Mängel

1. Wenn man den Zusammenhang mit der kinetischen Energie der Teilchen nicht kennt, ist die Temperatur unanschaulich? Der physikalische Laie hat mit der Temperatur kein Problem. Er hat ein Gefühl für heiß und kalt, und er hat sich daran gewöhnt, dass man für dieses Heiß- und Kaltsein ein quantitatives Maß benutzt. Dass die Vorstellung von sich bewegenden Teilchen die Anschauung verbessern soll, kann nur einem Physiker in den Sinn kommen, wohl ein Fall von *Déformation professionnelle*. Es sei auch daran erinnert, dass die Teilchen, die sich der um Anschauung bemühte Student vorstellen soll, d.h. die herumwimmelnden und -wackelnden Körperchen, nur ein grobes Modell sind, denn die vielen verschiedenen Anregungen in festen und flüssigen Körpern, in denen sich die Temperatur äußert, passen nur schlecht zu dieser Vorstellung.

2. Es wird nahe gelegt, dass die Temperatur und die mittlere kinetische Energie der Teilchen bis auf einen konstanten Faktor dasselbe seien. Das sind sie aber nicht. Die Temperatur ist in der statistischen Physik ein Parameter in der Boltzmann'schen Energieverteilungsfunktion. Dabei spielt es keine Rolle, in welchen Freiheitsgraden die Energie gespeichert ist. Der Freiheitsgrad der Translationsbewegung ist nur einer von vielen. Energie steckt nicht nur in der Translationsbewegung, sondern auch in Rotationen und Schwingungen der Moleküle, in elektronischen Anregungen, in verschiedenen Ionisierungszuständen, in plasmonischen und magnetischen Anregungen. Man könnte argumentieren, dass die Bewegung wenigstens als Indikator für die Temperatur gesehen kann. Das kann sie zwar, aber warum gerade die Bewegung? Die sehen wir doch genau so wenig wie die anderen Anregungen. Wir sehen sie vielleicht indirekt über die Brown'sche Molekularbewegung, aber wir sehen auch andere Anregungen indirekt, etwa elektronische Anregungen, wenn ein Körper glüht und wir fühlen die Schwingungsanregungen, wenn er im Infraroten strahlt.

Herkunft

Wahrscheinlich ein Nachleuchten der Auseinandersetzung über die Natur der Wärme, die Ende des 18. Jahrhunderts in vollem Gange war. Es ging um die Frage, ob das Wesen der Wärme Bewegung oder ob die Wärme ein Stoff sei [1].

Da die Stofftheorie verworfen werden musste, blieb die Deutung der Wärme als Bewegung zunächst einfach übrig. Mitte der 19. Jahrhunderts wurde sie dann als Energieform interpretiert. Seit 1911 wurde sie auch mit der Entropie identifiziert [2].

Entsorgung

Man kann durchaus sagen, dass die kinetische Energie der Teilchen proportional zur Temperatur zunimmt. Aber man lasse nicht den Eindruck entstehen, dies sei die einzige Art, wie sich die Temperatur auf der mikroskopischen Ebene äußert, denn wenn die Temperatur zunimmt, werden auch alle anderen „Energiespeicher“ gefüllt. Was aber die Anschauung betrifft: Da brauchen wir im Unterricht nicht nachzuhelfen; die hat auch jeder physikalische Laie.

[1] *Joseph Black, M.D: Lectures on the elements of chemistry*, herausgegeben von John Robinson, LL.D., Vol I, Edinburgh: Mundell and Son (1802), S. 30 -34

[2] *H. L. Callendar: Proc. Phys. Soc. London* **23** (1911), S. 153