Temperatur und Dimension des Wärmewesens im Wärmekurs

Friedrich-Wilhelm Dustmann

Zusammenfassung

In den naturwissenschaftlichen Kursen gibt Rudolf Steiner zahlreiche Anregungen zur Weiterentwicklung der Physik, insbesondere auch für alternative Begriffsbildungen, die sich von denen der üblichen wissenschaftlichen Herangehensweise unterscheiden. Allerdings sind diese Hinweise in einigen Fällen so unklar formuliert, dass sie mehr Fragen als Antworten liefern. Für die im zweiten und dritten Vortrag behandelte Thematik der Volumenausdehnung im Kontext der Phasenübergänge wird in diesem Aufsatz eine Möglichkeit zum Verständnis des Vortragstextes vorgeschlagen, die von einer vierdimensionalen Mannigfaltigkeit zur Beschreibung der Wärmewirkungen ausgeht, in der es neben den drei Raumdimensionen noch eine weitere Dimension der Wirklichkeit gibt, die hier als «Warmheit» bezeichnet wird und für die eine Temperaturskala so etwas wie eine Koordinate ist. Erst wenn man Raum- und Temperaturwirkungen als eigenständige Wirkungen zusammen sieht, gelangt man zu einer hinreichenden Gesamtschau des Wärmezustands, die auch die Vorgänge bei Phasenübergängen erfasst.

Summary

In the natural science courses Rudolf Steiner gives numerous suggestions for the further development of physics, in particular for concepts that differ from those of the usual scientific approach. However, in some cases these suggestions are so vague that they generate more questions than answers. This paper proposes a way to understand Steiner's text on volume expansion in the context of phase transitions, which he covered in the second and third lectures. It assumes a four-dimensional manifold for the description of thermal effects, in which there is another dimension of reality besides the three spatial dimensions – here called "hotness" – and for which a temperature scale is something like a coordinate. Only when the independent effects of space and temperature are seen together can one arrive at an adequate overall view of the thermal state which includes the processes during phase transitions.

Der zweite Vortrag des Wärmekurses beginnt mit einem Experiment zur Untersuchung der Längenausdehnung bei Erwärmung und einer quantitativen Beschreibung dieses Phänomens durch die bekannte Längenausdehnungsformel $l = l_0(1 + \alpha\theta)$, worin l_0 die Länge bei der Temperatur $\theta = 0$ und α der Längenausdehnungskoeffizient ist. Daran schliesst sich zunächst eine theoretische Betrachtung zur Ausdehnung in zwei und drei Dimensionen an, in der gezeigt wird, dass für die Volumenausdehnung eines Quaders mit den Kantenlängen $l,\ b$ und d

$$V = lbd = l_0 b_0 d_0 (1 + 3\alpha\theta + 3\alpha^2\theta^2 + \alpha^3\theta^3) \quad (1)$$

gilt und dass diese Formel gewöhnlich zu

$$V = V_0(1 + 3\alpha\theta) = V_0(1 + \beta\theta) \quad (2)$$

verkürzt wird, was damit begründet wird, dass die Summanden mit der 2. und 3. Potenz so klein sind, dass sie praktisch nicht mehr messbar sind. Obwohl diese Streichung wohlbegründet ist, gelangt Steiner dann zu der überraschenden Behauptung:

> *«Nun, damit streicht man weg das Allerwichtigste, worauf es ankommt, wenn man nun wirklich sachgemäss Wärmelehre treiben will. Das wird sich uns zeigen, indem wir weiter vorrücken.»*
>
> (*Steiner* 1920, S. 35)

Einem Physiker muss eine solche Bemerkung, vorsichtig ausgedrückt, ziemlich merkwürdig erscheinen, als isolierte Aussage sogar ziemlich unsinnig. Denn das, was Rudolf Steiner darüber mitgeteilt hat, gehört m.E. zu dem Rätselhaftesten, was im Wärmekurs zu finden ist. Die weitere Vorgehensweise von Steiner ist typisch für seine Art seine Zuhörer an einen Sachverhalt heranzuführen. Er lässt diese Behauptung zunächst ohne weitere Begründung stehen und wendet sich einem weiteren Aspekt der Sache zu, nämlich der Volumenausdehnung von Flüssigkeiten und Gasen, wobei wieder Experimente vorgeführt werden. Ein ähnliches Vorgehen kennen wir ja auch aus dem naturwissenschaftlichen Unterricht an Waldorfschulen: Experimente werden zunächst gezeigt und beschrieben, aber erst am nächsten Tag begrifflich aufgearbeitet. Es wird abgewartet, was die Beobachtung der Phänomene im Beobachter auslöst. Deshalb sollte man auch hier davon ausgehen, dass das Wesentliche zur Auflösung erst im nächsten Vortrag vorkommt.

Es schliessen sich historisch gefärbte Ausführungen zu den Gasgesetzen und zur Thermometrie an, die Anomalie des Wassers wird erwähnt und in ihrer grossen Bedeutung für unser Leben gewürdigt, und schliesslich werden noch die vier Elemente der alten Griechen und deren Beziehungen zu den Aggregatzuständen der modernen Physik erläutert. Das alles scheint zunächst in keinem erkennbaren Zusammenhang zu der im ersten Teil des Vortrags gemachten Behauptung zu stehen.

Der dritte Vortrag knüpft am nächsten Tag nahtlos an den 2. Vortrag an, denn es geht zunächst wieder um das Schmelzen und Verdampfen. Besonders betont wird dabei, dass Wärme während des Schmelzvorganges