

## Vorläufige Temperaturskalen

### *Gegenstand:*

Die Temperatur wird fast immer zunächst vorläufig über die thermische Ausdehnung der Stoffe, insbesondere der Gase skaliert und erst nachträglich, wenn überhaupt, als "absolute", das heißt von jeder Thermometersubstanz unabhängige Größe  $T$  definiert, etwa durch die Forderung, dass der Wirkungsgrad  $\eta$  eines CARNOT-Prozesses mit den Arbeitstemperaturen  $T_+$  und  $T_-$  durch  $\eta = (T_+ - T_-)/T_+$  gegeben sein soll.

### *Mängel:*

Beachten wir, dass sich dünne Gase in ihrer thermischen Ausdehnung gleichen, so dass man eine für alle Gase einheitliche thermometrische Skale  $\Theta$  definieren kann, und vergessen wir alle übrigen Thermometersubstanzen, so haben wir es nur noch mit zwei Temperaturgrößen,  $\Theta$  und  $T$ , zu tun, deren Definition, Handhabung und Zusammenhang zu diskutieren ist. Das Ergebnis ist  $\Theta \sim T$  und damit  $\Theta \equiv T$ , wenn man nur für eine Stelle – etwa für den Tripelpunkt des Wassers –  $\Theta = T$ , verlangt. Die Herleitung ist nicht schwierig, wird aber fast immer unterschlagen.

Noch einfacher ist es, auf vorläufige Temperaturskalen und CARNOT-Prozesse ganz zu verzichten, die Entropie  $S$  direkt zu metrisieren und die Temperatur  $T$  etwa über die mit einem Entropiestrom  $I_S$  einem Körper zufließenden Energiestrom  $P$  zu definieren:  $P = T \cdot I_S$ . Für die so eingeführte Größe  $T$  kann man mühelos zeigen, dass sie alle uns gewohnten Eigenschaften einer Temperatur besitzt und damit mit den üblichen Thermometern gemessen werden kann. Zur Einmessung ("Eichung") lässt sich die unschwer herleitbare Eigenschaft nutzen, dass bei Stoffen, deren innere Energie nur von  $T$  abhängt (z.B. dünne Gase), der Druck  $p$  bei konstantem Volumen  $T$  proportional sein muss, so dass man mit solchen Thermometersubstanzen  $T$  über  $p$  messen kann. Die Physik einfacher Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen fällt uns in den Schoß. Es genügen zwei, drei Zeilen und die vier Grundrechenarten, wofür man sonst Arbeits- und Wärmediagramme sowie die Differential- und Integralrechnung mehrstelliger Funktionen bemüht.

### *Herkunft:*

Schul- und Lehrbücher wiederholen hier die geschichtliche Entwicklung. Dass Flüssigkeitsthermometer nach wie vor überall im Gebrauch sind, lässt den Einstieg über die thermische Ausdehnung natürlich erscheinen. Im Zusammenhang mit dem Gasgesetz, das als wichtiges Lernziel gilt, liegt die Behandlung der gasthermometrischen Skale nahe. Nach allgemeiner Überzeugung liegt die Entropie jenseits des Schulhorizontes und damit außerhalb des Blickfeldes und Interesses eines Pädagogen.

### *Entsorgung:*

Sie kann nur gelingen, wenn man die durch anderthalb Jahrhunderte gepflegten und damit schlechterdings zur physikalischen Grundbildung gehörenden Vorurteile gegenüber der Entropie aufgibt, die sie zu einer komplizierten Zustandsgröße in einem abstrakten Kalkül stempeln und ihr rundweg grundlos und ungeprüft jede mit unseren Sinnen fassbare Eigenschaft absprechen.

G. J.