

## Altlasten der Physik (8)

### Entropie

#### Gegenstand:

Als Entropie  $S$  wird eine Größe bezeichnet, die in der klassischen Thermodynamik als eine durch ein Integral definierte, abstrakte Funktion eingeführt wird. Dieser Zugang verleiht der Größe einen derart abgehobenen Charakter, dass selbst die Spezialisten ihres Faches Mühe im Umgang mit diesem Begriff haben. Inzwischen kennt man andere, leichtere Zugänge, die die Entropie in die Reichweite des Schulunterrichts gerückt haben. Zur Zeit ist ihre Deutung als Unordnungsmaß ein vor allem unter Chemikern beliebter Ansatz, um wenigstens ein grobes Verständnis von ihrer Bedeutung zu vermitteln.

#### Mängel:

Dass die Entropie qualitativ erfassbar wird, ist zwar ein Fortschritt, genügt aber nicht dem Anspruch eines Physikers. Ihm gilt eine Größe erst dann als definiert, wenn er ein direktes oder indirektes Verfahren zu ihrer Quantifizierung angeben kann. Störend ist auch der Umstand, dass der makroskopisch definierbaren Größe anscheinend kein einfaches makroskopisches Merkmal zugeordnet werden kann.

#### Herkunft:

In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde mit zunehmender Erfahrung immer deutlicher, dass die von S. CARNOT und anderen angenommene Erhaltung der Wärme unhaltbar ist. Das veranlasste R. CLAUDIUS im Jahre 1850, eine Neuordnung der Wärmelehre aufgrund der Annahme zu versuchen, dass Wärme und Arbeit ineinander umwandelbar sind /1/. Im Zuge dieser Umgestaltung konstruierte CLAUDIUS auch die Größe  $S$ , um die Beschränkungen beschreiben zu können, denen diese wechselseitige Umwandlung unterliegt.

#### Entsorgung:

In einem Festvortrag vor der Physical Society of London wies ihr damaliger Präsident H. CALLENDAR /2/ im Jahre 1911 darauf hin, dass  $S$  nichts weiter ist als eine komplizierte, abstrakte Rekonstruktion derjenigen Größe, die bei CARNOT Wärme hieß. Der einzige Unterschied war, dass die Wärme nun erzeugbar, aber wie bisher unzerstörbar war. Diese Erkenntnis kam ein halbes Jahrhundert zu spät, um die Entwicklung noch korrigieren zu können. Man kann aber daraus schließen, dass die Größe  $S$  nicht nur eine ähnlich sinnfällige Bedeutung besitzen muss wie die Wärme früher, sondern auch auf ähnlich einfache Weise quantifizierbar sein muss. Dadurch sollte sich das formalistische Gespenst  $S$  der klassischen Thermodynamik auf einen bereits für Mittelstufenschüler fassbaren und handhabbaren Begriff reduzieren und zugleich das damit überflüssig werdende Arsenal mathematischer Hilfsmittel entsorgen lassen. Diese Erwartung wird inzwischen durch vielerlei Schulerfahrung bestätigt /3/. In der Rolle der Wärme wird  $S$  selbst unter dem nichtssagenden Namen Entropie zu einer Größe, die kaum anspruchsvoller ist als die Begriffe Länge, Dauer, Masse. Dass die Größe in der Informatik, der statistischen Physik oder den atomistischen Vorstellungen der Chemiker in einem anscheinend ganz anderen Gewand auftritt, steht ihrer Rolle als Wärme in der Makrophysik keineswegs im Wege.

/1/ Auch diese Annahme, die Gegenstand eines späteren Beitrages sein soll, ist eine Altlast, an der die Physik schwer zu tragen hat.

/2/ H. L. CALLENDAR: Proc. Phys. Society of London 23 (1911) 153. Hier findet sich auch der Vorschlag, die Einheit  $J/K$ , die heute die gesetzliche Entropieeinheit ist, als "Carnot" zu bezeichnen.

/3/ Neben den Erfahrungen einzelner Lehrer auch ein Großversuch im Rahmen der Erprobung des Karlsruher Physikkurses