

Erhaltungssätze

Gegenstand:

Über jede extensive Größe (mit Ausnahme der geometrischen Größen Volumen, Fläche und Länge) lässt sich ein Satz aussprechen, der ihre Erhaltung oder Nichterhaltung behauptet. Manche extensiven Größen befolgen (soweit wir es wissen) einen universellen Erhaltungssatz: die Energie, der Impuls, der Drehimpuls, die elektrische Ladung, die Leptonenzahl, die Baryonenzahl, die Farbladung. Von einer Größe wissen wir, dass für sie ein "halber Erhaltungssatz" gilt: Die Entropie kann zwar erzeugt, aber nicht vernichtet werden. Jede nicht allgemein erhaltene Größe ist aber unter bestimmten Umständen erhalten. So verhält sich die Entropie bei reversiblen Prozessen wie eine Erhaltungsgröße. Die Stoffmenge ist allgemein nicht erhalten, aber es gibt viele Vorgänge, bei denen sich ihr Wert nicht ändert.

Mängel:

Wenn man die extensiven Größen in den Vordergrund stellt, gelangt man zu einer Darstellung der Physik, in der die verschiedenen Teilgebiete dieselbe Struktur haben. Mechanik, Wärmelehre, Elektrizitätslehre und Chemie erscheinen als Spezialfälle eines einheitlichen Begriffssystems, das auf alle Teilgebiete passt. Damit man von dieser Strukturverwandtschaft etwas hat, ist es aber notwendig, dass die verschiedenen, zueinander analogen physikalischen Größen auch auf analoge Art behandelt werden. Und hierzu gehört es, dass man mit der Erhaltung bzw. Nichterhaltung der verschiedenen extensiven Größen auf gleiche Art umgeht. Das ist nun aber überhaupt nicht üblich.

So wird die Erhaltung der Energie als eines der wichtigsten Prinzipien der Physik überhaupt dargestellt. Die Erhaltung des Impulses wird in ein merkwürdig kompliziertes Gewand, die Newtonschen Axiome, gekleidet, so dass man die einfache Aussage gar nicht mehr erkennt. Ganz anders wieder die elektrische Ladung: Über ihre Erhaltung verliert man gewöhnlich kein Wort, sie wird als selbstverständlich vorausgesetzt. Die einfache Aussage, dass Entropie erzeugt, aber nicht vernichtet werden kann, findet man in den Schulbüchern manchmal nur im Kleingedruckten, meist aber an einer Stelle, zu der der Unterricht ohnehin nicht mehr vordringt. Die Nichterhaltung der Stoffmenge wird nie als Satz formuliert, ebenso wenig die Tatsache, dass Stoffmengen für bestimmte Prozessklassen erhalten sind. Statt die nützlichen und einfachen Erhaltungssätze, die man aus Kern- und Teilchenphysik kennt, zu formulieren und anzuwenden, verschwendet man kostbare Unterrichtszeit mit der Diskussion von Einzelheiten spezieller Strahlungsmessgeräte.

Herkunft:

Die Sätze über Erhaltung bzw. Nichterhaltung extensiver Größen sind ein Spiegel der historischen Entwicklung der Physik. War das Entdecken und das Formulieren eines solchen Satzes schwierig und langwierig, oder wurde die Gültigkeit des Satzes längere Zeit in Frage gestellt, so wird auch für die Behandlung im Unterricht viel Zeit angesetzt, und der Satz wird als besonders wichtig dargestellt. Das deutlichste Beispiel hierfür ist der Energieerhaltungssatz. Man könnte anführen, dass der Energieerhaltungssatz die Menschen deshalb so fasziniert, weil er etwas verbietet, womit man viel Geld machen könnte. Das mag zutreffen. Es würde aber auch für die Fantasielosigkeit der Perpetuum-Mobile-Möchtegern-Erfinder sprechen. Denn sicher könnte man auch mit der Verletzung irgendeines anderen Erhaltungssatzes Geld machen.

Ging die Entdeckung eines Erhaltungs- oder Nichterhaltungssatzes schnell, und wurde die Aussage historisch nicht bezweifelt, so wird der Satz auch im Unterricht schnell, oder sogar gar nicht behandelt.

Entsorgung:

Der Unterricht würde viel gewinnen, wenn man

- 1) die Erhaltung bzw. Nichterhaltung für jede extensive Größe klar formuliert;
- 2) der Wichtigkeit der Erhaltung bzw. Nichterhaltung besser Rechnung trägt (vor allem im Fall von elektrischer Ladung, Stoffmenge, Leptonenzahl und Baryonenzahl);
- 3) die Wichtigkeit der Erhaltung aber auch nicht übertreibt (wie bei der Energie).