

Schüler dar. Vielmehr haben einzelne Gruppen sogar von sich aus mehrere Versuchsreihen aufgenommen; sie waren darauf aufmerksam geworden, dass sie zu viel oder zu wenig „Würfelglück“ hatten. Konsequenz haben sie darauf hin eine andere Zahl gewählt und das Experiment ohne Anregung seitens der Lehrkraft wiederholt. Dies zeigt aber auch, dass günstige Würfel eben nicht perfekt modellieren. Profiwürfel für Casinos sind vermutlich aus gutem Grund viel teurer. In der Auswertung wurde mit beiden Gruppen auch explizit auf das Problem der Messfehler und den Sinn der Messwiederholung eingegangen, erleichtert durch das eben erwähnte Vorgehen einzelner Gruppen. Im weiteren Ver-

lauf stellte sich heraus, dass eine der Klassen parallel im Mathematikunterricht die Exponentialfunktion eingeführt hat. Einerseits hat dies die Auswertung überraschend abgekürzt, andererseits konnte damit sogar die mathematische Beschreibung vorgenommen werden.

Die Modellierung der Zerfallsreihe war für die Schülerinnen und Schüler doch eine größere Herausforderung. Das Beobachten der Farbmuster über einen längeren Verlauf fiel ihnen mitunter schwer. Auch wenn dies nicht im Einklang mit der Schulordnung steht, war hier manchmal ein Smartphone wertvoll: Einzelne Gruppen haben nach verschiedenen Würfeln Fotos gemacht, und konnten so selber hoch-

wertige Vergleiche vornehmen. Besteht diese Möglichkeit nicht, hilft ein Protokoll im Sinne einer Tabelle, um eine Auswertung mit einer Tabellenkalkulationssoftware vornehmen zu können.

Literatur

[1] Schwarze H., Was ist besonders an der Halbwertszeit? Kleine Tricks für den Unterricht (2012). In: Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule 8/61, S. 18-26.

Anschrift des Verfassers

Hendrik Härtig, Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik, Olshausenstraße 62, 24118 Kiel, E-Mail: haertig@ipn.uni-kiel.de

Altlasten der Physik (146): Mechanik versus Wärmelehre

F. Herrmann

Gegenstand

Die Mechanik ist der wichtigste Teil der Physik, ihre Grundlage. Die Wärmelehre dagegen ist eine von mehreren, weniger wichtigen Teildisziplinen. Man sieht es an Lehrplänen, Studienplänen und Lehrbüchern. So umfasst das Studium des Lehramts Physik an einer typischen Universität 6 Semesterwochenstunden (SWS) Mechanik, aber nur 2,5 SWS Thermodynamik. In Lehrbüchern der Hochschule und der Schule ist das Verhältnis ähnlich.

Dass die Mechanik in der Physik eine herausragende Stellung einnimmt, wird auch oft explizit gesagt, etwa in einem Schulbuch im Zusammenhang mit der Gleichung $F = ma$: „Dies ist nun wirklich die wichtigste Aussage in diesem Buch, sie hat ab 1686 die Welt verändert.“

Mängel

Die Thermodynamik ist nicht nur laut Lehr- oder Studienplan kürzer. In manchen Bundesländern hat sie im Lehrplan gar keinen Platz gefunden. Es kommt noch hinzu, dass das, was in den Plänen vorgesehen ist, gewöhnlich nicht erfüllt wird. Wenn sie in der Schule im Lehrplan steht, so ist sie vorgesehen für die Klasse 11, nach der Mechanik, also für den letzten Teil des Schuljahres. Dort gerät sie aber im Trubel der vielen Feiertage, der Projekttag und der Hektik am Schuljahresende leicht unter die Räder.

Ähnlich ist es an der Universität: Vorgelesen ist die TD in einem Semester zusammen mit der Optik. Man beginnt mit der Optik, aber die Zeit wird knapp, und die Thermodynamik hat das Nachsehen. So kommt es, dass viele Schüler die Schule, und manche Studenten der Physik die Hochschule als thermodynamische Alphabeten verlassen.

Aus heutiger Sicht verdient die Mechanik nicht diese Vorzugsstellung. Und die Thermodynamik verdient es nicht, in der Schmutzdecke zu stehen.

Warum soll gerade die Gleichung $F = ma$ so wichtig sein? Sie ist im Wesentlichen Newtons zweites Gesetz, nämlich $F = dp/dt$, welches die Impulserhaltung ausdrückt. Das Impulserhaltungsgesetz ist aber nicht einzigartig; es gibt entsprechende Gesetze für die Energie, den Drehimpuls und die elektrische Ladung. Und in die Reihe gehört auch das besonders wichtige Gesetz, das eine Aussage über die Nichterhaltung der Entropie macht: Entropie kann erzeugt aber nicht vernichtet werden.

Herkunft

Besser als Ernst Mach [1] kann man es auch heute nicht ausdrücken:

„Wenn die französischen Encyclopädisten des 18. Jahrhunderts dem Ziel nahe zu sein glaubten, die ganz Natur physikalisch-mechanisch zu erklären, wenn Laplace einen Geist fingiert, welcher

den Lauf der Welt in alle Zukunft anzugeben vermöchte, wenn ihm nur einmal alle Massen mit ihren Lagen und Anfangsgeschwindigkeiten gegeben wären, so ist diese freudige Ueberschätzung der Tragweite der gewonnenen physikalisch-mechanischen Einsichten im 18. Jahrhundert verzeihlich, ja ein liebenswürdiges, edles, erhebendes Schauspiel, und wir können diese intellektuelle, einzig in der Geschichte dastehende Freude lebhaft mitempfinden.

Nach einem Jahrhundert aber, nachdem wir besonnener geworden sind, erscheint uns die projectirte Weltanschauung der Encyclopädisten als eine mechanische Mythologie im Gegensatz zur animistischen der alten Religionen. Beide Anschauungen enthalten ungebührliche und fantastische Übertreibungen einer einseitigen Erkenntnis.“

Entsorgung

Sie ist nicht leicht, denn es gibt eine lange Lehrtradition. Man könnte versuchen, den Rückbau der Mechanik mit der Kinematik zu beginnen. ■

Literatur

[1] Ernst Mach: Die Mechanik in ihrer Entwicklung, Leipzig, F. A. Brockhaus, 1897, S. 455

Anschrift des Verfassers

Prof. Dr. Friedrich Herrmann, Institut für Theoretische Festkörperphysik, KIT, 76128 Karlsruhe, E-Mail: f.herrmann@kit.edu