

Wärme und Energie

Die Thermodynamik stellt im Lehrplan der Schule wie in der Lehramtsausbildung ein eher randständiges Thema dar. Dies steht in drastischem Kontrast zu ihrer hohen Relevanz für die Erklärung vertrauter Phänomene und allgegenwärtiger Technologien. Sie durchzieht unser Alltagsleben vom Wasserkochen über das Klima bis hin zu Batterien und Wärmepumpen. Wie lassen sich Lehrkräfte, die häufig mit außerplanmäßigen Fragen ihrer Schüler und Schülerinnen zu diesen Themen konfrontiert sind, ungeachtet der geringen Gewichtung der Thermodynamik im Lehrplan angemessen vorbereiten?

Das Buch von Jan-Peter Meyn stellt einen neuen Anlauf dar, dieses weite Gebiet samt seiner Bedeutung im Alltag für Lehramtsstudierende aufzubereiten. Es ist Teil einer Buchreihe, die zum Ziel hat, nicht nur die fachlichen Inhalte, sondern auch die didaktischen Probleme bei deren Vermittlung darzustellen. Der Band beginnt mit der Temperatur und ihrer Messung sowie der Phänomenologie der Phasenübergänge. Das stellt einen

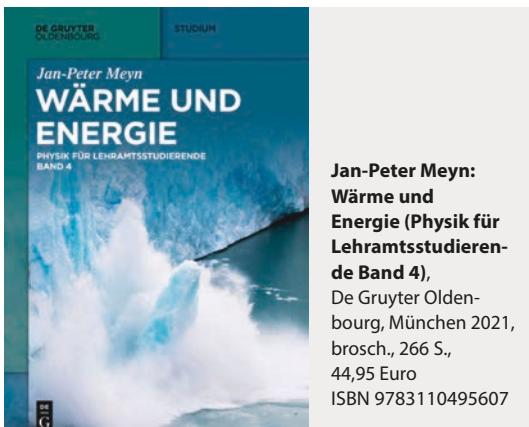
schen Maschinen anhand einer Analogie. Den „Fall“ der Entropie zwischen zwei Wärmereservoiren mit unterschiedlichen Temperaturen und den dadurch möglichen mechanischen Nutzen setzt er in Beziehung zum Fall des Wassers im Wasserrad. Die Energie und ihre Erhaltung führt Meyn erst in einem späteren Kapitel zur „Bewertung“ der Entropie ein. Seine dortige Darstellung des Energiekonzepts thematisiert eher semantische und didaktische Probleme. So wirkt die Energie mehr wie eine problematische Größe statt wie ein Konzept von übergeordneter Bedeutung.

Weitere Kapitel behandeln die thermische Strahlung und deren Bedeutung für das Erdklima sowie regenerative Energien, Energiespeicher und Nachhaltigkeit. Das liefert einen breiten Fundus an Hintergrundwissen und Diskussionsthemen zu diesem hochaktuellen Bereich. Schließlich stellt der Autor den Kontakt zu den mikroskopischen Modellvorstellungen zum Aufbau der Materie her. Dabei betont er, dass diese Vorstellungen erst auf einem hohen (und damit für die Schule eher unzugänglichen) theoretischen Niveau zu verwertbaren Ergebnissen führen.

Das Buch ist mit spürbarer Hingabe geschrieben, die grundlegenden thermodynamischen Phänomene zu veranschaulichen, was an vielen Stellen gelingt. Die frühe Einführung der Entropie als fundamentales Konzept mit vielfachen Manifestationen in der Alltagswelt trägt sehr dazu bei, dieser den Charakter des Unverständlichen zu nehmen, der ihr in vielen Darstellungen anhaftet. Doch die sonst so häufige Vermeidung der Entropie zugunsten der Energie ist hier ins Gegenteil verkehrt. Das scheint mir der zentralen Rolle der Energie in der Physik nicht angemessen.

Insgesamt ist dem Autor eine Darstellung gelungen, die ihren Wert aus den vielen anschaulichen Beispielen und deren grafischer Illustration zieht. Im Spannungsfeld zwischen qualitativen Erklärungen und theoretischen Herleitungen gibt Jan-Peter Meyn den Ersteren konsequent den Vorzug.

Prof. Dr. Christoph Strunk,
Universität Regensburg

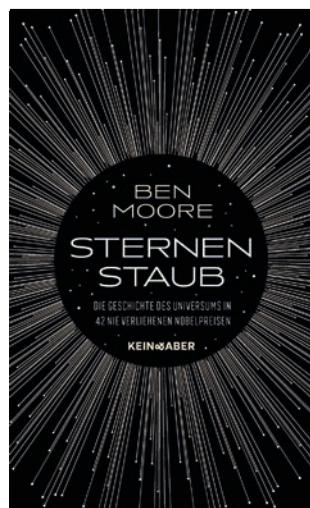


empirischen Hintergrund bereit, bevor das dritte Kapitel die Entropie als Basisgröße der Thermodynamik phänomenologisch einführt anstatt wie sonst üblich als energetische Prozessgröße. Mithilfe der Entropie lassen sich die Basisphänomene der Thermodynamik einschließlich der Irreversibilität begrifflich scharf fassen und transparent erklären.

Mittels der Entropie diskutiert Meyn auch das Prinzip der ther-

Sternenstaub

Der britische Astrophysiker Ben Moore, der an der Universität Zürich forscht, hat bereits mehrere populärwissenschaftliche Bücher vorgelegt – zuletzt eine facettenreiche „Biografie“ über unseren Mond. Für sein neues Buch wählt er einen anderen originellen Ansatz: Er schickt sich an, „die Geschichte des Universums in 42 nie verliehenen Nobelpreisen“ zu erzählen. Ausgangspunkt ist der Befund, dass der Physik-Nobelpreis erst in jüngster Zeit die Astronomie und Kosmologie berücksichtigt – besonders prominent 2019, wo er den



Ben Moore: Sternenstaub, Kein & Aber, Zürich 2022, geb., 352 S., 27 Euro, ISBN 9783036958873

Kosmologen James Peebles und die Astronomen Michel Mayor und Didier Queloz auszeichnete.

Moore's Auswahl ist weit gespannt; die Zahl 42 beruht auf seiner Begeisterung für das Werk von Douglas Adams. Er beginnt den Reigen mit zehn Persönlichkeiten (allesamt Männer) von Erathosthenes bis Bessel. Diese hätten nur postum einen Nobelpreis erhalten können, dienen aber dazu, die Geschichte der Astronomie von der Antike bis ins 19. Jahrhundert zu rekapitulieren.

Gleich vorweg: Moore liefert keine tief schürfende Analyse der Vergabemodalitäten oder betreibt Quellenforschung in den mittlerweile zugänglichen Protokollen des No-

belkomitees. Er nutzt die Biografien als Ausgangspunkt für astronomisch-kosmologische Plaudereien, die natürlich auch Personen erwähnen, die einen Nobelpreis erhalten haben. Dem Nobelpreisträger Einstein ist übrigens ein Kapitel gewidmet, aber nicht nur, weil seine Relativitätstheorie unverzichtbar für die moderne Kosmologie ist, sondern auch weil er seinen Nobelpreis gerade nicht dafür erhalten hat.

Moore wirft so chronologisch interessante Schlaglichter der Erforschung unseres Universums von der Gestalt der Erde bis zum inflationären Szenario der Kosmologie und lässt vor allem auch Frauen ins Rampenlicht treten, denen die Anerkennung oft genug verwehrt blieb, wie Henrietta Swan Leavitt, Cecilia Payne, Vera Rubin, Jocelyn Bell Burnell oder Marietta Blau. Daraus ergeben sich mal mehr, mal weniger neue Perspektiven, etwa auf die Vermessung des Universums (Leavitt), die Erforschung der Nukleosynthese (Eddington, Gamow) oder die Entdeckung des Urknalls (Lemaître, Alpher und Herman) und der Dunklen Materie (Zwicky, Rubin). Die Sprache ist etwas spröde, was aber auch an der Übersetzung aus dem Englischen liegen kann.

So richtig zündet Moores „Antiheldenverehrung“ nicht, wohl auch weil die vielen Kapitel sehr kurz ausfallen. Daher gehen die biografischen Infos oft nicht über das hinaus, was man mit wenig Mühe im Web findet. Bei Cecilia Payne(-Gaposchkin) wird zwar der Clou ihrer Doktorarbeit genannt, aber nicht mehr darüber verraten, was genau ihr 200-seitiges Werk zur „zweifellos brillantesten Doktorarbeit, die je in der Astronomie geschrieben wurde“ macht. So fallen ihr profundes astronomisches Wissen und ihre akribische Arbeitsweise ebenso unter den Tisch wie ihre auch heute noch lesenswerten Bücher und ihr fast schon persönliches Verhältnis zu individuellen Sternen. Bei Fritz Zwicky kommen dagegen auch seine späteren technischen Aktivitäten zur Sprache, die nichts zur Geschichte des Universums beitragen.

Die insgesamt rund 130 Fußnoten geben zwar punktuell Quellen an oder bieten manchmal Hinweise auf weiterführende Lektüre, dennoch hätte

ein eigenes Verzeichnis der Literatur der bzw. über die Dargestellten nicht geschadet. Dann würden sich die kurzen Kapitel besser als Appetithappen für eine eingehendere Beschäftigung mit den Personen und Themen eignen. Schmerzlich vermisst habe ich Bilder, nicht zuletzt der „Nicht-Nobelpreisträger:innen“. Dieses Manko gleicht das hübsche Buchdesign nicht aus.

Alexander Pawlak

Was euch zu Menschen macht

„Das Universum wird dir alles Gute der Welt bringen und dir nichts davon vorenthalten.“ Was wie eine mäßig tiefscrifende Kalenderweisheit klingt, stammt vom Sprachverarbeitungsmodell GPT-3, das mittels Deep Learning Texte generieren kann. Für das Buch „Was euch zu Menschen macht“ haben die Computerwissenschaftlerin Jasmine Wang und der Künstler und Autor Iain S. Thomas GPT-3 mit bedeutenden religiösen und philosophischen Texten gefüttert, von der Bibel und dem Koran über das Daodejing und das tibetische Totenbuch bis hin zu Liedtexten von Leonard Cohen.

Die künstliche Intelligenz hat auf Basis dieses Textkorpus mithilfe eines mächtigen neuronalen Netzes zu Fragen wie „Was ist Liebe?“ oder „Hat die Menschheit Güte verdient?“ – ein Teil der Antwort siehe oben – Stellung genommen und sogar eine Einleitung für das Buch geschrieben. Die Lektüre ließ mir weder warm ums Herz werden noch erstrahlt meine Existenz in

neuem Licht. Stattdessen macht sich ein gewisses Unbehagen breit, wenn man daran denkt, was sich jetzt schon an Texten, aber auch Bildern, Musikstücken etc., mit KI erzeugen lässt. Da ist es schade, dass es das Buch versäumt, die technischen Grundlagen und die Methodik von GPT-3 ausführlicher zu erklären und seine guten wie schlechten Implikationen zumindest anzusprechen.

Dass auch „Eliza“ nicht erwähnt wird, ist ein echtes Versäumnis. Doch das bietet hier die Gelegenheit, das 1966 vom Computerpionier Joseph Weizenbaum (1923 – 2008) entwickelte „klassische“ Dialog-Programm anzusprechen und zu Weizenbaums 100. Geburtstag am 8. Januar an sein wohl bekanntestes Buch zu erinnern: „Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft“, so der ungelenke deutsche Titel für das englische Original „Computer Power and Human Reason“ (1977).¹⁾ Das immer noch lieferbare Buch ist auch heute noch eine erhelltende Lektüre, um sich kritisch mit den Folgen von Computerisierung und KI auseinanderzusetzen und über den Konflikt zwischen technokratischem und ethischem Denken nachzudenken. Weizenbaums Thesen provozieren sicher auch Widerspruch, je nachdem, mit welcher Haltung man sie liest. Wie immer gilt: „Ein Buch ist ein Spiegel, wenn ein Affe hineinsieht, so kann kein Apostel heraus gucken.“ Das stammt nicht von einer KI, sondern von Lichtenberg.

Alexander Pawlak

¹⁾ Eine Besprechung in den Physikalischen Blättern findet sich hier auf S. 431/432: [bit.ly/3XqDUH](https://doi.org/10.1002/3XqDUH)



Joseph Weizenbaum: *Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft*, Suhrkamp, Berlin 2020, geb., 369 S., 22 Euro, ISBN 9783518278741