

Life's Ratchet

Life's Ratchet von Peter M. Hoffmann ist ein faszinierendes Buch. Nach einer etwas längeren, aber notwendigen Einführung kommt der Autor in Fahrt. Sein Erzählstil und seine Erläuterungen sind äußerst unterhaltsam. Mit dieser Lektüre wird eine längere Flugreise zum Vergnügen oder man kann mit ihr einen entspannenden Leseabend auf dem Sofa verbringen. Das Buch bietet einen historischen Überblick über die physikalische und teilweise chemische Entwicklung molekularer Motoren. Eine Fülle von Informationen über die mikroskopische Physik molekularer Motoren erwartet den Leser. Der Untertitel des Buchs könnte lauten: „Die dem Leben zugrundeliegenden Funktionen aus der Sicht des Physikers“.

Der Ansatz des Autors ist einfach, aber nicht simplistisch. In einem berühmten Witz stellt ein reicher Playboy einen Betriebswirt, einen Biologen und einen Physiker ein, die dafür sorgen sollen, dass seine Pferde beim Pferderennen gewinnen. Der Betriebswirt führt ein auf Leistung basierendes Bonussystem für die Pferde ein, woraufhin mehrere Pferde verhungern: Er wird gefeuert. Der Biologe schlägt ein Zuchtprogramm vor, das nach 200 Generationen Erfolg verspricht, und wird sofort entlassen. Der Physiker hat seiner Meinung nach die perfekte Lösung ausgearbeitet und beginnt zu erläutern: „Nehmen wir zunächst an, das Pferd ist eine Kugel in einem Vakuum“. Die Gefahr, darlegen zu müssen, wie ein kugelförmiges Pferd das Kentucky Derby gewinnen kann, wird dadurch zwar heraufbeschworen, aber in dem Buch bewusst und elegant umgangen.

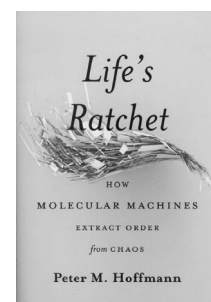
Die Entropie und der Zweite Hauptsatz der Thermodynamik sind die Basis der Physik molekularer Motoren. Die Verletzung, oder besser die Nichtverletzung des Zweiten Hauptsatzes in Prozessen, in denen die Entropie abnimmt, wird ausgezeichnet veranschaulicht. Kühlschränke erzeugen eine lokale Abnahme der Entropie, aber global gesehen führen sie zu einer Zunahme der Entropie. Über die Anstrengungen der Chemiker, künstliche Maxwellsche Dämonen zu entwickeln, hätte ich gern detailliertere Informationen erhalten.

In jedem Kapitel finden sich Stoff und Anregungen zum Nachdenken, sogar an den Stellen, an denen ich die Ansicht des Autors nicht teile – beispielsweise hinsichtlich der Beschreibung der Freien Energie oder wenn, wie beim Titel eines Buchs von Aristoteles Latein (*De Anima*) anstatt Griechisch (*Περὶ ψυχῆς*) verwendet wird. Ich stellte allerdings fest, dass *De Anima* ein allgemein anerkannter Name für das Buch im *Corpus Aristotelicum* ist. In seine Ausführungen hat der Autor

interessante allgemeine Informationen eingefügt: Beispielsweise erläutert er, warum Kirschen nach einem Regen aufplatzen; oder er erklärt die Evolution der Entropie anhand des Beispiels eines Räubers, der ihn spät abends um 10 Dollar erleichtert.

Zahlreiche Themen hätten allerdings detaillierter abgehandelt werden können. In dem mit „Cows and quarks“ betitelten Kapitel wird lang und breit erklärt, wie zwischen den beiden „Gebilden“ theoretisch eine Beziehung hergestellt werden kann. Das Kapitel ist nur ein Anfang. Zeit- und Längenmaßstäbe sind die eigentlichen Probleme. Für Erklärungen, dass Phänomene in bestimmten zeitlichen und räumlichen Dimensionen auftreten, müssen Modelle für kleine Maßstäbe entwickelt werden, die diese Maßstäbe als Mittelwerte darstellen. Anhand dieser Modelle müssen sich diese durchschnittlichen Maßstäbe exakt erklären und vorhersagen lassen. Darauf aufbauend können Modelle für größere Maßstäbe konstruiert werden. Ein einfacher zur Debatte stehender Punkt ist die Beschreibung chemischer Bindungen als klassische harmonische Oszillatoren wie in der Gleichung $V(r) = \frac{1}{2} k (r - r_0)^2$. Diese elektronenlose Beschreibung der Bindung ist genau, obwohl wir wissen, dass Elektronen für chemische Bindungen verantwortlich sind. Das Modell ist solide, da es auf der Born-Oppenheimer-Näherung, einem weiteren Modell, das wir sehr gut verstehen, basiert. Mithilfe des Born-Oppenheimer-Modells können wir den Erwartungswert, eine Art Mittelwert, der elektronischen Energie $V(r)$ für jeden Wert von r berechnen und Elektronen „vergessen“. Drei Quarks bilden ein Proton, Protonen und Neutronen bilden die Atome, Atome lagern sich zu Molekülen zusammen, und so geht es weiter, bis wir bei der Kuh anlangen – oder besser noch nicht gleich, denn dadurch würden wir einige der Maßstabsebenen verpassen, die wir auf unserem Weg zur Kuh durchschreiten.

Wissenschaft und Gesellschaft müssen diese Lücke überbrücken, indem neue Projekte ähnlich dem, das auf der statistischen Mechanik basiert, entwickelt werden. Mit einer dieser Entwicklungen wird gerade einmal begonnen, das Thema Biologie anzuschneiden. Als Beispiel – und nur als ein Beispiel – existieren keine grundlegenden Modelle, die den Zustand und die Entwicklung der DNA erklären. Wie und warum kodierten die Codons AUA und UGA in menschlichen Mitochondrien früher für Methionin und Tryptophan und heute für Isoleucin und „Stop“? Der schon lange bestehende Erklärungsvorschlag, dass den Veränderungen der Kodierung ein Verlust des Codons und ein späteres Wiederauftreten vorausgehen, ist zwar zufriedenstellend, aber nicht mit der Schlüssigkeit der auf der Quantenmechanik und statistischen Mechanik



Life's Ratchet
How Molecular Machines
Extract Order from Chaos.
Von Peter M. Hoffmann.
Basic Books, New York,
2012. 278 S., geb.,
\$ 27.99.—ISBN 978-
0465022533

basierenden Vorhersagen für Moleküle zu vergleichen.

Verständlicherweise entsteht manchmal der Eindruck, dass der Autor persönliche Interessen in den Vordergrund gestellt hat, beispielsweise wenn er die bemerkenswerten Beiträge von Mayr für die Biologie beschreibt. Die Kommentare sind jedoch gemäßigt und sogar humorvoll.

Ich habe die Lektüre genossen und kann das Buch nachdrücklich empfehlen. Würde ich es meinem Sohn zu lesen geben? Eindeutig ja! Ich würde allerdings hinzufügen: „Mein Sohn, wenn du

es gelesen hast, müssen wir darüber reden, denn ein Chemiker sieht die dem Leben zugrundeliegenden Funktionen etwas anders als ein Physiker. Aber dadurch werden das Phänomen Leben und die Wissenschaft umso interessanter.“

Francesco Zerbetto

Dipartimento di Chimica „G. Ciamician“

Università di Bologna (Italien)

DOI: 10.1002/ange.201304031