

© Copyright der polnischen Ausgabe
„Kłopoty z Eureką. O co kłóćą się fizycy?“

Jean-Pierre Lasota, Karolina Głowacka
& Copernicus Center Press, 2020

Kraków 2020

ISBN 978-83-7886-493-6 (polnische Ausgabe)

© Copyright für die deutsche Übersetzung

Robert Jaroslowski, Jean-Pierre Lasota & Karolina Głowacka,
2024

Lektorat: Reinhardt Meierhöfer und Dr. Walther Hofherr

Satz und Gestaltung Robert Jaroslowski

Umschlag erstellt unter Verwendung von
Copyrightfreien Bildern aus Pixabay sowie des Bildes eines
Gamma-Blitzes von S. 167 des Buchs.

Printed in Germany (PoD) for Khampa Verlag
by Epubli (Berlin)

Edition Mensch & Natur im
Khampa Verlag Freiburg & Eckernförde
2024

Printed in Germany

Erstes Gespräch

Woher wissen sie, was sie wissen?

Also, wie Physiker zu dem Schluss kommen, dass etwas ein Naturgesetz ist, ob sie dabei argumentieren und ob sie ehrlich mitteilen können, was sie festgestellt haben.

Karolina: Kann man mit Physik alles beschreiben?

Jean-Pierre: Das ist die alte Frage des Reduktionismus. Lassen sich alle chemischen und biologischen Phänomene mit den Mitteln der Physik beschreiben? Ich habe mich nie beruflich mit dieser Frage beschäftigt, aber ich habe eine Meinung, und zwar eine ziemlich entschiedene. Ich glaube nicht an den totalen Reduktionismus. Ich kann mir nicht vorstellen, dass unser Denken, unser Bewusstsein, vollständig auf Prozesse reduziert werden kann, die Elementarteilchen beherrschen, oder auch nur auf physikalische Prozesse.¹ Andererseits ist es wahr, dass sich die Physik mit den kleinsten und grundlegendsten Elementen der Welt beschäftigt und der Realität auf den letzten Grund geht.

Und das bewegt euch? Dieses Berühren der Grundlagen?

Es spielt sicherlich eine Rolle bei der Wahl des Lebensweges eines Physikers. Aber so im Alltag? Um ehrlich zu sein, es gibt keine „Achs“ und „Ohs“, dass wir gerade die Geheimnisse des Universums entdeckt haben. Wir reden ganz normal miteinander, und unsere Diskussionen ähneln eher Gesprächen über ein Küchenrezept als wissenschaftlichen Diskussionen.

Und wenn etwas Besonderes passiert, wie etwa die Registrierung des Higgs-Teilchens oder von Gravitationswellen? Auch keine „Achs“?

¹ In dieser Frage teilt Jean-Pierre die Ansicht von Thomas Nagel in seinem berühmten Essay „*Wie ist es, eine Fledermaus zu sein?*“ (T. Nagel, Letzte Fragen, Wien: Philo, 1996).

Stimmt, das ist etwas anderes. Als ich die erste Entdeckung einer Gravitationswelle sah, war ich bewegt und gerührt. Was haben wohl die Erbauer der Instrumente gefühlt, die dies möglich gemacht haben? Was haben die gefühlt, die die Existenz von Gravitationswellen vorhergesagt haben? Obwohl... Nein, eigentlich war es anders.

Andrzej Trautman zum Beispiel² wurde nach seinen Gefühlen gefragt und er sagte, dass er nichts

Besonderes fühlte – er wusste, dass diese Wellen sowieso existierten. Physiker haben, wie alle Menschen, unterschiedliche Charaktere, nicht jedem ist es wichtig.

Einerseits erforscht die Physik also die eigentlichen Grundlagen, was manchmal das Gefühl vermittelt, an etwas Sinnvollem teilzuhaben. Physik ist wichtig, obwohl ich persönlich die Arbeit eines Arztes oder Pharmazeuten für wichtiger halte. Wenn ich einen Fehler mache, passiert nicht viel, aber wenn sie einen Fehler machen, kann das ernste Folgen haben.

Und doch ist es deine Branche, die große Aufregung hervorruft. Amateure kreieren eben gerne „physikalische Theorien“, am liebsten „Theorien von Allem“ oder Konzepte über die Ursprünge des Universums. Die Widerlegung von Einstein scheint verlockend, die schwarzen Löcher regen die Fantasie an.

Wahrscheinlich, weil sie ganz elementare Dinge berührt: die Frage, woher wir kommen und welche Mechanismen dahinter stehen. Es ist schade, dass es nicht den gleichen Enthusiasmus für die Genetik gibt, die Fragen danach stellt, was Leben ist, woher Krankheiten kommen. Das ist viel wichtiger als die Frage, ob das Universum am Anfang so oder anders beschaffen war.

Denkst du das wirklich?

Ja, aber ich meine nicht, dass die Medizin wichtiger ist als die Physik oder dass die Genetik wichtiger ist als die Kosmologie, – denn solche Aussagen würden keinen Sinn ergeben –, sondern nur, dass sich das Interesse der Öffentlichkeit und der Medien nicht nur auf schwarze Löcher und den Urknall konzentrieren sollte. Auch andere Wissenschaften und ihre Ergebnisse können faszinierend sein, und ich spreche hier nicht von der Entdeckung des ultimativen Heilmittels gegen Krebs, die mit einem Trompetenstoß verkündet wird.

Die Biowissenschaften befassen sich im Allgemeinen mit Systemen, die komplexer sind als die, die von der Physik untersucht werden, so dass sie scheinbar komplizierter sind. Es ist leichter, Einsteins Theorie zu „widerlegen“, indem man die Bewegung eines Körpers im Raum beschreibt, als die Vererbungstheorie zu kritisieren, indem man die Expression von Genen beschreibt, aber das ist nur ein Vorwand, denn Einsteins Theorie beschreibt, abgesehen von der Bewegung von Körpern, Phänomene, von denen die „Widerleger“ nicht einmal geträumt haben. Mein Punkt ist, dass es keine besseren

oder schlechteren Wissenschaften gibt. Und es stimmt, dass die Physik das beste Modell dafür ist, was Wissenschaft ist, denn sie beschäftigt sich mit den einfachsten – wenn auch unglaublich komplexen – Systemen im Universum.

Dann lasst uns darüber sprechen, worum es bei der Arbeit eines Physikers wirklich geht. Ihr seid auf der Suche nach den Naturgesetzen, ja?

Diejenigen, die tatsächlich nach den Gesetzen der Natur suchen, sind sehr seltene Exemplare. Naturgesetze gibt es wenige, Physiker dagegen ganze Scharen. Physiker befassen sich hauptsächlich nicht mit der Entdeckung, sondern mit der Anwendung der Naturgesetze, um die Erscheinungen, die wir beobachten, zu beschreiben und zu erklären. Mit Hilfe dieser Gesetze schaffen sie auch neue Entitäten, die entweder dem besseren Verständnis der Natur dienen oder in der Industrie, im Verkehr, in der Medizin und im täglichen Leben Anwendung finden. Und auch, um dies alles zu zerstören und zu vernichten. Mit einem Wort, die Physik ist in modernen Gesellschaften ein wesentliches und sogar fundamentales Element dieser Gesellschaften. Ohne Physik gäbe es kein Radio oder Fernsehen, kein Internet oder Smartphones, keine Laser, Radare, GPS und so weiter, keine Kernkraftwerke, aber auch keine thermonuklearen Bomben. Mit den letzteren haben wir es zum Glück nicht zu tun, wohl aber mit dem Rest. Und obwohl wir in einer Welt leben, die von der modernen Technologie beherrscht wird, denken wir nicht daran, dass das Verständnis für die Gesetze der Physik ihre Grundlage darstellt.

Also wirklich, lass die Leute doch in Ruhe leben! Technologie ist Alltag. Wir könnten ja genauso gut bei jedem Sonnenuntergang über die physikalische Grundlage der Drehung der Erde um ihre Achse nachdenken.

Zum Glück macht das niemand, denn es könnte das romantischste Rendezvous verderben. Aber auch diese Drehung unterliegt selbstverständlich den Naturgesetzen – ein Gegenstand, der für Physiker von Interesse ist und nach dem du selbst einmal nachgefragt hast.

Richtig. Aber was genau sind eigentlich die Naturgesetze?

Ein Naturgesetz in der Physik ist eine bestimmte mathematisch formulierte Beziehung zwischen Größen, mit der wir die physikalische Welt beschreiben. In der Praxis wird ein Naturgesetz oft in Form einer Differentialgleichung* formuliert. Nicht alle, aber einige ihrer Lösungen beschreiben bestimmte universelle – und das ist sehr wichtig – Eigenschaften von Objekten, Systemen und Untersystemen im Universum.

Universell?

Das bedeutet, dass sie immer und überall Anwendung finden. Wäre dies nicht der Fall, wären sie keine Naturgesetze.

** Eine Differentialgleichung ist eine Gleichung, in der nicht nur die den physikalischen Zustand beschreibende Funktion vorkommt, sondern auch deren Änderungsrate (genauer: Ableitung) und deren Änderungsrate usw. Differentialgleichungen werden seit Newton und Leibniz in der Physik verwendet. RJ*

Allerdings ist es auch wieder nicht so einfach. Diese Gesetze sind in der Tat universell, aber sie sind nur annähernd gültig. Sie gelten für Situationen, die schwer zu beobachten sind. Ein Naturgesetz ist zum Beispiel das erste Newtonsche Gesetz: Ein Körper, auf den keine Kraft einwirkt, befindet sich in Ruhe oder in gleichförmiger Bewegung. Aber es gibt in unserer Umgebung keine Körper, auf die keine Kraft wirkt. Und hier zeigt sich die Genialität der Wissenschaftler, die dies verstanden haben und über unsere Erfahrung hinausblicken konnten. Galilei, Newton. Für Aristoteles war es nicht so einfach, aber er dachte wahrscheinlich, dass die Gesetze der Mathematik nur für ideale „Himmelssphären“ gelten können. Es ist interessant, dass die Ansicht des aus Stagira stammenden Aristoteles fast zweitausend Jahre lang vorherrschte, aber ich möchte nicht tiefer in die Materie einsteigen, da ich mich damit nicht auskenne.

Es scheint, dass die Idee, über die Grenzen unserer unmittelbaren Erfahrung hinauszugehen, ein Schlüsselaspekt ist. Schließlich funktioniert die gesamte moderne Physik auf diese Weise, richtig?

Richtig. Vielleicht überrascht es, dass die Physik nicht die Realität beschreibt, sondern in Form eines Modells eine vereinfachte Version von ihr. Aus bestimmten Phänomenen werden die wichtigen Prozesse herausgelöst, die anderen werden vernachlässigt. Diese relevanten Prozesse beschreiben Physiker mit Hilfe der Mathematik und erstellen Modelle, aus denen bestimmte Vorhersagen folgen. Wir vergleichen sie mit der Realität und selbst wenn sie passen, dann tun sie das nur mit einer gewissen Genauigkeit.

Aus diesem Grund sprechen wir von einem „Modell des Universums“. Weil wir das Universum nicht wirklich beschreiben. Das wäre zu kompliziert und unpraktisch. Wir verwenden zum Beispiel ein Modell, in dem das Universum homogen und isotrop ist. Aber wenn wir uns umsehen, können wir sehen, dass dies doch nicht der Fall ist. Dieses Merkmal ist erst in bestimmten Größenordnungen erkennbar.

Und so ist es mit allem. Die Elektrodynamik, die sich mit der Strahlung eines Elektrons beschäftigt, beschreibt ein einzelnes Elektron. Dies ist eine ziemlich abstrakte Situation. Schließlich gibt es kein „einzelnes (einsames) Elektron“. Wenn wir aber dann die Strahlung von realen Elektronen beschreiben, verhalten sich diese mit sehr hoher Genauigkeit so, wie es die Gesetze für „einsame“ Elektronen vorhersagen.

Aber lasst uns weitergehen, denn dies ist ein gutes Beispiel dafür, was ein Modell in der Physik ist. Ein völlig einsames Elektron strahlt nicht, es muss eine beschleunigende oder abbremsende Kraft auf es einwirken, wie zum Beispiel das elektrische Feld eines Protons. Im einfachsten Fall, wenn das Elektron einfach mit geringer Geschwindigkeit am Proton vorbeifliegt, haben wir es mit der so genannten *Bremsstrahlung* zu tun. Die Formel, die diese Strahlung beschreibt, wird in der Astrophysik häufig verwendet. Aber bei Geschwindigkeiten des Elektrons nahe der Lichtgeschwindigkeit ist auch diese Formel nicht mehr gültig, weil sie die Auswirkungen der speziel-