
essentials

Essentials liefern aktuelles Wissen in konzentrierter Form. Die Essenz dessen, worauf es als „State-of-the-Art“ in der gegenwärtigen Fachdiskussion oder in der Praxis ankommt. Essentials informieren schnell, unkompliziert und verständlich.

- als Einführung in ein aktuelles Thema aus Ihrem Fachgebiet
- als Einstieg in ein für Sie noch unbekanntes Themenfeld
- als Einblick, um zum Thema mitreden zu können.

Die Bücher in elektronischer und gedruckter Form bringen das Expertenwissen von Springer-Fachautoren kompakt zur Darstellung. Sie sind besonders für die Nutzung als eBook auf Tablet-PCs, eBook-Readern und Smartphones geeignet.

Essentials: Wissensbausteine aus den Wirtschafts, Sozial- und Geisteswissenschaften, aus Technik und Naturwissenschaften sowie aus Medizin, Psychologie und Gesundheitsberufen. Von renommierten Autoren aller Springer-Verlagsmarken.

Jürgen Beetz

Atomphysik für Höhlenmenschen und andere Anfänger

Das Universum von innen: Moleküle,
Atome und Elementarteilchen



Springer Spektrum

Jürgen Beetz
Berlin
Deutschland

ISSN 2197-6708
essentials

ISSN 2197-6716 (electronic)

ISBN 978-3-658-11104-5

ISBN 978-3-658-11105-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-658-11105-2

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Spektrum

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Fachmedien Wiesbaden ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Was Sie in diesem Essential finden können

- Den Aufbau und die allgemeinen Eigenschaften von Atomen
- Das genaue Innenleben von Atomen und das daraus entstehende besondere Verhalten
- Die geheimnisvolle Welt der „Quanten“ und ihr Verhalten

Vorwort

Dies ist eine kurze und notwendigerweise unvollständige Einführung in die Atomphysik aus Sicht der Steinzeitmenschen. Inhalt dieses „*essentials*“ ist das (aus technischen Gründen leider stark) gekürzte neunte der insgesamt 11 Kapitel meines Physikbuches „ $E=mc^2$. Physik für Höhlenmenschen“ (Beetz 2015, S. 165–206).¹ Weitere Kapitel des Buches beschäftigen sich mit Kräften und Massen, Wärme und Akustik, Elektrizität und Magnetismus, Optik und Kosmologie und schließlich mit der Philosophie der Physik und der Metaphysik – mehr oder weniger Abiturstoff und zusammen „das, was man über Physik wissen sollte“ (zuzüglich vieler amüsanter Geschichten und sogar eines Ausblicks aus der Steinzeit in die moderne Welt der Technik, ohne die vieles in der Physik ja nicht denkbar wäre). An der einen oder anderen Stelle werde ich auf Kapitel daraus hinweisen.

Dies ist ein weiteres „Höhlenmenschen“-Buch – sozusagen bereits Teil einer kleinen Serie. Zweck einer Buchreihe ist ja auch ein Wiedererkennungswert und eine gewisse Ähnlichkeit untereinander. Deswegen sind auch Wiederholungen nicht nur zulässig, sondern z. T. auch wünschenswert oder notwendig. Daher steht auch in diesem Vorwort manches, was die Leser anderer Bücher der Serie bereits kennen. Sollten Ihnen also Eddi, Rudi, Sigggi und natürlich und vor allem Willa bereits vertraut sein, dann lesen Sie über ihre Vorstellung einfach hinweg.

Einige haben das Buch „ $1+1=10$ – Mathematik für Höhlenmenschen“ vielleicht *nicht* gelesen (ein schweres Versäumnis, das sich jetzt bitter rächt). Dort sind die mathematischen Grundkenntnisse beschrieben, die man für die Physik braucht. Denn Mathematik ist die notwendige Voraussetzung für Physik. Brüche zum Beispiel sollten Ihnen nicht unbekannt sein, auch nicht deren Zähler und Nenner. Wenn letzterer gegen null tendiert, sollten bei Ihnen die Warnlampen angehen. Und ähnliches Grundwissen ... Denn das ist die schlechte Nachricht: Das Werk-

¹ Hierbei wurden die Unterkapitel des Originals zu Kapiteln hier und die Zwischenüberschriften zu Unterkapiteln.

zeug der Physiker ist die Mathematik – wie die Rohrzange für den Installateur. Sie sollten damit umzugehen wissen.

Die gute Nachricht ist: Physik versteht man auch, wenn man mal eine Zeile nicht nachrechnen kann. Sie beschreibt die reale Welt, die uns umgibt, und fasst sie in Gesetze – daher ist sie auch unserer Umgangssprache zugänglich. Für Profis ist Mathematik die „Sprache der Physik“: Manipulation von Formeln und Gleichungen, Koordinatensysteme und Funktionen, Sinus und Kosinus, Differenzial- und Integralrechnung, ... – und ein paar Dinge mehr, aber insgesamt überhaupt nichts Beängstigendes. Niemand verlangt Höhenflüge von Ihnen – ein paar mathematische Grundlagen reichen aus. Und das auch nur, wenn Sie jede Einzelheit nachvollziehen wollen. Physikalische Zusammenhänge erschließen sich auch dem gesunden Menschenverstand und einer rein sprachlichen Beschreibung. Also lehnen Sie sich zurück und genießen Sie einfach spannende Entdeckungsgeschichten!

Die Kunst, Physik zu erklären, ohne den Leser und die Leserin zu erschrecken, muss etwas Wichtiges berücksichtigen: Unser Gehirn in seiner heutigen Form ist etwa 40.000 Jahre alt und hat sich seitdem biologisch nicht wesentlich verändert. Wir werden von Trieben und Begierden gesteuert. Erfreulicherweise gehören „Neugier“ und „Wissensdurst“ auch zu diesen Grundantrieben – so hat sich das spielerische, nur zum Teil an den Problemen und Erfordernissen des Alltags orientierte Denken entfaltet. Daran möchte ich auch die Linie dieses Buches entwickeln. Es sollen nicht nur die einfachen, fast gefühlsmäßig zu erfassenden physikalischen Fragen des täglichen Lebens beantwortet werden. Ich möchte auch die Lust wecken, mehr zu wissen und weiter zu denken, als es zur Lösung der Aufgabe erforderlich gewesen wäre.

Deswegen kann ich bei dem Versuch, Physik „begreiflich“ zu machen, erneut in die Steinzeit zurückgehen – genauer gesagt: etwa in die Jungsteinzeit, zufällig 7985 v. Chr., also vor genau 10.000 Jahren. Ackerbau und Viehzucht hatten schon begonnen. Dorfgemeinschaften, Rundhäuser und eine arbeitsteilige Gesellschaft existierten bereits. Dort treffen Sie Rudi Radlos, den Physiker (die paradoxe Bedeutung dieses Namens wurde im ersten Buch erklärt) und seinen Freund Eddi Einstein, den Denker (wie konnte ein Topmathematiker in der Jungsteinzeit auch anders heißen!). Ein *dritter* Geselle gehörte zu der Truppe: Siggis Spökenkieker, der Druide und Seher.² Er konnte in die Zukunft blicken. So können wir Rudi und Eddi mit Erkenntnissen ausstatten, die erst Jahrtausende später von bedeutenden Philosophen, Mathematikern und Physikern erlangt worden waren.

² Als Spökenkieker werden Menschen mit „zweitem Gesicht“ bezeichnet. Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Spökenkieker>.

Die wahre Meisterin der Wissenschaft ist jedoch Wilhelmine Wicca, meist „Willa“ genannt. Wie man weiß, benutzt eine Frau nicht nur eine, sondern *beide* Gehirnhälften. Und daher ist es nicht verwunderlich, dass Willa so klug war wie die drei Kerle *zusammen*. Deshalb galt sie auch als Hexe³ – was damals ein Ehrentitel war – und als weise Frau.

Physik ist eine exakte Wissenschaft – mit kleinen „Löchern“, die wir noch thematisieren werden. Sie zeichnet sich auch durch eine präzise Schreibweise aus und verschiedene typographische Regeln, die beachtet werden sollten. Aber an diesem Konjunktiv merken Sie schon: *so* ernst wollen wir das hier nicht nehmen. So werden hier manchmal mathematische Größen (wie es in Fachbüchern üblich ist) klein oder groß oder kursiv oder steil geschrieben, manchmal aber auch nicht. Da Sie ja mitdenken, wird Sie das nicht verwirren. Und die kursive Schreibweise verwenden wir auch (wie Sie drei Sätze weiter oben sehen), um etwas zu betonen und hervorzuheben.

Ich habe versucht, Ihnen hier die Grundlagen der Physik zu zeigen – in diesem kleinen Büchlein die der Atomphysik. Dabei will ich Ihnen nur die (aus meiner subjektiven Sicht) wesentlichen *Basics* vermitteln. Physik ist ein riesiges Gebiet, das sich unmöglich in einem kurzen Text abhandeln lässt. Sie werden schnell erkennen, wo meine persönlichen Präferenzen liegen. Damit es nicht allzu technisch wird, habe ich öfter Formeln und Einzelheiten weggelassen und lieber auf die interessante und oft langwierige und von Irrtümern begleitete Entdeckungsgeschichte geschaut. Sicher werden einige Fachleute sagen: „Wo steht denn etwas über XYZ? Das gehört doch hierher!“ Unbescheiden könnte ich Goethe zitieren: „In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister!“ Das Büchlein enthält mehr oder weniger Stoff einer höheren Schule – nur *reloaded and remixed*. Also nichts, was man nicht bewältigen könnte. Und ich bekenne mich zu meiner genetischen Vorbelastung, indem ich mich bezüglich Gliederung und Inhalt auf den „Leitfaden der Physik“ meines Urgroßvaters stütze.⁴

Gehen wir nun in die Steinzeit zurück und lernen wir etwas über die Gegenwart (und sogar die Zukunft)! „Physik“ bedeutet ja – dem altgriechischen Ursprung des Wortes folgend – die „Naturforschung“. Damit Sie das nicht als Mühe empfinden, habe ich es in unterhaltsame Geschichten verpackt. Also machen wir uns auf die Reise ins Neolithikum ...

³ „Wicca“ ist eine neureligiöse Bewegung und versteht sich auch als die „Religion der Hexen“. Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Wicca>.

⁴ Wilhelm von Beetz: Leitfaden der Physik. Hrsg. Julius Henrici. Grieben's Verlag, Leipzig 1893. Englisch (Faksimile des Originals), Verlag BiblioBazaar 2008, ISBN-13: 978-0559355868.

Doch an Eines werden Sie schon stirnrunzelnd gedacht haben: Wie konnten Menschen vor 10.000 Jahren schon so weit entwickelt gewesen sein – ohne Metalle, ohne Maschinen, ohne Technik? Wie wahr! Was auf dem Gebiet der Mathematik noch gerade eben vorstellbar war – scharfsinnige Denker, die die Erkenntnisse späterer Jahrtausende vorwegnahmen –, wird unter diesem Aspekt zunehmend unwahrscheinlich. Warten Sie ab und seien Sie gespannt, wie ich mich aus der Affäre ziehe! Und bleiben Sie kritisch mit wachem Verstand. Nicht alles, was gedruckt ist, ist auch wahr. Vielleicht nicht einmal der vorstehende Satz. Damit lasse ich Sie jetzt allein ...

September 2015
(10.000 Jahre nach diesen Geschichten)

Jürgen Beetz
Besuchen Sie mich auf meinem Blog
<http://beetzblog.blogspot.de>



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Materie wird in ihre Bestandteile zerlegt	3
2.1	Eddi muss einen Barren Gold zerlegen	3
2.2	Materie scheint nicht immer stabil zu sein	7
2.3	Wir schauen uns ein Atom genauer an	8
3	Woraus besteht das „Nichts“ der Materie?	11
3.1	Das Unteilbare, aufgeschraubt	11
3.2	Die Wanderer unter den Elementen: „Ionen“	14
3.3	Radio-Aktivität und zerfallende Atomkerne	17
3.4	Unteilbare Atome, zusammengebaut	20
3.5	Kerne spalten und zusammenbacken	23
4	„Quanten“ sind keine großen Schuhe	25
4.1	Die kleinen Dinger, wo sind sie denn überhaupt?	27
4.2	Getret'ner Quark wird breit, nicht stark	29
4.3	Die klassische Physik muss nachsitzen	32
4.4	Noch mehr Seltsames aus der Quantenwelt	37
4.5	Warum hält das alles zusammen?	38
5	Zusammenfassung: dieses Essential in Kürze	41
	Was Sie aus diesem Essential mitnehmen können	43
	Literatur	45

Der Autor

Jürgen Beetz studierte nach einer humanistischen und naturwissenschaftlichen Schulausbildung Elektrotechnik, Mathematik und Informatik an der TH Darmstadt und der *University of California, Berkeley*. Bei einem internationalen IT-Konzern war er als Systemanalytiker, Berater und Dozent in leitender Funktion tätig.