}essentials{

Helmut Günther

Tachyonen

Partikel mit Überlichtgeschwindigkeit in Einsteins Relativitätstheorie

Springer Spektrum

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 Fachwissen von Springerautor*innen kompakt zur Darstellung. Sie sind besonders für die Nutzung als eBook auf Tablet-PCs, eBook-Readern und Smartphones geeignet. *essentials* sind Wissensbausteine aus den Wirtschafts-, Sozial- und Geisteswissenschaften, aus Technik und Naturwissenschaften sowie aus Medizin, Psychologie und Gesundheitsberufen. Von renommierten Autor*innen aller Springer-Verlagsmarken.

Weitere Bände in der Reihe http://www.springer.com/series/13088

Helmut Günther

Tachyonen

Partikel mit Überlichtgeschwindigkeit in Einsteins Relativitätstheorie

Springer Spektrum

Helmut Günther
Berlin, Deutschland

ISSN 2197-6708 ISSN 2197-6716 (electronic)
essentials
ISBN 978-3-658-33644-8 ISBN 978-3-658-33645-5 (eBook)
https://doi.org/10.1007/978-3-658-33645-5

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

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung der Verlage. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.
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. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Margit Maly
Springer Spektrum ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Was Sie in diesem *Essential* finden können

- Wir analysieren die Stellung der Lichtgeschwindigkeit
- Wir erklären die physikalischen Parameter von Teilchen und Tachyonen
- Wir beschreiben die Wechselwirkungen von Teilchen und Tachyonen
- Wir analysieren insbesondere unelastische Stöße von Tachyonen
- Wir erklären den Unterschied zwischen Korrelation und Wechselwirkung
- Wir fragen, was Tachyonen für die Kausalität bedeuten
- Wir geben eine Erklärung für das Einstein-Podolsky-Rosen Paradoxon
- Und wir verstehen die berühmte Geschichte mit Schrödingers Katze

Vorwort

G. Feinberg hat Anfang 1967 mit seiner Arbeit in Physical Review „Possibility of Faster-Than-Light Particles“ den Begriff der Tachyonen[1] aus der Taufe gehoben, wobei er zugleich eine Quantentheorie dieser hypothetischen Teilchen vorgestellt hat. Diese Arbeit bespricht ferner in einer umfassenden Diskussion deren Beobachtungsmöglichkeiten, Kausalitätsfragen und Wechselwirkungen mit Tachyonen. In Kap. 5 weisen wir noch einmal besonders darauf hin. 1974 wurde durch H.-J. Treder das Tachyonenproblem aufgegriffen und hinsichtlich der Kausalitätsfrage untersucht. Und 2005 hat D.-E. Liebscher seltsame Eigenschaften von Tachyonen zusammengetragen. Ferner greifen wir die Ausführungen von G. Eilenberger (1981) auf, dass es nämlich Lösungen der sog. sine-Gordon Gleichung auf einer Gitterstruktur gibt, welche wir als „Quasitachyonen“ bezeichnen können, ebenso wie wir bei lokalisierten Solitonenlösungen dieser Gleichung von Quasiteilchen in einem Gitter sprechen, Abschn. 5.3.

Wir zeigen zunächst, dass Tachyonen mit dem Formalismus der Speziellen Relativitätstheorie vereinbar sind. Aber, gibt es diese Teilchen wirklich, können wir sie also experimentell nachweisen? Gibt es eine Wechselwirkung dieser Tachyonen mit den „normalen“ Teilchen, also solchen, die eine relle Ruhmasse besitzen? Im Rahmen der Mechanik untersuchen wir Stoßprozesse von Teilchen und Tachyonen und fragen, ob Tachyonen Signale übertragen können und was das für die Kausalität bedeuten würde. Bei den unelastischen Stößen mit Tachyonen werden wir in diesem Zusammenhang mit weitreichenden Konsequenzen konfrontiert. Wir untersuchen den Unterschied der Begriffe Korrelation und Wechselwirkung. Am Ende besprechen wir das berühmte „Einstein-Podolsky-Rosen

[1] altgriechisch: ταχύς = schnell.

Paradoxon“ und zeigen, wie dies mit dem Begriff der Tachyonen verstanden werden kann. Anders verhält es sich mit „Schrödingers Katze“, das wohl mit den meisten Emotionen beladene Paradoxon, welches die Quantentheorie zu Fall bringen sollte. Hierzu geben wir in Ergänzung zu unserer eigentlichen Thematik eine Darstellung, bei welcher das vermeintliche Paradoxon gar nicht erst entsteht.

E. Liebscher vom Leibniz-Institut für Astrophysik in Potsdam danke ich für ergiebige und hilfreiche Diskussionen zur Tachyonenfrage. Meiner Frau Christina Gunther danke ich für die Bereitstellung ihrer Portraits von A. Einstein, I. Newton und O. Rømer. Frau Margit Maly vom Verlagshaus Springer Wiesbaden danke ich sehr für hilfreiche Anmerkungen zur Bearbeitung von Kap. 5.

Berlin Helmut Günther
im Februar 2021

Inhaltsverzeichnis

1 Die Lichtgeschwindigkeit 1

2 Koordinaten und Geschwindigkeiten 5

3 Die Galilei-Transformation 11
3.1 Addition von Geschwindigkeiten 12

4 Einstein 1905 – Das Additionstheorem 15
4.1 Masse und Energie 21

5 Korrelation und Wechselwirkung – Teilchen und Tachyonen 33
5.1 Elastische Stöße 48
5.2 Unelastische Stöße 51
5.3 Tachyonen auf einer Gitterstruktur 55

6 Das Einstein-Podolsky-Rosen Paradoxon 65

7 Schrödingers Katze 67

Literatur 71

Stichwortverzeichnis 73