

}essentials{

Herbert Hunziker

Bondifaktoren

Ein natürlicher Zugang zur speziellen
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 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.

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

Herbert Hunziker

Bondifaktoren

Ein natürlicher Zugang zur speziellen
Relativitätstheorie

 Springer Spektrum

Herbert Hunziker
Oberentfelden, Schweiz

ISSN 2197-6708
essentials

ISSN 2197-6716 (electronic)

ISBN 978-3-658-32297-7

ISBN 978-3-658-32298-4 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-32298-4>

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 2020

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

- Wahrnehmung von Ereignissen, Perzeptoren als Modelle für künstliche, wahrnehmende Subjekte
- Beobachterabhängigkeit von Wahrnehmungen, Wahrnehmungsübermittlung zwischen Perzeptoren durch Bondifaktoren
- Eine auf Bondifaktoren basierende, vertiefende Einführung in die spezielle Relativitätstheorie (SRT)
- Bondifaktoren und Lorentztransformationen, Zeitdilatation, Längenkontraktion, relativistische Kinematik
- Grundlagen der relativistischen Mechanik

Für meine Frau Barbara.

Vorwort

Die Frage, wie die spezielle Relativitätstheorie zu vermitteln sei, wenn sich nicht Verwirrung, sondern Einsicht und Verständnis einstellen sollen, beschäftigt die Physikdidaktik seit langem. Mit der Publikation (Bondi 2012) *Relativity and Common Sense - A New Approach to Einstein* eröffnete Hermann Bondi in den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts einen neuartigen, originellen Zugang zur SRT. Auch Bondis Weg ist nicht ohne Mühe, er ist aber ausgesprochen natürlich und ermöglicht ein tiefes Verstehen der Grundideen von Einsteins Relativitätstheorie. Im Zentrum von Bondis Zugang stehen nicht die Lorentztransformationen, sondern die intuitiven Bondifaktoren, die nichts anderes als Dopplerfaktoren sind. Die vorliegende Einführung in die SRT zeigt auf, wie die grundlegenden Phänomene der relativistischen Kinematik und Dynamik auf direktem Weg aus dem Bondikalkül folgen und wie sich wichtige Beziehungen auf einsichtige Weise herleiten lassen. Eine einfache und klare Begriffsbildung verbunden mit einer sorgfältig gewählten, adäquaten Notation soll das Studium erleichtern.

Der Autor betrachtet die vorliegende Schrift als „*vertiefende Einführung in die SRT*“, eine Einführung für die ein Titel wie „*Relativitätstheorie im Schlaf*“ angemessen wäre, war nicht beabsichtigt. Als ideale Leser und Leserinnen betrachtet der Autor jene, die bereits grundlegende Kenntnisse der SRT haben und die ihre Kenntnisse ausweiten und ihr Verständnis festigen wollen und er glaubt, dass der Bondikalkül dabei segensreich sein kann. Während Bondis Zugang zur SRT im angelsächsischen Raum weite Verbreitung gefunden hat, ist dieser im deutschsprachigen Raum noch immer wenig bekannt. Aus diesem Grund richtet sich die vorliegende, vertiefende Einführung in die SRT ausdrücklich auch an Physiklehrkräfte.

September 2020

H. Hunziker

Danksagung

Ich bedanke mich bei Dr. Thomas Hempfling vom Springer Verlag für die Unterstützung des Projektes und bei Frau Margit Maly, Editor für Physik und Astronomie bei Springer Spektrum, für die kompetente und konstruktive Zusammenarbeit.

Inhaltsverzeichnis

1	Wie die Welt in den Kopf gelangt	1
1.1	Mind the gap!	1
1.2	Albert Einstein: Merkmale der Modellbildung	3
1.3	Albert Einstein hinterfragt die Galileische Physik.	3
2	Hallo Welt: Beobachten – Denken – Sprechen	7
2.1	Eine Welt, so einfach wie möglich.	9
2.2	Sehen in dunkler Nacht: Ein Auge, das in die Ferne tastet	10
2.3	Zeit und Ort von entfernten Ereignissen	11
2.4	Die Weltlinie eines Reflexons	14
2.5	Die Geschwindigkeit eines Reflexons bezüglich eines Perzeptrons.	15
2.6	Die Beschleunigung eines Reflexons bezüglich eines Perzeptrons.	16
3	Hallo Welt: Ist da jemand?	19
3.1	Gespräche zwischen Perzeptronen.	21
3.2	Relativitätsprinzip und Bondifaktor k	23
3.3	Bondi- und Lorentztransformation	28
3.4	Zeit- und Längendehnung	33
3.5	Transformation der Geschwindigkeit.	36
3.6	Transformation der Beschleunigung	37
4	Einstein gegen Bond(i)	39
4.1	Synchronisieren von ortsfesten Perzeptronen und Uhren	40
4.2	Perzeptron und Einsteinbeobachter	43
4.3	Früher kann auch später sein!	46
4.4	Relativistische Kausalität.	48