

# }essentials{

Bernd Sonne

## Spezielle Relativitätstheorie für jedermann

Ohne höhere Mathematik:  
Grundlagen und Anwendungen  
verständlich formuliert

*2. Auflage*



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>

---

Bernd Sonne

# Spezielle Relativitätstheorie für jedermann

Ohne höhere Mathematik:  
Grundlagen und Anwendungen  
verständlich formuliert

2., überarbeitete und erweiterte Auflage



**Springer** Spektrum

Bernd Sonne  
Hamburg, Deutschland

ISSN 2197-6708  
essentials

ISSN 2197-6716 (electronic)

ISBN 978-3-658-28548-7

ISBN 978-3-658-28549-4 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-28549-4>

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 GmbH, ein Teil von Springer Nature 2016, 2020

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 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.

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

- Sie werden überrascht sein und kennenlernen, was es mit Raum und Zeit auf sich hat und dass beides im physikalischen Sinn miteinander verbunden ist.
- Man sagt oft, alles sei *relativ*. Sie werden lesen, dass dies in der Physik nur teilweise richtig ist.
- Messungen von Uhrzeiten und Maßstäben hängen davon ab, wie schnell sie sich bewegen. Sie sind relativ.
- Sie werden zwei Zeitbegriffe, Eigenzeit und Koordinatenzeit, finden und unterscheiden lernen.
- Auch Sie werden feststellen, dass die Lichtgeschwindigkeit eine besondere Eigenschaft hat: Sie ist immer und überall gleich groß, d. h., sie ist eine *absolute* Größe.
- Einsteins Spezielle Relativitätstheorie beruht auf nur zwei ganz einfachen Prinzipien.
- Sie werden entdecken, was sich hinter der berühmten Gleichung  $E=mc^2$  verbirgt. Sie wird im Anhang mit einfachen Mitteln hergeleitet.
- Viele Beispiele aus der Praxis und einige Paradoxa sollen Ihnen zeigen, wozu die Theorie gut ist. So z. B. für Ihr GPS.
- Sie werden eine Antwort darauf finden, ob es Zeitreisen gibt oder nicht.

---

## Vorwort zur zweiten Auflage

In dieser zweiten Auflage wurden einige Kapitel überarbeitet bzw. gekürzt sowie neue Themen hinzugefügt: Aberration, Erzeugung von Röntgenstrahlung, Definition des Meters (SI-Einheit) und im Anhang wie man  $E=mc^2$  herleiten kann. Aus Platzgründen wurde darauf verzichtet, wie Einstein die Lorentz-Transformation entwickelt hat. Hierzu sei auf die erste Auflage verwiesen. Alle Bilder sind sehr vereinfacht dargestellt. Sie sollen nur das Wesentliche des Sachverhaltes zeigen.

Wie auch in der ersten Auflage werden beim Leser sicher viele Fragen auftauchen, die in diesem *essential* nicht erschöpfend beantwortet werden können. Dazu ist das Thema zu umfangreich. Weiterführende Literatur (Auswahl) ist am Ende des Buches angegeben.

Viele Ergebnisse lassen sich mit Mathematik und Physik der Oberstufe berechnen. Für eine Vertiefung der meisten Themen sind aber gute Kenntnisse in Elektrodynamik, Differentialgeometrie und Rechnung mit Tensoren erforderlich.

Der Autor ist für Anregungen und Hinweise dankbar, die gerne dem Verlag gemeldet werden können.

Für die wissenschaftliche und redaktionelle Betreuung danke ich Frau Maly, Frau Villnow und Frau Parthasarathy.

Im September 2019

Bernd Sonne