
Vorwort

Wer dieses Buch liest, kennt wahrscheinlich bereits den ersten Band meines Tutoriums zur Elektrodynamik, in dem statische und quasistationäre Problemstellungen besprochen wurden. Wer so weit gekommen ist, hat schon einige der größten Hürden genommen: Man beherrscht (hoffentlich) die Vektoranalysis und kennt sich auch mit Delta-„Funktionen“ und Green'schen Funktionen aus, weiß über den Separationsansatz zum Lösen von partiellen Differenzialgleichungen Bescheid, hat sich mit vollständigen Funktionensystemen beschäftigt und die (zylindrischen) Bessel-Funktionen als eine wichtige Klasse von speziellen Funktionen kennengelernt. Dieser Band baut natürlich auf diesen Vorkenntnissen auf – wer das alles verstanden hat, der sollte hier keinen größeren Problemen mehr begegnen: An vielen Stellen wird einfach das Wissen aus Band 1 nochmals in neuen Zusammenhängen angewendet. Nur in Teil **III**, der speziellen Relativitätstheorie, tauchen einige wirklich neue mathematische Konzepte auf, die aber im Vergleich zum Bisherigen relativ einfach verständlich sein sollten.

Dieser Band ist prinzipiell ähnlich wie der erste aufgebaut: vom Speziellen (Einfachen) zum Allgemeinen (Komplizierten). So verwendet Teil **I** zwar, im Gegensatz zu Band 1, prinzipiell die vollständigen Maxwell-Gleichungen – beschränkt sich aber auf den einfachen Fall, dass keine Quellen vorhanden sind. Erst Teil **II** bezieht auch die Quellen mit ein und zeigt, wie die Maxwell-Gleichungen in vollster Allgemeinheit gelöst werden können. Das erste Kapitel von Teil **III** ist dann weitgehend unabhängig von allem Vorhergehenden und setzt fast nur Kenntnisse der Mechanik voraus; erst im zweiten Kapitel wird dort wieder auf die komplette Elektrodynamik Bezug genommen und in praktisch derselben Reihenfolge alles nochmals in neuem Gewand dargestellt. Teil **IV** beschäftigt sich schließlich mit Themen, die für viele Leser (insbesondere solche, die später einmal in der angewandten Physik arbeiten wollen) eher unwichtig sein dürften und wohl auch in manchen Vorlesungen gar nicht erwähnt werden: die Anwendung des Lagrange- und Hamilton-Formalismus in der Elektrodynamik und Relativitätstheorie.

Wieder ist es mein Ziel, Rechnungen möglichst anschaulich zu motivieren, so dass man sich als Leser eben nicht fragen muss „Wie kommt man denn darauf?!“. Euch Lesern sollte klar werden, wie wichtig das geschickte systematische Probieren

beim Finden von Lösungen ist. An mehreren Stellen gehe ich deshalb auch darauf ein, welche prinzipiellen Möglichkeiten wir denn haben bzw. schon kennen, um die jeweilige Problemstellung anzupacken, und erläutere dann, wie man sich entscheidet, was im jeweiligen Kontext die sinnvollste Vorgehensweise ist.

Wie bereits im ersten Band verzichte ich in den meisten Kapiteln auf die Einstein'sche Summenkonvention – erst in Teil III (Spezielle Relativitätstheorie) wird sie eingeführt, ab dort dann aber auch konsequent durchgezogen. Wieder werde ich manche Rechnungen und Formeln, im Gegensatz zu anderen Büchern, (auch) mit den „kompletten“ Vektoren und Matrizen statt nur in Komponenten präsentieren.

Zu den physikalischen Voraussetzungen: Die Kenntnis der in Band 1 behandelten Themen ist natürlich selbstverständlich; die Maxwell'schen Gleichungen sollte man am besten auswendig wissen. Als Referenz sind sie und einige andere wichtige Gleichungen am Anfang des Buches aber nochmals zusammengefasst. Ansonsten werden, beispielsweise in Kap. 8, auch einige Grundkenntnisse aus der Mechanik verwendet.

Die mathematischen Voraussetzungen sind dieselben wie im ersten Band: Differenzial- und Integralrechnung für eine Variable und komplexe Zahlen sollte man natürlich beherrschen. Nach dem Durcharbeiten von Band 1 sollte man, wie oben schon erwähnt, nun auch die Vektoranalysis sicher anwenden können. Außerdem sind in diesem Band, insbesondere in Teil III (Spezielle Relativitätstheorie), einige Kenntnisse der linearen Algebra wie beispielsweise lineare Abbildungen und allgemeine Skalarprodukte hilfreich. Auch hier sei wieder auf das (noch erscheinende) Tutorium *Mathematische Methoden* verwiesen.

Die Notationen sind wie in Band 1: Für das Skalarprodukt zwischen (dreidimensionalen) Vektoren schreibe ich \circ , für das Vektorprodukt wie üblich \times . Energien werden weiterhin mit W bezeichnet, Kräfte mit \mathbf{K} , Flächennormalenvektoren mit \mathbf{F} . ϕ ist das Potenzial, φ der Azimutalwinkel in Zylinder- und Kugelkoordinaten; ρ ist die Ladungsdichte, ϱ dagegen der Abstand zur z -Achse in Zylinderkoordinaten; ϑ ist der Polarwinkel in Kugelkoordinaten, θ dagegen ein beliebiger anderer Winkel. \mathbb{N} steht für die natürlichen Zahlen einschließlich der Null, \mathbb{N}^* enthält die Null dagegen nicht.

Die Literaturempfehlungen sind sehr ähnlich wie in Band 1: Jackson (2013) ist auch für die hier behandelten Themen sicher die ausführlichste, aber auch die anspruchsvollste Quelle. Auch in Fließbach (2012) findet sich wieder viel Hilfreiches; außerdem hat mir die Behandlung vieler Themengebiete in Griffiths (2011) gut gefallen. Auch hier sei nochmals auf die zusammenfassende Darstellung der theoretischen Physik in Bartelmann et al. (2014) hingewiesen, die allerdings an vielen Stellen deutlich knapper ausfällt.

Danksagung

Zunächst möchte ich Vera Spillner danken, die mich vor ihrem Weggang vom Springer-Verlag dazu angeregt hat, dieses Tutorium zu schreiben. Besonderer Dank gebührt auch Lisa Edelhäuser, die das Lektorat dieses Projekts von Frau Spillner übernommen und alles gut zum Abschluss gebracht hat, ebenso wie Stefanie

Adam für die Betreuung des Projekts und die schnelle Beantwortung meiner vielen organisatorischen Fragen.

Kristin Riebe danke ich für die Erstellung der Abbildungen, Herrn Benjamin Bahr sowie Tatjana Strasser für das sorgfältige Korrekturlesen und Herrn Michael Kinza für die Korrekturen zum ersten Kapitel.

Wie bereits in Band 1 gebührt auch meiner Lerngruppe im Studium (Hannes Klehr, Wouter Kornelis, Max Urban und Alexander Wingler) Dank für die Anregung, die Elektrodynamik einmal selbst didaktisch aufzuarbeiten.

Und schließlich geht noch Dank an meine Familie für die moralische Unterstützung während der Arbeit an diesem Buch.

Tutorium Elektrodynamik und Relativitätstheorie
Ein anschaulicher Zugang für Studierende der Physik
im Haupt- und Nebenfach
Feuerbacher, B.
2017, XIV, 405 S. 30 Abb., Softcover
ISBN: 978-3-662-54554-6