

Vorwort zur zweiten Auflage

Die nun erforderlich gewordene Neuauflage des Übungsbuches Elektromagnetische Felder wurde zum Anlass genommen, neben zehn neuen, komplett durchgerechneten und ausgewerteten Aufgaben auch einen mathematischen Anhang hinzuzufügen. Dieser soll die systematische Vorgehensweise bei der Behandlung zahlreicher Übungsaufgaben, denen die Laplace- bzw. Helmholtzgleichung zugrunde liegt, unterstützen und bietet u.a. eine ausgewählte Zusammenstellung allgemeiner Lösungsansätze der genannten Differentialgleichungen in verschiedenen Koordinatensystemen.

Bei den neu hinzugekommenen Aufgaben wurde wieder besonders darauf geachtet, dass diese einen offensichtlichen Bezug zu praktisch relevanten Problemstellungen aufweisen. Wer z.B. schon einmal den freien Fall eines starken Neodym-Magneten in einem Aluminiumrohr und die dabei auftretende und sehr beeindruckende Bremskraft der induzierten Wirbelströme beobachtet hat, wird sicherlich Interesse an der sich mit diesem Phänomen auseinandersetzenden Übungsaufgabe haben.

Animationen, die von uns im Internet zur Verfügung gestellt und stetig erweitert werden, sollen schließlich dazu dienen, abstrakte mathematische Ergebnisse, die sich in der Elektrodynamik leider nicht immer vermeiden lassen, zu veranschaulichen.

Berlin, im Herbst 2011

*Manfred Filtz
Heino Henke*

Vorwort

Die vorliegende Aufgabensammlung ist aus den „Übungen zur Theoretischen Elektrotechnik“ an der Technischen Universität Berlin hervorgegangen und als Ergänzung zum ebenfalls in diesem Verlag erschienenen Lehrbuch „Elektromagnetische Felder“ [Henke] gedacht. Insofern orientieren sich auch die hier verwendeten Symbole und Bezeichnungen an [Henke].

Die Aufgabensammlung richtet sich sowohl an Studierende ingenieur- und naturwissenschaftlicher Studiengänge als Hilfe für die Prüfungsvorbereitung und Wissensvertiefung als auch an Ingenieure, die nach effektiven Lösungswegen für elektromagnetische Problemstellungen suchen. Man findet eine große Anzahl durchgerechneter Aufgaben aus den folgenden Teilgebieten:

- E** Elektrostatische Felder
- S** Stationäres **S**trömungsfeld
- M** Magnetostatische Felder
- Q** Langsam veränderliche (**Q**uasistationäre) Felder
- W** Beliebige zeitveränderliche Felder (**W**ellen)

Jedem dieser Teilgebiete ist eine kurze Zusammenfassung der notwendigen Formeln und Lösungsmethoden ohne Herleitungen vorangestellt. Dabei wird aber vorausgesetzt, dass der Leser bereits mit dem Stoff einigermaßen vertraut ist und sich hier nur noch einmal einen zusammenfassenden Überblick verschafft. Dieser Überblick erhebt außerdem nicht den Anspruch der Vollständigkeit. Die Nummerierung der Übungsaufgaben erfolgt zur besseren Orientierung durch Voranstellen der oben angegebenen Buchstaben für das jeweils behandelte Teilgebiet.

Die ausführlich durchgerechneten Beispiele sollen die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Lösung elektromagnetischer Problemstellungen aufzeigen. Der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben variiert zum Teil deutlich. Es wurden nämlich absichtlich auch anspruchsvollere Probleme¹ behandelt, um die praktische Bedeutung aufzuzeigen, die das Gebiet der elektromagnetischen Feldtheorie in ganz unterschiedlichen Situationen gewonnen hat. Wir werden uns, um nur einige Beispiele zu nennen, u.a. mit

- der feldreduzierenden Wirkung eines Erdseils,
- elektrostatischen Linsen zur Fokussierung von Teilchenstrahlen,
- der Widerstandsmessung mit Hilfe der Vierspitzenmethode,
- transienten Vorgängen in einem Turbogenerator,
- der Verwendung magnetischer Wanderwellen in einer Wirbelstromkanone,
- der Abschirmung durch Wirbelströme,

¹ diese sind mit einem Stern gekennzeichnet

- dem elektrodynamischen Schweben (Levitation),
- einem phased array zur Erzeugung gerichteter Strahlung,
- einer einfachen Anordnung zur Radarabschirmung,
- einem Beispiel für die Entstehung von CERENKOV-Strahlung

befassen, zumindest unter Verwendung einfacher Modelle. Genannt werden soll an dieser Stelle auch noch die besonders für den Elektroingenieur wichtige Berechnung von Kapazitäten und Induktivitäten, wofür es zahlreiche Beispielaufgaben gibt. Dabei stehen natürlich im Rahmen dieses Buches vor allem die konkrete Berechnungsmethode und weniger technische Gesichtspunkte im Vordergrund.

Gerade bei den anspruchsvolleren Aufgabenstellungen wird besonders die Notwendigkeit der Modellbildung deutlich. Der Leser soll erkennen, wie durch sinnvolle Vernachlässigungen ein Problem einer analytischen Lösung zugänglich werden kann, ohne dass dabei die physikalischen Gegebenheiten zu stark verfälscht werden.

Selbstverständlich bedarf es zuvor einiger „Fingerübungen“, um sich schlussendlich an mehr praxisorientierte Probleme heranzuwagen. Dies hat zur Folge, dass nicht alle Aufgaben einen sofort ersichtlichen Praxisbezug aufweisen, sondern eher das Ziel verfolgen, eine bestimmte Arbeitsweise an einem einfachen Beispiel einzüben.

Im Anschluss an die durchgerechneten Beispiele werden dann noch speziell zur Kontrolle des eigenen Lernfortschrittes kurze Ergänzungsaufgaben gestellt, bei denen nur das Resultat angegeben ist.

Im Gegensatz zur Mechanik wird bei Aufgaben zum Elektromagnetismus häufig ein gewisser Mangel an Anschaulichkeit beklagt. Das ist durchaus verständlich, denn wenn man sich auch über die Auswirkungen elektromagnetischer Felder im Klaren ist, so ist das Feld selbst natürlich nur eine auf FARADAY zurückgehende Abstraktion. Dennoch hat man auch hier die Möglichkeit der Veranschaulichung in Form sogenannter *Feldlinien* (FARADAYS lines of force). Daher werden in diesem Übungsbuch auch immer wieder solche Feldlinienbilder gezeigt. Sie illustrieren ein häufig unübersichtliches mathematisches Resultat und geben darüber hinaus die Möglichkeit, Ergebnisse auf ihre Plausibilität hin zu überprüfen. Dazu gehört sicherlich etwas Erfahrung, welche sich aber nach einer gewissen Zeit der Beschäftigung mit den Übungsaufgaben einstellen dürfte.

An dieser Stelle möchten wir den Tutoren des Fachgebietes Theoretische Elektrotechnik Claudia Choi, Joel Alain Tsemo Kamga sowie Abdurrahman Öz unseren besonderen Dank für das Korrekturlesen und Nachrechnen der Aufgaben aussprechen.

Übungsbuch Elektromagnetische Felder

Filtz, M.; Henke, H.

2012, XIII, 281 S. 162 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-19741-3