

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Elektrostatische Felder</b>	<b>1</b>
1.1	Wesen des elektrostatischen Feldes	5
1.1.1	Elektrische Ladung	5
1.1.2	Elektrostatisches Feld	6
1.1.3	Grundlegende Beobachtungsbefunde: Das Coulomb- sche Gesetz	8
1.1.4	Die elektrische Feldstärke $\vec{E}$	11
1.2	Verhalten der Leiter im elektrostatischen Feld	15
1.3	Elektrische Spannung und Potential	18
1.3.1	Arbeit und elektrische Spannung	18
1.3.2	Wegunabhängigkeit der elektrostatischen Spannung	19
1.3.3	Das elektrische Potential $\varphi$	22
1.4	Die Erregung des elektrostatischen Feldes	26
1.4.1	Die elektrische Verschiebungsflussdichte $\vec{D}$	26
1.4.2	Der Gaußsche Satz der Elektrostatik	27
1.4.3	Das Materialgesetz der Elektrostatik	29
1.5	Feldstärke und Potential spezieller Ladungsverteilungen	31
1.5.1	Feldstärke und Potential einer Punktladung	32
1.5.2	Feldstärke und Potential einer gleichmäßig geladenen (Metall-) Kugel	33
1.5.3	Feldstärke einer weit ausgedehnten Metallebene	35
1.5.4	Feldstärke von zwei parallelen, geladenen Platten	37
1.5.5	Feldstärke und Potential einer Linienladung	38
1.6	Zusammenfassung der Grundgesetze der Elektrosta- tik	41
1.6.1	Allgemeine Gesetze	41
1.6.2	Materialgesetze	42
1.6.3	Bedingungen an Grenzflächen	43
1.7	Die Kapazität	47
1.7.1	Definition der Kapazität, technische Anwendungen	47
1.7.2	Parallel- und Reihenschaltungen von Kapazitäten	49
1.7.3	Die Kapazität spezieller Anordnungen	53
1.7.4	Zusammenfassung der meist angewendeten Kapazi- täten	77
1.8	Energie und Kräfte im elektrostatischen Feld	80
1.8.1	Elektrische Energie und Energiedichte	80

1.8.2	Kräfte im elektrostatischen Feld, Prinzip der virtuellen Verschiebung .....	83
1.8.3	Kräfte auf freie Ladungen; Strahlablenkung .....	86
2	<b>Stationäre elektrische Felder</b> .....	91
2.1	Wesen des elektrischen Strömungsfeldes .....	93
2.2	Die Grundgesetze des elektrischen Strömungsfeldes .....	95
2.2.1	Die elektrische Stromdichte $\vec{S}$ , Kontinuität .....	95
2.2.2	Wegunabhängigkeit der elektrischen Spannung $U$ .....	98
2.2.3	Das Materialgesetz der Strömungsfelder .....	99
2.2.4	Das Gesetz über die Energiewandlung in Leitern .....	102
2.2.5	Zusammenfassung; Analogie mit der Elektrostatik ..	103
2.3	Widerstandsberechnung bei inhomogenen Feldern ..	104
2.3.1	Unterschiedliche Querschnitte der Stromfäden .....	104
2.3.2	Länge der Stromfäden oder $\kappa$ unterschiedlich .....	106
2.4	Berechnung elektrischer Strömungsfelder .....	109
2.4.1	Homogene Felder .....	109
2.4.2	Inhomogenes Zylinderfeld .....	111
2.4.3	Inhomogenes Kugelfeld .....	118
2.4.4	Allgemeiner Lösungsweg .....	123
3	<b>Stationäre Magnetfelder</b> .....	125
3.1	Wesen des Magnetfeldes .....	127
3.1.1	Ursachen: Dauermagnete, Ströme .....	127
3.1.2	Grundlegende Beobachtungsbefunde: Kräfte zwischen parallelen Leitern .....	128
3.2	Magnetfeld von Leitern in der Luft .....	149
3.2.1	Die Experimente von Biot und Savart .....	149
3.2.2	Die Formel von Biot und Savart .....	151
3.2.3	Gültigkeitsbereich der Biot–Savartschen Formel .....	152
3.2.4	Magnetfelder spezieller Leiteranordnungen .....	153
3.3	Das Durchflutungsgesetz .....	173
3.3.1	Das Gesetz; magnetische Spannung, Durchflutung ..	173
3.3.2	Anwendung des Durchflutungsgesetzes .....	178
3.3.3	Erweitertes Durchflutungsgesetz .....	188
3.4	Der magnetische Fluss; Kontinuität des Flusses .....	190
3.4.1	Der Gaußsche Satz des Magnetfeldes .....	190
3.5	Das magnetische Verhalten materieller Körper .....	196
3.5.1	Das Materialgesetz .....	196

3.5.2	Klassifizierung .....	197
3.5.3	Magnetisierungskennlinie, Hysteresekurve .....	197
3.5.4	Diskussion über die Sättigung .....	200
3.6	Zusammenfassung der Grundgesetze der stationären Magnetfelder .....	201
3.6.1	Allgemeine Gesetze und Materialgesetz .....	201
3.6.2	Bedingungen an Grenzflächen .....	202
3.7	Der magnetische Kreis .....	206
3.7.1	Definition und Klassifizierung .....	206
3.7.2	Einige technische Anwendungen der Magnetkreise ..	207
3.7.3	Berechnungsmethoden für lineare Magnetkreise .....	215
3.7.4	Magnetkreise mit Dauermagneten .....	226
3.7.5	Nichtlineare Magnetkreise .....	238
3.7.6	Kräfte auf hochpermeable Eisenflächen .....	243
3.7.7	Die Rolle ferromagnetischer Teile bei der Entstehung der Magnetkraft .....	247
<b>4</b>	<b>Zeitlich veränderliche magnetische Felder .....</b>	<b>259</b>
4.1	Induktionswirkung und Induktionsgesetz .....	261
4.1.1	Die Experimente von Faraday .....	261
4.1.2	Lenzsche Regel .....	264
4.1.3	Kraft auf bewegte Ladungen im Magnetfeld .....	265
4.1.4	Das Induktionsgesetz in einfacher Form .....	267
4.1.5	Andere Formen des Induktionsgesetzes .....	272
4.1.6	Die Maxwellschen Gleichungen .....	273
4.1.7	Wie wendet man das Induktionsgesetz an? Beispiele	274
4.2	Induktivitäten .....	289
4.2.1	Selbstinduktion; Induktivität .....	289
4.2.2	Induktivität spezieller Anordnungen .....	291
4.2.3	Gegeninduktivität magnetisch gekoppelter Spulen ..	298
4.3	Energie und Kräfte im Magnetfeld .....	306
4.3.1	Magnetische Energie und Energiedichte .....	306
4.3.2	Berechnung von Kräften über die Magnetenergie ...	309
4.3.3	Zusammenfassung aller Kraftwirkungen im Magnet- feld .....	309
<b>A</b>	<b>Nummerische Methoden zur Feldberechnung ..</b>	<b>317</b>
A.1	Rechenmethoden für Magnetfelder, Überblick .....	319
A.1.1	Analytische Methoden .....	319

<b>A.1.2</b>	Halb-empirische Methoden .....	<b>320</b>
<b>A.1.3</b>	Nummerische Verfahren.....	<b>320</b>
<b>A.2</b>	Finite-Elemente-Methode zur Berechnung von Magnetfeldern .....	<b>321</b>
<b>A.2.1</b>	Kurze Beschreibung, Vergleich.....	<b>321</b>
<b>A.2.2</b>	Diskretisierung, Auslegung des Gitternetzes.....	<b>324</b>
<b>A.2.3</b>	Berücksichtigung von Nichtlinearitäten .....	<b>324</b>
<b>A.2.4</b>	Was kann man von einem FE-Programm noch erwarten? .....	<b>325</b>
<b>A.3</b>	Aufstellung eines Rechenmodells .....	<b>326</b>
<b>A.4</b>	Worauf soll der Anwender besonders achten? ....	<b>328</b>
<b>A.5</b>	Besonderheiten der Feldbilder .....	<b>330</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>335</b>
	<b>Index</b> .....	<b>339</b>

Elektrische und magnetische Felder

Eine praxisorientierte Einführung

Marinescu, M.

2012, XIV, 343 S., Hardcover

ISBN: 978-3-642-24219-9