

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Allgemeine Grundlagen .....</b>	<b>11</b>
1.1	Physikalische Größen und Einheiten .....	11
1.2	Gleichungen .....	13
1.2.1	Größengleichungen.....	13
1.2.2	Zahlenwertgleichungen.....	13
1.2.3	Einheitengleichungen.....	14
1.3	SI-System.....	14
1.4	Zahlenangaben .....	20
1.5	Griechisches Alphabet.....	21
1.6	Skalare und Vektoren.....	22
1.7	Partielle Ableitungen .....	25
1.8	Koordinatensysteme .....	26
1.8.1	Kartesische Koordinaten.....	27
1.8.2	Zylinderkoordinaten .....	28
1.8.3	Kugelkoordinaten.....	29
1.8.4	Umrechnung der Ortskoordinaten.....	30
1.9	Darstellungsformen von Kurven .....	32
1.9.1	Explizite Form .....	32
1.9.2	Implizite Form .....	32
1.9.3	Parameterdarstellung.....	33
1.9.4	Vektorielle Parameterdarstellung.....	34
1.9.4.1	Richtung einer Kurve.....	36
1.9.4.2	Bogenlänge einer ebenen Kurve.....	36
1.9.4.3	Bogenlänge einer Kurve im dreidimensionalen Raum.....	39
1.10	Zusammenfassung .....	40
<b>2</b>	<b>Felder .....</b>	<b>41</b>
2.1	Allgemeines zu physikalischen Feldern .....	41
2.2	Der Feldbegriff .....	42
2.3	Grafische Darstellung des Vektorfeldes .....	43
2.4	Grafische Darstellung des Skalarfeldes.....	43
2.5	Arten physikalischer Felder.....	44
2.5.1	Skalarfeld (nicht gerichtet) .....	44
2.5.2	Vektorfeld (gerichtet).....	44
2.5.3	Potenzialfeld.....	45
2.5.3.1	Gradient .....	45
2.5.3.2	Rotation.....	54
2.5.3.3	Divergenz .....	59
2.5.3.4	Vektorpotenzial, Eichung .....	62
2.5.3.5	Rechenregeln für grad, rot, div.....	63
2.5.4	Weitere Arten physikalischer Felder .....	64
2.5.5	Felder in der Elektrotechnik .....	66
2.5.5.1	Elektrisches Feld ruhender Ladungen, elektrostatisches Feld.....	66
2.5.5.2	Elektrisches Feld bewegter Ladungen, Strömungsfeld.....	70
2.5.5.3	Klassifizierung elektromagnetischer Felder .....	71
2.6	Zusammenfassung .....	72
2.7	Kurven-, Flächen-, Volumenintegral .....	74
2.7.1	Kurvenintegral .....	74
2.7.2	Definition des Kurvenintegrals .....	77
2.7.3	Berechnung von Kurvenintegralen .....	77
2.7.3.1	Erste Vorgehensweise .....	77

2.7.3.2	Zweite Vorgehensweise .....	79
2.7.4	Kurvenintegral über ein Potenzialfeld .....	81
2.7.5	Flächenintegral .....	81
2.7.5.1	Übersicht .....	81
2.7.5.2	Parameterdarstellung einer Fläche .....	82
2.7.5.3	Oberflächenelement .....	84
2.7.5.4	Definition der Oberflächenintegrale .....	85
2.7.6	Volumenintegral (Raumintegral, Dreifachintegral) .....	94
2.8	Integralsätze von Gauß, Stokes und Green .....	95
2.8.1	Integralsatz von Gauß .....	95
2.8.2	Integralsatz von Stokes .....	101
2.8.3	Integralsatz von Green .....	110
2.9	Zusammenfassung .....	113
<b>3</b>	<b>Normierung, Verstärkungsmaß, Nomenklatur .....</b>	<b>115</b>
3.1	Normierung .....	115
3.2	Logarithmische Skalierung, Dezibel .....	116
3.2.1	Leistungsverstärkung in Dezibel .....	117
3.2.2	Spannungs- oder Stromverstärkung in Dezibel .....	119
3.2.3	Verstärkungsmaß, Dämpfungsmaß in Dezibel .....	121
3.2.4	Kaskadierte Systeme .....	122
3.2.5	Absolute Pegel .....	123
3.2.6	Pegeldiagramm .....	126
3.3	Nomenklatur .....	127
3.4	Naturkonstanten .....	131
3.5	Zusammenfassung .....	132
<b>4</b>	<b>Ursachen des elektrischen Stromes .....</b>	<b>133</b>
4.1	Aufbau der Materie, Ladungsträger .....	133
4.1.1	Atommodell .....	133
4.1.2	Ladungstrennung .....	134
4.1.2.1	Leiter im elektrostatischen Feld, Influenz, elektrischer Fluss .....	136
4.1.2.2	Nichtleiter im elektrostatischen Feld, Polarisierung .....	138
4.2	Ladungsverteilung .....	140
4.2.1	Punktladung .....	141
4.2.2	Linienladungsdichte .....	141
4.2.3	Flächenladungsdichte .....	142
4.2.4	Raumladungsdichte .....	143
4.3	Elektrische Ladung (Elektrizitätsmenge) .....	146
4.4	Kräfte zwischen Ladungen .....	147
4.5	Elektrische Leitfähigkeit .....	149
4.5.1	Leiter .....	149
4.5.1.1	Elektronenleiter .....	149
4.5.1.2	Ionenleiter .....	150
4.5.1.3	Stromrichtung .....	151
4.5.2	Nichtleiter (Isolatoren) .....	151
4.5.3	Halbleiter .....	152
4.6	Zusammenfassung .....	154
<b>5</b>	<b>Grundlagen elektrischer Stromkreise .....</b>	<b>157</b>
5.1	Ladung und elektrischer Strom .....	157
5.1.1	Bewegung von Ladungsträgern .....	157
5.1.2	Konvektions- und Verschiebungsstrom .....	158
5.1.2.1	Konvektionsstrom, Leitungsstrom .....	158
5.1.2.2	Verschiebungsstrom .....	158

5.1.3	Diffusionsstrom, Feldstrom.....	160
5.2	Elektrische Stromstärke .....	161
5.2.1	Der Strom als Funktion der Ladung.....	161
5.2.2	Die Ladung als Funktion des Stromes.....	163
5.2.3	Driftgeschwindigkeit .....	163
5.2.4	Stromdichte .....	165
5.2.4.1	Stromdichte, homogener Stromfluss.....	165
5.2.4.2	Stromdichte, inhomogener Stromfluss.....	168
5.3	Zusammenfassung .....	172
5.4	Ladungserhaltung und Kontinuitätsgleichung .....	172
5.4.1	Stationärer Fall .....	172
5.4.2	Nichtstationärer Fall .....	173
5.5	Die elektrische Flussdichte .....	175
5.5.1	Das elektrostatische Feld.....	175
5.5.2	Der Zusammenhang zwischen $D$ und $E$ .....	177
5.5.2.1	Leitender Körper im elektrostatischen Feld.....	177
5.5.2.2	Dielektrikum im elektrostatischen Feld.....	178
5.5.3	Vergleich elektrisches Strömungsfeld und elektrostatisches Feld.....	179
5.5.4	Der Satz von Gauß in der Elektrostatik.....	180
5.6	Elektrische Spannung, Potenzial .....	185
5.7	Poisson-Gleichung.....	190
5.8	Zusammenfassung .....	191
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>195</b>
<b>7</b>	<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>199</b>