

# Mathematische Ergänzungen zur Physik

## Formelsammlung

Volker Blobel, Günter Poelz und Hans Dierk Rüter  
II. Institut für Experimentalphysik  
Universität Hamburg  
Luruper Chaussee 149  
2000 Hamburg 50

ed. SS 1998

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einheiten und Konstanten</b>	<b>1</b>
1.1	Einheiten und Einheitensysteme . . . . .	1
1.2	Abgeleitete Einheiten und Umrechnungsfaktoren . . . . .	2
1.3	Konstanten . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Zahlen und Gleichungen</b>	<b>5</b>
2.1	Reelle Zahlen . . . . .	5
2.2	Komplexe Zahlen . . . . .	6
2.3	Gleichungen n-ten Grades . . . . .	7
2.4	Determinanten und lineare Gleichungssysteme . . . . .	9
2.5	Numerische Methoden zur Lösung von Gleichungen . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Vektoren</b>	<b>11</b>
3.1	Skalare, Vektoren, Tensoren . . . . .	11
3.2	Vektoren . . . . .	11
3.2.1	Vektoren in Koordinatensystemen . . . . .	12
3.2.2	Ortsvektoren . . . . .	12
3.3	Rechenregeln mit Vektoren . . . . .	13
3.3.1	Addition von Vektoren . . . . .	13
3.3.2	Multiplikation: Das Skalare Produkt . . . . .	13
3.3.3	Multiplikation: Das Vektorielle Produkt . . . . .	14
3.3.4	Mehrfache Produkte . . . . .	15
3.3.5	Anwendungen auf geometrische Probleme . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Lineare Algebra</b>	<b>16</b>
4.1	Matrizen . . . . .	16
4.2	Drehungen . . . . .	18
<b>5</b>	<b>Zahlenfolgen und unendliche Reihen</b>	<b>20</b>
5.1	Folgen . . . . .	20
5.2	Unendliche Reihen . . . . .	20
5.3	Formeln . . . . .	21
<b>6</b>	<b>Funktionen</b>	<b>23</b>
6.1	Der Funktionsbegriff . . . . .	23
6.2	Polynome und rationale Funktionen . . . . .	24
6.3	Exponential- und Logarithmusfunktion . . . . .	25
6.4	Trigonometrische Funktionen . . . . .	26
6.5	Hyperbelfunktionen . . . . .	28
6.6	Fakultät und Gammafunktion . . . . .	29
<b>7</b>	<b>Differentialrechnung</b>	<b>30</b>
7.1	Definitionen und Ableitungen der elementaren Funktionen . . . . .	30
7.2	Differentiationsregeln . . . . .	32
7.3	Grenzwert einer Funktion mit nicht definiertem Wert . . . . .	33
7.4	Vektorwertige Funktionen . . . . .	33

7.5	Funktionen mehrerer Veränderlicher . . . . .	35
<b>8</b>	<b>Integralrechnung</b>	<b>38</b>
8.1	Integration von Funktionen einer Veränderlichen . . . . .	38
8.2	Mittelwertsatz der Integralrechnung . . . . .	41
8.3	Taylorentwicklung . . . . .	41
8.4	Integralfunktionen . . . . .	42
8.5	Numerische Berechnung von Integralen . . . . .	42
8.6	Uneigentliche Integrale . . . . .	43
8.7	Integration von Funktionen mehrerer Variablen . . . . .	43
8.7.1	Kurvenintegral über skalares Feld . . . . .	43
8.7.2	Kurvenintegral über Vektorfeld . . . . .	44
8.7.3	Gebietsintegrale . . . . .	44
<b>9</b>	<b>Differentialgleichungen</b>	<b>46</b>
9.1	Einteilung der Differentialgleichungen . . . . .	46
9.2	Differentialgleichungen 1.Ordnung . . . . .	46
9.3	Lineare Differentialgleichungen . . . . .	47
<b>10</b>	<b>Statistik</b>	<b>51</b>
10.1	Wahrscheinlichkeit . . . . .	51
10.2	Zufallsvariable . . . . .	51
10.3	Funktionen von Zufallsvariablen . . . . .	54
10.4	Auswertung von Messungen . . . . .	56
<b>11</b>	<b>Vektoranalysis</b>	<b>59</b>
11.1	Felder . . . . .	59
11.2	Gradient und Kurvenintegral . . . . .	59
11.3	Divergenz, Flächenintegral und Gaußscher Satz . . . . .	62
11.4	Rotation und Stokesscher Satz . . . . .	65
11.5	Regeln für Differentialoperatoren . . . . .	67
11.6	Eigenschaften von Wirbel- und Gradientenfeldern . . . . .	69
11.7	Krummlinige Koordinaten . . . . .	70
11.8	Greensche Sätze . . . . .	77
11.9	Potentiale . . . . .	78
<b>12</b>	<b>Schwingungen und Wellen</b>	<b>84</b>
12.1	Definitionen . . . . .	84
12.2	Harmonische Wellen . . . . .	84
12.3	Spezielle Wellen . . . . .	85
<b>13</b>	<b>Systeme orthogonaler Funktionen</b>	<b>88</b>
13.1	Die Fourier - Reihe . . . . .	88
13.2	Konvergenz der Fourier - Reihe . . . . .	89
13.3	Beispiele für Fourier-Zerlegungen . . . . .	90
13.4	Das Gibbssche Phänomen . . . . .	94
13.5	Die Fourier-Reihe in komplexer Schreibweise . . . . .	95
13.6	Die diskrete Fourier-Transformation . . . . .	96
13.7	Das Fourier-Integral . . . . .	96
13.7.1	Das Fourier-Integral im 3-dimensionalen Raum . . . . .	97
13.7.2	Das Fourier-Integral bei Kugelsymmetrie . . . . .	97
13.7.3	Die diskrete Fourier-Transformation bei Kugelsymmetrie . . . . .	98
13.8	Beispiele für Fourier-Zerlegungen von Impulsen . . . . .	98