

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	5
Vorwort des Übersetzers . . . . .	7
1 Worum es bei der praktischen Physik geht . . . . .	13

## Teil I Statistische Behandlung von Meßdaten

2 Einleitende Bemerkungen über Fehler . . . . .	19
2.1 Die Bedeutung der Fehlerabschätzung . . . . .	19
2.2 Systematische und zufällige Fehler . . . . .	21
2.3 Systematische Fehler . . . . .	22
3 Behandlung einer einzigen Variablen . . . . .	24
3.1 Einleitung . . . . .	24
3.2 Verteilung der Meßwerte . . . . .	25
3.3 Der Standardfehler des Mittelwertes . . . . .	27
3.4 Die Gaußverteilung . . . . .	30
3.5 Die Integral-Funktion . . . . .	35
3.6 Der Fehler des Fehlers . . . . .	37
3.7 Diskussion der Gaußverteilung . . . . .	38
Zusammenstellung von Symbolen, Nomenklatur und wichtigen Formeln . . . . .	40
Übungen . . . . .	42
4 Weitere Themen aus der statistischen Theorie . . . . .	46
4.1 Die Behandlung von Funktionen . . . . .	46
4.2 Die gerade Linie . . . . .	49
4.3 Gewicht der Ergebnisse . . . . .	52
Zusammenstellung der Gleichungen für die beste Gerade nach der Methode der kleinsten Quadrate . . . . .	54
Übungen . . . . .	55
5 Gesunder Menschenverstand und Fehler . . . . .	57
5.1 Fehlerrrechnung in der Praxis . . . . .	57
5.2 Komplizierte Funktionen . . . . .	61
5.3 Fehler und experimentelles Vorgehen . . . . .	63
Übungen . . . . .	65

## Teil II Experimentelle Methoden

6 Einige Laborinstrumente und Methoden . . . . .	69
6.1 Einleitung . . . . .	69
6.2 Das Metermaß . . . . .	69
6.3 Die Mikrometerschraube . . . . .	72
6.4 Längenmessung – Wahl der Meßmethode . . . . .	73
6.5 Längenmessung – Temperatureffekte . . . . .	76
6.6 Die Schwebungsmethode bei der Frequenzmessung . . . . .	77

6.7	Der Gegenkopplungsverstärker . . . . .	81
6.8	Regelsysteme . . . . .	84
6.9	Natürliche Grenzen der Meßgenauigkeit . . . . .	87
	Übungen . . . . .	89
7	Eine Analyse einiger Experimente . . . . .	92
7.1	Vergleich kleiner Widerstände mit Hilfe eines Potentiometers . . . . .	92
7.2	Das Rayleigh-Refraktometer . . . . .	100
7.3	Die Messung des magnetischen Moments des freien Elektrons . . . . .	107
	Übungen . . . . .	123
8	Logik beim Experimentieren . . . . .	125
8.1	Einleitung . . . . .	125
8.2	Erkennbare Symmetrie der Apparatur . . . . .	125
8.3	Reihenfolge der Messungen . . . . .	127
8.4	Beabsichtigte und unbeabsichtigte Veränderungen . . . . .	128
8.5	Drift . . . . .	129
8.6	Systematische Änderungen . . . . .	130
8.7	Berechnete und empirische Korrekturen . . . . .	133
8.8	Relativmethoden . . . . .	136
8.9	Warum werden genaue Messungen gemacht? . . . . .	139
	Übungen . . . . .	141
9	Gesunder Menschenverstand bei Experimenten . . . . .	142
9.1	Vorversuche . . . . .	142
9.2	Überprüfung des Offensichtlichen . . . . .	143
9.3	Persönliche Fehler . . . . .	144
9.4	Wiederholung von Messungen . . . . .	146
9.5	Ausarbeiten der Ergebnisse . . . . .	148
9.6	Entwurf der Apparatur . . . . .	149

### Teil III Protokollführung und Berechnungen

10	Protokollführung beim Experiment . . . . .	153
10.1	Einleitung . . . . .	153
10.2	Protokollbuch kontra lose Blätter . . . . .	153
10.3	Aufzeichnung der Meßwerte . . . . .	154
10.4	Weg mit der Abschreiberei! . . . . .	155
10.5	Abbildungen . . . . .	156
10.6	Tabellen . . . . .	158
10.7	Hilfen für die Klarheit . . . . .	159
10.8	Einige übliche Fehler – Zweideutigkeit und Unklarheit . . . . .	159
11	Graphische Darstellungen . . . . .	162
11.1	Die Verwendung graphischer Darstellungen . . . . .	162
11.2	Wahl der Teilung . . . . .	165
11.3	Maßstab . . . . .	165
11.4	Einheiten . . . . .	167
11.5	Einige Tips für das Zeichnen von graphischen Darstellungen . . . . .	168
11.6	Anzeigen von Fehlern . . . . .	171
11.7	Empfindlichkeit . . . . .	172

Inhaltsverzeichnis	11
12 Rechnen	175
12.1 Rechnen ist wichtig	175
12.2 Verfahren zur Verringerung von Rechenfehlern	175
12.3 Prüfen der Berechnungen	177
12.4 Größenordnungen	179
12.5 Fehlerrechnung	179
12.6 Rechengeräte	181
12.7 Einige vermischte Hinweise	182
12.8 Prüfen der Algebra	183
Übungen	185
13 Schreiben einer Veröffentlichung	187
13.1 Einleitung	187
13.2 Titel	187
13.3 Zusammenfassung	187
13.4 Gliederung der Veröffentlichung	188
13.5 Abschnitte einer Veröffentlichung	188
13.6 Abbildungen, graphische Darstellungen und Tabellen	190
13.7 Anweisungen für Autoren	191
13.8 Klarheit	191
13.9 Gutes Deutsch	192
13.10 Schlußbemerkungen	194
Lösung der Übungsaufgaben	195
<b>Anhänge</b>	
A Werte der Gaußfunktion und des Gaußschen Fehlerintegrals	209
B Berechnung einiger Integrale in Verbindung mit der Gaußfunktion	210
C Die Varianz von $s^2$ bei einer Gaußverteilung	213
D Die Binomial- und Poissonverteilung	215
Binomialverteilung	215
Poissonverteilung	217
E Die gerade Linie – Standardfehler des Anstiegs und des Achsenabschnitts	220
F Internationales Einheitensystem (SI-System)	226
Namen und Symbole	227
Dezimal-Bruchteile und Vielfache	228
Beziehung zu CGS-Einheiten	228
Definitionen der Basiseinheiten des SI-Systems	229
G Werte von Konstanten	230
Physikalische Konstanten	230
Energiebeziehungen	230
Mathematische Konstanten	231
Einige nützliche Bücher	232
Literaturverzeichnis	233
Sachregister	235