

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	v
I Formalismus und Interpretation	1
1 Einleitung: Nichtlokal oder unreal?	3
2 Formalismus I: Endlichdimensionale Hilbert-Räume	11
2.1 Die Postulate der Quantenmechanik – Überblick	11
2.2 Zustände im Hilbert-Raum	17
2.3 Lineare hermitesche Operatoren	22
2.4 Eigenwerte und Eigenvektoren	27
2.5 Projektion und Messung	30
2.6 Unitäre Operatoren	40
2.7 Zeitentwicklung und Schrödinger-Gleichung	46
2.8 Kommutator und Unschärfe	53
2.9 Schrödinger-Bild und Heisenberg-Bild	61
2.10 Tensorprodukte	66
3 Formalismus II: Unendlichdimensionale Hilbert-Räume	79
3.1 Mengen von Funktionen als Vektorräume	80
3.2 Skalarprodukt und Orthonormalbasis	84
3.3 Pseudo-Vektoren und Fourier-Transformation	99
3.4 Orts- und Impulsoperator, Korrespondenzprinzip	109
3.5 Materiewellen und Welle-Teilchen-Dualität	113
3.6 Schrödinger-Gleichung im eindimensionalen Ortsraum	120
3.7 Mehrere Dimensionen	124
3.8 Mehrere Teilchen	131
4 Interpretationen	137
4.1 Problematik	137
4.2 Viele-Welten-Interpretation	141
4.3 Kopenhagener Deutung	149
4.4 De-Broglie-Bohm-Theorie	152
4.5 Kollapsmodelle	154
4.6 New-Age-Interpretation	156
4.7 Schlussfolgerungen	157

II	Einzelnes skalares Teilchen in äußerem Potential	159
5	Eindimensionale Probleme	161
5.1	Zerfließen eines Gauß'schen Wellenpakets	162
5.2	Stückweise konstante Potentiale	165
5.2.1	Allgemein	165
5.2.2	Potentialstufe	168
5.2.3	Potentialtopf	172
5.2.4	Potentialwall	177
5.3	Harmonischer Oszillator	178
6	Zweidimensionale Systeme	185
6.1	Kartesische Koordinaten	185
6.2	Polarkoordinaten	188
7	Dreidimensionale Systeme	195
7.1	Drehimpulsalgebra	197
7.2	Kugelflächenfunktionen	203
7.3	Zentralpotential	210
7.4	Freies Teilchen	215
7.5	Coulomb-Potential und Wasserstoffatom	219
8	Streutheorie	227
8.1	Wirkungsquerschnitt	228
8.2	Born'sche Näherung	233
8.3	Streuphasenanalyse	238
III	Weiterführende Themen	241
9	Spin	245
9.1	Spin $1/2$ und Spin 1	245
9.2	Addition von Drehimpulsen	249
9.3	$SO(3)$ und $SU(2)$	256
10	Elektromagnetische Wechselwirkung	267
10.1	Hamilton-Operator	268
10.2	Eichinvarianz	270
10.3	Magnetisches Moment	273
10.4	Effekte	275
10.4.1	Normaler Zeeman-Effekt	276
10.4.2	Stern-Gerlach-Versuch	277
10.4.3	Aharonov-Bohm-Effekt	278

11 Störungstheorie	281
11.1 Stationäre Störungstheorie	282
11.1.1 Entwicklung nach Störparameter	282
11.1.2 Stark-Effekt	284
11.1.3 Fein- und Hyperfeinstruktur des H-Atoms	287
11.2 Zeitabhängige Störungstheorie	288
11.2.1 Entwicklung nach Störparameter	288
11.2.2 Dirac-Bild	290
11.2.3 Periodische Störung und Fermis Goldene Regel ..	294
12 N-Teilchen-Systeme	299
12.1 Bosonen und Fermionen	300
12.1.1 Unterscheidbare und ununterscheidbare Teilchen	300
12.1.2 Zwei Teilchen	301
12.1.3 N Teilchen	304
12.2 Fock-Raum	308
12.3 Dichteoperator	309
13 Pfadintegral	317
14 Dirac-Gleichung	323
Lösungen der Aufgaben	331
Literaturverzeichnis	363
Index	365