

# KERNMODELLE

VON

GERMAN BAUMGÄRTNER  
PETER SCHUCK

PHYSIK-DEPARTMENT DER TH MÜNCHEN



BIBLIOGRAPHISCHES INSTITUT • MANNHEIM/ZÜRICH  
HOCHSCHULTASCHENBÜCHER-VERLAG

# INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort . . . . .	5
I. Das Schalenmodell . . . . .	11
1. Allgemeines . . . . .	11
2. Magische Zahlen . . . . .	12
3. Die Schalenstruktur des Kerns . . . . .	16
4. Die Spin-Bahn-Kopplung . . . . .	22
5. Das AufTüllen der Schalen . . . . .	24
6. Experimenteller Nachweis der Schalenstruktur . . . . .	31
7. Der Isospinformalismus . . . . .	34
II. Multipolmomente und Multipolstrahlung im Schalenmodell . . . . .	38
1. Allgemeines . . . . .	38
2. Statische Multipolmomente . . . . .	38
3. Multipolübergänge . . . . .	45
4. Vergleich mit dem Experiment und Zusammenfassung . . . . .	54
III. Deformationen . . . . .	57
1. Allgemeines . . . . .	57
2. Experimentelle Hinweise auf eine stabile Kern- deformation . . . . .	57
3. Formulierung des Nilsson-Modells . . . . .	61
4. Bestimmung des Niveauschemas im Nilsson-Modell . . . . .	63
5. Vergleich des Nilsson-Modells mit experimentellen Daten . . . . .	69
6. Kollektive Rotationen . . . . .	72
7. Vergleich des Rotationsmodells mit dem Experiment . . . . .	78
IV. Kernkräfte . . . . .	82
1. Einleitung . . . . .	82
2. Symmetrien und Invarianzen . . . . .	83
3. Diskussion des lokalen Potentials . . . . .	87
4. Nichtlokale Kräfte . . . . .	92

V. Das Hartree-Fock-Verfahren . . . . .	96
1. Einführung . . . . .	96
2. Allgemeines Variationsverfahren . . . . .	96
3. Das Variationsverfahren zur Ableitung der Hartree-Fock-Gleichungen . . . . .	98
VI. Kollektive Schwingungszustände . . . . .	103
1. Einleitung . . . . .	103
2. Riesenresonanzen . . . . .	105
3. Die Tamm-Dancoff-Methode . . . . .	106
4. Das schematische Modell . . . . .	110
5. Diskussion der Tamm-Dancoff-Methode . . . . .	114
6. Grundzustandskorrelationen im Teilchen-Loch-Bild . . . . .	117
7. Zeitabhängiges Hartree-Fock-Verfahren . . . . .	121
8. Erweitertes schematisches Modell und Summenregeln . . . . .	124
9. Geisterzustände . . . . .	129
10. Vergleich mit dem Experiment . . . . .	132
VII. Superflüssigkeitsmodell . . . . .	135
1. Einleitung und experimenteller Überblick . . . . .	135
2. Konstruktion eines Ersatzhamiltonoperators . . . . .	139
3. Das Seniority-Modell . . . . .	141
4. BCS-Ansatz und Variationsverfahren . . . . .	150
5. Bogolyubov-Transformation und Hartree-Fock-Bogolyubov-(HFB)-Gleichungen . . . . .	154
6. Diskussion der Gap-Gleichung . . . . .	160
7. Anregungszustände im BCS-Formalismus . . . . .	162
8. Lösung der Gap-Gleichung . . . . .	162
9. Grundzustandsenergie und Paarungsenergie . . . . .	164
10. Unschärfe der Teilchenzahl . . . . .	166
11. Restwechselwirkung zwischen den Quasiteilchen . . . . .	167
12. Der „blocking“-Effekt . . . . .	168
13. Geisterzustände . . . . .	169
VIII. Gleichgewichtsdeformationen im BCS-Modell . . . . .	171
1. Allgemeines . . . . .	171
2. Lösung der HFB-Gleichungen . . . . .	173
3. Ergebnisse . . . . .	176

IX. Das Trägheitsmoment von Atomkernen . . . . .	181
1. Einleitung . . . . .	181
2. Das Kurbelmodell nach Inglis. . . . .	182
3. Kurbelmodell mit Paarung . . . . .	188
4. Vergleich mit dem Experiment . . . . .	192
X. Symmetrien und Invarianzen . . . . .	194
1. Einleitung. . . . .	194
2. Symmetrieerhaltende Variationsverfahren. . . . .	195
3. Anwendung auf Teilchenzahl, Translation und Rotation . . . . .	201
4. Die Methode von Thouless und Peierls. . . . .	206
XI. Das optische Modell . . . . .	212
1. Einleitung und experimenteller Überblick. . . . .	212
2. Einteilchenresonanzen im optischen Potential . . . . .	214
3. Streuung am $A$ -Nukleonensystem . . . . .	220
4. Mittlere Streuamplituden und Wirkungsquerschnitte im Rahmen des optischen Modells. . . . .	223
XII. Quasiteilchen. . . . .	230
Anhang I: Zweite Quantisierung . . . . .	237
1. Die Vertauschungsrelationen der Feldoperatoren . . . . .	237
2. Darstellung von Ein- und Zwei-Teilchen- operatoren durch Feldoperatoren. . . . .	241
3. Regeln für das Rechnen mit Feldoperatoren . . . . .	244
Anhang II: Ableitung des Wirkungsquerschnitts für den Kernphotoeffekt . . . . .	247
Anhang III: Dichtematrizen . . . . .	253
1. Normale Dichte. . . . .	253
2. Verallgemeinerte Dichten. . . . .	255
Anhang IV: Transformation ins rotierende Bezugssystem im Rah- men des verallgemeinerten zeitabhängigen Hartree- Fock-Verfahrens. . . . .	258
Literaturverzeichnis. . . . .	261
Sachverzeichnis. . . . .	265