
Inhaltsverzeichnis

1	Grundbegriffe und Beispiele	1
1.1	Grundlegende Definitionen	1
1.2	Beispiele	5
1.3	Weiterführende Definitionen mit Beispielen	34
1.4	Homomorphismen	44
1.5	Aufgaben	58
	Literatur	67
2	Darstellungen von Gruppen	69
2.1	Definition von Darstellungen mit Beispielen	69
2.2	Äquivalente Darstellungen, reduzible und irreduzible Darstellungen	78
2.3	Lemmata von Schur, Orthogonalitätsrelationen, Kriterien für Irreduzibilität	91
2.4	Konstruktion einer Charaktertafel	102
2.5	Clebsch-Gordan-Zerlegung	105
2.6	Aufgaben	107
	Literatur	114
3	Kontinuierliche Gruppen: Lie-Gruppen und Lie-Algebren	115
3.1	Lie-Gruppen	115
3.2	Invariante Integration	123
3.3	Lie-Algebren	130
3.4	Zusammenhang zwischen Lie-Gruppen und Lie-Algebren	132
3.5	Aufgaben	134
	Literatur	137
4	Die Gruppen $SO(3)$ und $SU(2)$	139
4.1	Die Drehgruppe $SO(3)$	139
4.2	Irreduzible Darstellungen, Charaktere und Clebsch-Gordan-Zerlegung	143

4.2.1	Irreduzible Darstellungen	143
4.2.2	Charaktere	149
4.2.3	Clebsch-Gordan-Zerlegung	151
4.3	Clebsch-Gordan-Koeffizienten und Wigner-Eckart-Theorem	152
4.3.1	Ungekoppelte und gekoppelte Basis	152
4.3.2	Basiswechsel und Clebsch-Gordan-Koeffizienten	153
4.3.3	Algorithmus zur Berechnung der Clebsch-Gordan-Koeffizienten	155
4.3.4	Eigenschaften der Clebsch-Gordan-Koeffizienten	160
4.3.5	Verfahren zur Konstruktion irreduzibler Darstellungen höherer Dimensionen	161
4.3.6	Wigner-Eckart-Theorem	163
4.4	Beispiele	171
4.5	Aufgaben	182
	Literatur	188
5	SU(N) und Quarks	191
5.1	Physikalische Motivation	191
5.2	Mathematische Vorbemerkungen	196
5.3	SU(2) (Isospin)	200
5.4	SU(3)	212
5.4.1	Der achtfache Pfad	212
5.4.2	Lie-Algebra $\mathfrak{su}(3)$ und Gell-Mann-Matrizen	213
5.4.3	Fundamentaldarstellung 3 und dazu konjugierte Darstellung $\bar{3}$	215
5.4.4	Grafische Konstruktion	217
5.4.5	T-, U- und V-Spin	220
5.5	SU(N)-Multipletts und Young-Diagramme	224
5.5.1	Bezeichnung von SU(N)-Multipletts	225
5.5.2	Anzahl von Zuständen in einem SU(N)-Multiplett	226
5.5.3	Tensordarstellung der Permutationsgruppe S_n	227
5.5.4	Zusammenhang zwischen Young-Diagrammen und SU(N)-Multipletts	234
5.5.5	Kopplung von Multipletts	236
5.5.6	Nichtrelativistisches Quarkmodell	240
5.6	Aufgaben	243
	Literatur	254
6	Das Noether-Theorem	257
6.1	Das Noether-Theorem in der klassischen Feldtheorie	258
6.2	Zum Noether-Theorem in der Quantenfeldtheorie	262
6.3	Aufgaben	284
	Literatur	286

7	Eichtheorien	287
7.1	Lokale Symmetrien	288
7.1.1	Quantenelektrodynamik	288
7.1.2	Yang-Mills-Theorien	293
7.2	Die Lagrange-Dichte der Quantenchromodynamik	299
7.3	Zufällige globale Symmetrien von \mathcal{L}_{QCD}	302
7.3.1	Chiraler Grenzfall	302
7.3.2	Die chirale Algebra	306
7.3.3	Quarkmassen und explizite Brechung der chiralen Symmetrie	308
7.4	Aufgaben	311
	Literatur	316
8	Spontan gebrochene Symmetrien	319
8.1	Entartete Grundzustände	320
8.2	Spontane Brechung einer globalen, kontinuierlichen Symmetrie	327
8.2.1	Beispiel: Abelscher Fall	327
8.2.2	Nicht-abelscher Fall am Beispiel $\text{SO}(3)$	330
8.2.3	Verallgemeinerung	331
8.3	Das Goldstone-Theorem	334
8.4	Explizite Symmetriebrechung	338
8.5	Spontane Symmetriebrechung in der QCD	339
8.5.1	Das Hadronenspektrum	339
8.5.2	Das skalare Singulettquarkkondensat	342
8.6	Beispiel für eine nichtlineare Realisierung	346
8.6.1	Vorbetrachtungen	346
8.6.2	Anwendung auf die QCD	348
8.7	Spontane Brechung einer lokalen, kontinuierlichen Symmetrie	354
8.7.1	Beispiel: Abelscher Fall	354
8.7.2	Nicht-abelscher Fall am Beispiel $\text{SO}(3)$	358
8.8	Aufgaben	360
	Literatur	372
9	Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik	375
9.1	Phänomenologie und Fakten	375
9.2	Lagrange-Dichte des Standardmodells	378
9.2.1	Starke Wechselwirkung (QCD)	378
9.2.2	Elektroschwache Wechselwirkungen	379
9.3	Vereinheitlichte Theorien und $\text{SU}(5)$	399
	Literatur	408
Anhang A		411
A.1	Zusammenstellung einiger mathematischer Grundbegriffe	411
A.2	Natürliche Einheiten	415
A.3	Vierervektoren und Tensoren	416

A.3.1	Vierervektoren	416
A.3.2	Lorentz-Tensoren	418
A.3.3	Lorentz-Tensorfelder	422
A.4	Lagrange-Formalismus für Felder und kanonische Quantisierung .	424
A.4.1	Lagrange-Formalismus für Felder	424
A.4.2	Kanonische Quantisierung des skalaren Feldes	437
A.4.3	Quantisierung des Dirac-Feldes	444
A.5	Aufgaben	450
Sachverzeichnis	453

Symmetrien und Gruppen in der Teilchenphysik

Scherer, S.

2016, XII, 459 S. 31 Abb., 30 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-662-47733-5