
Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1 Symmetrische Objekte	1
§1 Symmetrietransformationen	1
Der Symmetriebegriff Hermann Weyls	1
Symmetriegruppen	5
Bewegungen der Ebene und des Raumes	8
Spiegelungen	10
Es gibt genau zwei Händigkeiten	14
Spiegelsymmetrie	19
Molekülsymmetrien	21
Symmetrien von Friesen und Kristallen	29
§2 Symmetrieeigenschaften	37
Symmetrien von Aufgaben und Lösungen	38
Vorläufiges zur Symmetriebrechung	45
Gruppentheoretisches zur spontanen Symmetriebrechung	50
Symmetrieanalyse	52
Symmetrie und Unbeobachtbarkeit	58
Das kosmologische Prinzip	68
Kapitel 2 Symmetrien von Naturgesetzen	72
§1 Abläufe und Unbeobachtbarkeit	72
Abgeschlossene Systeme	73
Veränderte Nachbauten	74
Bewegte Bezugssysteme	77
Relativitätstheorien und das Machsche Prinzip	79
Naturgesetze, Anfangsbedingungen und Erhaltungssätze	88
Vereinheitlichung und Symmetrieerweiterung	98
Magnetische Monopole	100
Licht, Magnetismus und Elektrizität	103

Lokale Symmetrien	105
Eichtransformationen und kovariante Ableitungen	110
§2 Spiegelsymmetrien und ihre Brechungen	116
Spiegelungen klassisch und quantenmechanisch	117
Spiegelbilder im Ortsraum	122
Moleküle mit elektrischem Dipolmoment	129
Implikationen eines elektrischen Dipolmomentes von Elementarteilchen	132
Spiegelbilder von Teilchen der Masse Null	145
Die Naturgesetze sind nicht spiegelsymmetrisch	149
Verschiedene Gesetze für Teilchen und Antiteilchen	155
<i>CP</i> -Symmetrie ist viel besser erfüllt als <i>C</i> - oder <i>P</i> -Symmetrie allein	160
Zeitumkehr und das <i>CPT</i> -Theorem	164
Kapitel 3 Symmetrien spezieller Systeme	173
§1 Symmetrien und Erhaltungssätze der klassischen Mechanik	173
Skalensymmetrie und Virialtheorem	173
Noether-Theorem	176
Symmetrien, die Symmetrien implizieren	181
§2 Symmetrie und Linearität	183
Lineare Schwingungen	185
Asymmetrisch gestörte Systeme	191
§3 Symmetrien in der Quantenmechanik	192
Symmetrietransformationen klassisch und quantenmechanisch	193
Symmetrietransformationen und Observable	196
Das Noether-Theorem der Quantenmechanik	202
Raum und Zeit in der nichtrelativistischen Quantenmechanik	203
Zulässige und andere Symmetrietransformationen	220
Vom Nutzen quantenmechanischer Symmetrien	225

Kapitel 4 Elementarteilchensymmetrien	228
§1 Raum, Zeit und Elementarteilchen	228
Teilchen in Ruhe und Bewegung	228
Quantenmechanik der speziellen Relativitätstheorie	231
Wigners Konstruktion des Zustandsraumes	234
Energie, Impuls und Masse von Elementarteilchen	236
§2 Isospin: Eine Teilchensymmetrie	240
Der Isospin von Protonen, Neutronen und Kernen	240
Isospin in der Teilchenphysik	246
§3 Von Quarks und anderen Teilchen	248
Multipletts und Symmetrien	249
Quarks als Bestandteile und als Träger von Symmetrien	254
Farb- oder Colorsymmetrie	256
Laufende Kopplungen	260
Skalensymmetrische Streuprozesse	266
Skalensymmetrie und Renormierung	268
Chirale Symmetrie und ihre Brechung	276
§4 Standardmodell, GUT und TOE	280
Eichtheorie der elektroschwachen Wechselwirkung	282
Massen und Mischungen der Austauschteilchen	285
Parameter des Standardmodells	289
Höhere Symmetrien bei höheren Energien?	291
Kapitel 5 Symmetriebrechung	301
§1 Skalensymmetrie und ihre Brechung	301
Naturkonstante und Dimensionsanalyse	301
Die Planck-Skala	304
Avogadro-Zahl vs. Skalensymmetrie	309
Skalensymmetrie und ihre Brechung im Alltagsleben	310
Skalensymmetrie der Planetenbewegung	316
Skalensymmetrie und Unbeobachtbarkeit	318
Skalensymmetrie oder nicht – die Einheiten können gewählt werden	321
Die fundamentalen Naturgesetze sind nicht skalensymmetrisch	322

Selbstähnlichkeit	325
Fraktale	328
Begrenzte Selbstähnlichkeit und Reynoldszahl	330
§2 Explizite versus spontane Symmetriebrechung	332
Symmetriestörungen versus verborgene Symmetrien	333
Die Spiraltendenz des Lebendigen als spontane Symmetriebrechung	334
Entstehung der Asymmetrien	337
Spontane Symmetriebrechung	338
§3 Spontane Symmetriebrechung und die fundamentalen Naturgesetze	339
Chaos und Symmetrie im Mittel	339
Spontane Symmetriebrechung in der Festkörperphysik	341
Grundzustände und ihre Anregungen	344
Das Goldstone-Theorem	345
Fluktuationen	348
Ein mathematisches Modell	348
Spontane Symmetriebrechung in der Feldtheorie	351
Higgs-Mechanismus	355
Spontane Symmetriebrechung und Kosmologie	357
Inflation	359
Literaturverzeichnis	365
Empfohlene Literatur	373
Quellen der Abbildungen	374
Sachverzeichnis	375