

---

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>Kapitel 1</b>	<b>Symmetrische Objekte</b>	<b>1</b>
§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
<b>Kapitel 2</b>	<b>Symmetrien von Naturgesetzen</b>	<b>72</b>
§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
 <b>Kapitel 3 Symmetrien spezieller Systeme .....</b>	<b>173</b>
§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

<b>Kapitel 4 Elementarteilchensymmetrien</b>	<b>228</b>
§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
<b>Kapitel 5 Symmetriebrechung</b>	<b>301</b>
§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
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>365</b>
<b>Empfohlene Literatur .....</b>	<b>373</b>
<b>Quellen der Abbildungen .....</b>	<b>374</b>
<b>Sachverzeichnis .....</b>	<b>375</b>