

Bogdan Povh Klaus Rith  
Christoph Scholz Frank Zetsche

---

# Teilchen und Kerne

Eine Einführung  
in die physikalischen Konzepte

7. Auflage

Mit 149 Abbildungen, 11 Tabellen  
und 58 Aufgaben mit Lösungen

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Hors d'œuvre .....</b>	<b>1</b>
1.1 Grundbausteine der Materie .....	1
1.2 Die fundamentalen Wechselwirkungen .....	3
1.3 Symmetrien und Erhaltungssätze .....	4
1.4 Experimente .....	5
1.5 Einheiten .....	7

---

## Teil I. Analyse: Bausteine der Materie

---

<b>2. Globale Eigenschaften der Kerne .....</b>	<b>11</b>
2.1 Das Atom und seine Bausteine .....	11
2.2 Nuklide .....	13
2.3 Parametrisierung der Bindungsenergien .....	18
2.4 Ladungsumabhängigkeit der Kernkraft und Isospin .....	22
Aufgaben .....	24
<b>3. Stabilität der Kerne .....</b>	<b>25</b>
3.1 $\beta$ -Zerfall .....	27
3.2 $\alpha$ -Zerfall .....	31
3.3 Kernspaltung .....	33
3.4 Zerfall angeregter Kernzustände .....	36
Aufgaben .....	40
<b>4. Streuung .....</b>	<b>43</b>
4.1 Allgemeine Betrachtung von Streuprozessen .....	43
4.2 Wirkungsquerschnitt .....	46
4.3 Die „Goldene Regel“ .....	50
4.4 Feynman-Diagramme .....	52
Aufgaben .....	55
<b>5. Geometrische Gestalt der Kerne .....</b>	<b>57</b>
5.1 Kinematik der Elektronenstreuung .....	57
5.2 Der Rutherford-Wirkungsquerschnitt .....	60

5.3	Der Mott-Wirkungsquerschnitt . . . . .	64
5.4	Formfaktoren der Kerne . . . . .	65
5.5	Inelastische Kernanregungen . . . . .	73
	Aufgaben . . . . .	75
<b>6.</b>	<b>Elastische Streuung am Nukleon . . . . .</b>	<b>77</b>
6.1	Formfaktoren des Nukleons . . . . .	77
6.2	Quasielastische Streuung . . . . .	82
6.3	Ladungsradius von Pionen und Kaonen . . . . .	85
	Aufgaben . . . . .	86
<b>7.</b>	<b>Tiefinelastische Streuung . . . . .</b>	<b>87</b>
7.1	Angeregte Nukleonzustände . . . . .	87
7.2	Strukturfunktionen . . . . .	89
7.3	Das Partonmodell . . . . .	93
7.4	Interpretation der Strukturfunktionen im Partonmodell . . . . .	95
	Aufgaben . . . . .	99
<b>8.</b>	<b>Quarks, Gluonen und starke Wechselwirkung . . . . .</b>	<b>101</b>
8.1	Quarkstruktur der Nukleonen . . . . .	101
8.2	Quarks in Hadronen . . . . .	106
8.3	Quark-Gluon-Wechselwirkung . . . . .	108
8.4	Skalenbrechung der Strukturfunktionen . . . . .	112
	Aufgaben . . . . .	116
<b>9.</b>	<b>Teilchenerzeugung in <math>e^+e^-</math>-Kollisionen . . . . .</b>	<b>117</b>
9.1	Erzeugung von Leptonpaaren . . . . .	119
9.2	Resonanzen . . . . .	122
9.3	Nichtresonante Erzeugung von Hadronen . . . . .	127
9.4	Gluonenabstrahlung . . . . .	129
	Aufgaben . . . . .	131
<b>10.</b>	<b>Phänomenologie der schwachen Wechselwirkung . . . . .</b>	<b>133</b>
10.1	Eigenschaften der Leptonen . . . . .	133
10.2	Typen der schwachen Wechselwirkung . . . . .	138
10.3	Kopplungsstärke des geladenen Stromes . . . . .	141
10.4	Quarkfamilien . . . . .	146
10.5	Leptonische Familien . . . . .	149
10.6	Majorana-Neutrino? . . . . .	151
10.7	Paritätsverletzung . . . . .	152
10.8	Tiefinelastische Neutrinostreuung . . . . .	155
	Aufgaben . . . . .	157

<b>11. Austauschbosonen der schwachen Wechselwirkung</b> . . . . .	159
11.1 Reelle W- und Z-Bosonen . . . . .	159
11.2 Die elektroschwache Vereinheitlichung . . . . .	164
11.3 Die große Vereinheitlichung . . . . .	171
Aufgaben . . . . .	171
<b>12. Das Standardmodell</b> . . . . .	173

---

## Teil II. Synthese: Zusammengesetzte Systeme

---

<b>13. Quarkonia</b> . . . . .	179
13.1 Wasserstoffatom und Positronium als Analoga . . . . .	179
13.2 Charmonium . . . . .	182
13.3 Quark-Antiquark-Potential . . . . .	184
13.4 Farbmagnetische Wechselwirkung . . . . .	188
13.5 Bottomonium und Toponium . . . . .	190
13.6 Zerfallskanäle schwerer Quarkonia . . . . .	192
13.7 Test der QCD aus der Zerfallsbreite . . . . .	194
Aufgaben . . . . .	197
<b>14. Mesonen aus leichten Quarks</b> . . . . .	199
14.1 Mesonmultipletts . . . . .	199
14.2 Massen der Mesonen . . . . .	203
14.3 Zerfallskanäle . . . . .	205
14.4 Zerfall des neutralen Kaons . . . . .	207
Aufgaben . . . . .	210
<b>15. Baryonen</b> . . . . .	211
15.1 Erzeugung und Nachweis von Baryonen . . . . .	211
15.2 Baryonmultipletts . . . . .	217
15.3 Massen der Baryonen . . . . .	221
15.4 Magnetische Momente . . . . .	223
15.5 Semileptonische Zerfälle der Baryonen . . . . .	228
15.6 Wie gut ist das Konstituentenquark-Konzept? . . . . .	236
Aufgaben . . . . .	237
<b>16. Kernkraft</b> . . . . .	239
16.1 Nukleon-Nukleon-Streuung . . . . .	240
16.2 Das Deuteron . . . . .	245
16.3 Charakter der Kernkraft . . . . .	248
Aufgaben . . . . .	254

<b>17. Aufbau der Kerne</b>	255
17.1 Das Fermigasmodell	255
17.2 Hyperkerne	260
17.3 Das Schalenmodell	265
17.4 Deformierte Kerne	272
17.5 Spektroskopie mittels Kernreaktionen	276
17.6 $\beta$ -Zerfall des Kerns	283
17.7 Der doppelte $\beta$ -Zerfall	292
Aufgaben	296
<b>18. Kollektive Kernanregungen</b>	299
18.1 Elektromagnetische Übergänge	300
18.2 Dipolschwingungen	303
18.3 Formschwingungen	312
18.4 Rotationszustände	315
Aufgaben	325
<b>19. Nukleare Thermodynamik</b>	327
19.1 Thermodynamische Beschreibung der Kerne	328
19.2 Compoundkern und Quantenchaos	331
19.3 Die Phasen der Kernmaterie	333
19.4 Teilchenphysik und Thermodynamik im frühen Universum	339
19.5 Sternentwicklung und Elementsynthese	347
Aufgaben	354
<b>20. Vielkörpersysteme der starken Wechselwirkung</b>	355
<b>A. Anhang</b>	359
A.1 Beschleuniger	359
A.2 Detektoren	366
A.3 Kopplung von Drehimpulsen	377
A.4 Naturkonstanten	379
<b>Lösungen</b>	381
<b>Literaturverzeichnis</b>	407
<b>Sachverzeichnis</b>	413