

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	XIII
I. Einleitung	1
1. Historische Entwicklung	3
2. Qualitativer Überblick	10
2.1 Leptonen, Mesonen, Baryonen	10
2.2 Grundbegriffe	15
Literatur	19
II. Grundlagen	20
3. Symmetrien als Ordnungsprinzip	20
A. Kontinuierliche raum-zeitliche Symmetrien	22
3.1 Symmetrie in der klassischen Mechanik	22
3.2 Symmetrie in der Quantenmechanik	23
3.3 Relativistische Invarianz	27
3.4 Quantenzahlen	30
3.5 Der Spin	31
B. Permutationssymmetrie	33
3.6 Fermionen und Bosonen	33
C. Diskrete Symmetrietransformationen	35
3.7 Räumliche Spiegelung	36
3.8 Zeitliche Spiegelung (Bewegungsumkehr)	39
3.9 Teilchen-Antiteilchen-Konjugation	42
3.10 Das <i>CPT</i> -Theorem	45
D. Innere Symmetrien	46
3.11 Phasentransformation und Ladungserhaltung	47
3.12 Der Isospin, <i>SU</i> (2)	50
3.13 Die unitäre Symmetrie <i>SU</i> (3)	53
4. Wechselwirkungen durch Felder	59
4.1 Teilchenaustausch	59
4.2 Yukawa-Potential	60
4.3 Virtuelle Teilchen	61
5. Eichsymmetrien als dynamisches Prinzip	63
5.1 Die Eichsymmetrie <i>U</i> (1) in der Quantenmechanik	64

5.2	Das Prinzip der Eichsymmetrie	67
5.3	Höhere Eichsymmetrien	74
6.	Experimentelle Methoden der Elementarteilchenphysik	86
6.1	Beschleuniger	87
6.2	Detektoren	92
Literatur	110
III.	Die elektromagnetische Wechselwirkung	111
7.	Geladene Leptonen	115
7.1	Das Elektron	115
7.2	Elektronenspin	116
7.3	Positronen	117
7.4	Myonen	117
8.	Beispiele für elektromagnetische Wechselwirkung	119
8.1	Elastische Streuung	119
8.2	Annihilation	122
8.3	Unelastische Prozesse	125
9.	Prüfung der Quantenelektrodynamik	127
9.1	Präzisionsmessungen bei niedrigen Energien	127
9.2	Strahlungskorrekturen, Renormierung	135
9.3	Test bei hohen Energien	138
9.4	Invarianz gegenüber C, P und T	140
10.	Elektromagnetische Formfaktoren	142
10.1	Formfaktoren für Proton und Neutron	142
10.2	Interpretation	146
11.	Unelastische Lepton-Nukleon-Streuung	147
11.1	Unelastische Formfaktoren	147
11.2	Skalenverhalten	152
11.3	Partonen	154
11.4	Quark-Partonen	158
11.5	Myon-Kern-Streuung	164
12.	Elektron-Positron-Vernichtung bei hohen Energien	166
12.1	Die leichteren Vektormesonen	167
12.2	Der totale Wirkungsquerschnitt der Reaktionen $e^+e^- \rightarrow$ Hadronen	171
12.3	Die Quantenzahl „Farbe“	174
12.4	Die neuen Teilchen	177
Literatur	192
IV.	Die schwache Wechselwirkung	193
13.	Charakteristische Eigenschaften	199

13.1	Übersicht über die Prozesse der schwachen Wechselwirkung	199
13.2	Der β -Zerfall	201
13.3	Nachweis der Neutrinos	206
13.4	Nichterhaltung der Parität	209
14.	Phänomenologische Beschreibung	220
14.1	Die V-A-Form der schwachen Wechselwirkung	220
14.2	Der Zerfall des Myons	222
14.3	Die Zerfälle Pion \rightarrow Lepton + Neutrino	225
14.4	Strom-Strom-Kopplung und der erhaltene Vektorstrom	227
14.5	Zerfälle der seltsamen Teilchen und die Universalität	229
15.	Die K^0 -Zerfälle	231
15.1	Erzeugung und Zerfälle	231
15.2	Regeneration	234
15.3	Oszillation der Intensitäten	236
15.4	CP -Verletzung	237
16.	Neutrino-physik	239
16.1	Neutrinostrahlen und Detektoren	239
16.2	Elastische Neutrino-Streuung	243
16.3	Unelastische Neutrino-Streuung	245
16.4	Neutrale Ströme	250
17.	Versagen der bisherigen Theorie bei hohen Energien	255
17.1	Grenzen der Strom-Strom-Kopplung	255
17.2	Die intermediären Vektorbosonen	256
18.	Vereinheitlichte elektromagnetische und schwache Wechselwirkung	261
18.1	Spontane Symmetriebrechung	262
18.2	Spontane Symmetriebrechung bei Eichtheorien (Higgs-Mechanismus)	268
18.3	Die $SU(2) \times U(1)$ -Eichtheorie der elektroschwachen Wechselwirkung	270
18.4	Einbeziehung der Hadronen	275
18.5	Experimentelle Prüfung der GSW-Theorie	277
	Literatur	281
V.	Die starke Wechselwirkung	282
19.	Charakteristische Eigenschaften	289
19.1	Wechselwirkung zwischen Nukleonen	289
19.2	Die π -Mesonen	290

20. Die seltsamen Teilchen (Strangeness)	297
20.1 Kaonen	297
20.2 Hyperonen	299
21. Resonanzen	301
21.1 Baryonische Resonanzen	303
21.2 Mesonische Resonanzen	306
21.3 Höhere Resonanzen	310
22. Hadronische Prozesse bei hohen Energien	315
23. Das Quarkmodell der Hadronen	317
23.1 Ordnung durch Symmetrie: Die Multipletts von $SU(3)$	317
23.2 Die Hadronen im Quarkmodell	321
23.3 Massenrelationen, magnetische Momente	325
23.4 Quarks – eine neue Substruktur	330
24. Eichtheorie der starken Wechselwirkung	334
24.1 Die Grundvorstellungen der Quanten- chromodynamik	334
24.2 Asymptotische Freiheit	339
24.3 Farbeinschluß	343
24.4 Modelle: Bag und String	348
24.5 Eichtheorie auf dem Gitter	350
24.6 Quarkonium	355
24.7 Experimentelle Prüfung der QCD	358
Literatur	364
VI. Ausblick	365
25. Die große Vereinigung	365
25.1 Vereinigte Wechselwirkungen	365
25.2 Das $SU(5)$ -Modell	369
25.3 Die Lebensdauer des Protons	373
25.4 Die Entwicklungsphasen des frühen Universums	374
25.5 Die Asymmetrie zwischen Materie und Antimaterie	376
25.6 Neutrinos im Kosmos	378
25.7 Schlußbemerkungen	379
Literatur	381

Tabellen-Anhang	383
Tabelle A 1: Tables of Particle Properties	384
Tabelle A 2: Physikalische Konstanten	405
Literaturverzeichnis	407
Register	413