

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort	9
1.	Einführung: Teilchen und Wechselwirkungen	11
1.1.	Leptonen, Quarks und Hadronen	12
1.2.	Eichbosonen	15
2.	Grundbegriffe der relativistischen Feldtheorie; globale Symmetrien	17
2.1.	Lagrange-Formalismus und Bewegungsgleichungen.	17
2.1.1.	Skalares (pseudoskalares) Feld	19
2.1.2.	Maxwell-Feld	21
2.1.3.	Dirac-Feld	24
2.2.	Symmetrien und Erhaltungssätze	28
2.2.1.	Raum-Zeit-Symmetrie: Poincaré-Gruppe \mathfrak{P}	29
2.2.2.	Innere Symmetrien: $U(1)$ -, $SU(2)$ -, $SU(3)$ -Gruppen	31
2.3.	Feldquantisierung	37
3.	Lokale Symmetrien und Eichtheorien	41
3.1.	Eichinvarianz als dynamisches Prinzip; Aharonov-Bohm-Effekt	41
3.2.	Lokale $U(1)$ -Symmetrie: Abelsche Eichtheorie.	44
3.2.1.	Skalare Elektrodynamik	44
3.2.2.	Maxwell-Dirac-Theorie	46

3.3.	Lokale $SU(N)$ -Symmetrie: Nichtabelsche Eichtheorien	48
3.3.1.	Formulierung der Yang-Mills-Theorie	49
3.3.2.	Feldgleichungen und Stromerhaltung.	51
3.4.*	Lokale Poincaré-Symmetrie: Einsteinsche Gravitationstheorie	53
4.	Spontane Symmetriebrechung	58
4.1.	Nichtinvarianz des Grundzustandes	58
4.2.	Goldstone-Theorem	61
4.3.	Higgs-Mechanismus: $U(1)$ -Modell	62
4.4.*	Higgs-Mechanismus: $SU(2)$ -Modell; magnetische Monopole	65
5.	Quantenelektrodynamik ($U(1)_Q$-Gruppe)	72
5.1.	Propagatoren und Vertizes	73
5.1.1.	Eichfixierung und Photonpropagator.	73
5.1.2.	Elektron- (Positron-) Propagator.	76
5.1.3.	Vertexfaktor	78
5.2.	Feynman-Regeln und Feynman-Diagramme	79
5.3.	Strahlungskorrekturen — Renormierung	83
5.3.1.	Ladungsrenormierung und effektive Ladung	84
5.3.2.	Massenrenormierung	90
5.3.3.*	Konterterme	92
5.4.	Meßbare Effekte von Strahlungskorrekturen	93
5.4.1.	Modifizierungen des Coulomb-Potentials; Lamb-Verschiebung	93
5.4.2.	Anomales magnetisches Moment.	96
6.	Einheitliche Theorie der elektroschwachen Wechselwirkung ($SU(2)_L \times U(1)$-Gruppe)	99
6.1.	Grundbegriffe der schwachen Wechselwirkung.	99
6.1.1.	Paritätsverletzung im β -Zerfall	99
6.1.2.	Chiralität und Weyl-Gleichung	103

6.1.3.	($V-A$)-Struktur des schwachen Stromes	106
6.1.4.	Cabibbo-Form der Quarkströme	108
6.1.5.	Schwierigkeiten des Fermi-Modells	111
6.1.6.	Intermediäres Vektorboson (IVB)	112
6.2.	Formulierung der Glashow-Salam-Weinberg- (GSW-) Theorie	114
6.2.1.	Konstruktion der Lagrange-Dichte	114
6.2.2.	Massenterme	121
6.2.3.	Geladene und neutrale Ströme	122
6.2.4.	Feynman-Regeln; Zerfälle der W -, Z - und Higgs-Bosonen	126
6.3.	Neue Effekte	131
6.3.1.	A - Z -Interferenz	131
6.3.2.	Strahlungskorrekturen	132
7.	Quantenchromodynamik ($SU(3)_c$-Gruppe)	134
7.1.	Die Colourgruppe $SU(3)_c$	134
7.1.1.	Spin-Statistik-Problem	134
7.1.2.	Der Zerfall $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$	135
7.1.3.	Streuung $e^+ + e^- \rightarrow$ Hadronen	136
7.1.4.	Adler-Bell-Jackiw-Anomalie	137
7.2.	Tiefinelastische Streuung und Partonmodell	139
7.3.	Formulierung der QCD-Eichtheorie	143
7.3.1.	Lagrange-Dichte und Feynman-Regeln	143
7.3.2 *	Quantisierung: Faddeev-Popov-Geister	146
7.4.*	Renormierung in 2. Ordnung der Störungstheorie	147
7.5.	Effektive Ladung und asymptotische Freiheit	152
7.6.	Quark-Confinement	155
7.7.	Spontane Brechung der chiralen Symmetrie — Goldstone-Pion; Quarkmassen	157
8.	Weiterführende Versuche einer Vereinheitlichung der Wechselwirkungen	160
8.1.	Große unifizierete Modelle ($SU(5)$ -Gruppe)	162

8.2.*	Berücksichtigung der Gravitation	168
8.2.1.	Supersymmetrie und Supergravitation	169
8.2.2.	Superstring	172
9.	Probleme und Perspektiven	177
	Anhang	179
	Anhang A. Metrik und Einheiten	179
	Anhang B. $SU(N)$ -Gruppen	181
	Anhang C. Quantisierte Spin-0- und Spin-1/2-Felder	187
	Anhang D. S -Matrix, Wirkungsquerschnitt und Zerfallsraten	188
	Anhang E. Tabelle der Hadronen	192
	Literaturverzeichnis	194
	Sachverzeichnis	199

Die mit Stern versehenen Abschnitte können bei der ersten Lektüre übergangen werden.