

1. Phänomenologische Grundlagen der Eichtheorien der starken, elektromagnetischen und schwachen Wechselwirkung	7
1.1 Das Hadron-Spektrum im Quarkmodell	8
1.1.1 Quantenzahlen und Wellenfunktionen der Hadronen im Quarkmodell	8
1.1.2 Das Quarkmodell mit Farbe	17
1.1.3 Vorstellungen zur Quarkdynamik-Quarkonia	18
1.2 Quantenfelder und Ströme	22
1.2.1 Flavour- und Farbsymmetriegruppen	23
1.2.2 Elemente der relativistischen Quantenfeldtheorie	29
1.2.3 Ströme und Ladungen	39
1.3 Phänomenologie der elektromagnetischen und schwachen Wechselwirkung	44
1.3.1 Elektromagnetische und schwache Wechselwirkung der Leptonen	44
1.3.2 Elektromagnetische und schwache Wechselwirkung der Hadronen	51
1.4 Das Quark-Partonmodell	60
1.4.1 Scaling in der tiefinelastischen Lepton-Streuung	60
1.4.2 Das einfache Parton-Modell	64
1.4.3 Anwendungen des einfachen Parton-Modells	69
1.4.4 Die Universalität des Parton-Modells	73
2. Quantenchromodynamik	79
2.1 Quantenelektrodynamik und lokale Eichinvarianz	79
2.1.1 Grundbegriffe der Quantenelektrodynamik	79
2.1.2 Ein Test der Quantenelektrodynamik: Das $(g-2)$ -Experiment	82
2.1.3 Die lokale Eichinvarianz der Quantenelektrodynamik	86
2.2 Formulierung der Quantenchromodynamik	89
2.2.1 Die Geometrie lokaler Eichsymmetrie	90
2.2.2 Yang-Mills-Feldtheorien	99
2.2.3 Begründung der Quantenchromodynamik	103
2.3 Zur Quantentheorie der Yang-Mills-Felder	107
2.3.1 Greensche Funktionen und S-Matrixelemente	108
2.3.2 Die Funktionalintegraldarstellung der Quantenfeldtheorie	129
2.3.3 Die Pfadintegralformulierung der Quantenchromodynamik	147
2.4 Zur Renormierung quantisierter Eichfeldtheorien	159
2.4.1 Divergenzen und Renormierung	159
2.4.2 Beispiel: Berechnung des Gluon-Propagators in der 1-Schleifennäherung	169

2.4.3 Bemerkungen zum Renormierbarkeitsbeweis für quantisierte Eichfeldtheorien	176
2.5 Die Renormierungsgruppe und die asymptotische Freiheit der Quantenchromodynamik	193
2.5.1 Die Renormierungsgruppengleichung	194
2.5.2 Die asymptotische Freiheit der Quantenchromodynamik	199
2.6 Quark-Confinement	211
2.6.1 Das Wilson-Kriterium	212
2.6.2 Der chromoelektrische Meissner-Effekt	221
2.6.3 Die Eichtheorie auf dem Gitter	232
2.6.4 Semiklassische Approximation	259
2.7 Phänomenologische Anwendungen der Quantenchromodynamik	268
2.7.1 Gluonen und Gluon-Kopplungen	269
2.7.2 Parton-Modell und Verletzung der Skaleninvarianz in der tiefinelastischen Lepton-Nukleon-Streuung	273
2.7.3 Störungstheoretische Quantenchromodynamik	296
2.7.4 Quarkonia	312
3. Eichtheorien der elektroschwachen Wechselwirkung	321
3.1 Die Vereinigung der elektromagnetischen und schwachen Wechselwirkung	321
3.1.1 Begründung der Vereinigung der elektromagnetischen und schwachen Wechselwirkung aus dem Hochenergieverhalten von Wirkungsquerschnitten	322
3.1.2 Die Struktur der Kopplungen in Modellen mit gutem Hochenergieverhalten	326
3.2 Eichtheorien mit spontan gebrochener Symmetrie	331
3.2.1 Spontane Symmetriebrechung einer Eichsymmetrie 1. Art	333
3.2.2 Spontane Symmetriebrechung einer Eichsymmetrie 2. Art	339
3.3 Die Glashow-Salam-Weinberg-Theorie	346
3.3.1 Die Lagrange-Funktion der Glashow-Salam-Weinberg-Theorie	346
3.3.2 Spontane Symmetriebrechung der Glashow-Salam-Weinberg-Theorie	348
3.3.3 Vorhersagen der Glashow-Salam-Weinberg-Theorie	354
3.4 Ausblick: Versuche einer vereinheitlichten Beschreibung der starken und elektroschwachen Wechselwirkung	360
Nachtrag zur 2. Auflage	369
Literaturverzeichnis	371
Nachtrag zum Literaturverzeichnis	390
Konventionen	393
Sachregister	395