

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1	Die starke Wechselwirkung . . . . .	9
1.1.1	Phänomenologische Modelle . . . . .	9
1.1.2	Die Quantenchromodynamik . . . . .	11
1.1.3	Die QCD in der Gittereichtheorie . . . . .	13
1.2	Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	15
<b>2</b>	<b>Die QCD auf dem Gitter</b>	<b>19</b>
2.1	Die Pfadintegral-Methode . . . . .	20
2.2	Die Gitterformulierung der QCD . . . . .	22
2.2.1	Die Eichfeldwirkung . . . . .	23
2.2.2	Die fermionische Wirkung . . . . .	25
2.3	Die Gittersymmetrien . . . . .	28
2.3.1	Kontinuierliche Symmetrien . . . . .	29
2.3.2	Diskrete Symmetrien . . . . .	30
2.3.3	Die Gruppenstruktur der Gittersymmetrie . . . . .	31
2.3.4	Die irreduziblen Darstellungen der Gittersymmetrie . . . . .	33
2.3.5	Die Einbettung ins Kontinuum . . . . .	35
<b>3</b>	<b>Das Hadronenspektrum</b>	<b>39</b>
3.1	Die Hadronoperatoren . . . . .	39
3.1.1	Die bosonischen Operatoren . . . . .	40
3.1.2	Die fermionischen Operatoren . . . . .	44
3.1.3	Die Korrelationsfunktionen . . . . .	46

3.2	Die Messung des Massenspektrums . . . . .	48
3.2.1	Die Bestimmung der Quarkpropagatoren . . . . .	48
3.2.2	Die Extraktion der Hadronmassen . . . . .	49
3.3	Die Ergebnisse der Messung . . . . .	51
3.3.1	Die Parameter der Hybrid-Monte-Carlo-Simulationen . . . . .	51
3.3.2	Die Parameter der Pseudofermion-Simulationen . . . . .	52
3.3.3	Das Massenspektrum mit lokalen Operatoren . . . . .	53
3.3.4	Das Massenspektrum mit Zeitschicht-Operatoren . . . . .	58
3.3.5	Die Restauration der Flavor-Symmetrie . . . . .	61
3.3.6	Das Gitter-Massenspektrum . . . . .	65
<b>4</b>	<b>Die chirale Symmetrie . . . . .</b>	<b>67</b>
4.1	Die Ergebnisse zu den chiralen Eigenschaften . . . . .	68
4.1.1	Die Parameter der Analyse . . . . .	68
4.1.2	Das Quarkkondensat . . . . .	69
4.1.3	Das Goldstone-Pion . . . . .	71
4.1.4	Die $f_\pi$ -Zerfallskonstante . . . . .	71
<b>5</b>	<b>Die Interquark-Kräfte der QCD . . . . .</b>	<b>73</b>
5.1	Die Wilson-Wegner-Schleife . . . . .	74
5.2	Die Messung des statischen Potentials . . . . .	76
5.3	Die Ergebnisse zum statischen Potential . . . . .	80
5.3.1	Die Parameter der Analyse . . . . .	80
5.3.2	Die Extraktion des Potentials . . . . .	80
5.3.3	Die Restauration der Rotationssymmetrie . . . . .	81
5.3.4	Die Anpassung an das Cornell-Potential . . . . .	82
5.3.5	Die Anpassung an das Richardson-Potential . . . . .	84
5.4	Die spinabhängigen Kräfte . . . . .	85
5.5	Die Messung der spinabhängigen Kräfte . . . . .	89

<b>Inhalt</b>	<b>5</b>
5.5.1 Die Renormierung der Felderwartungswerte . . . . .	91
<b>5.6 Die Ergebnisse für die spinabhängigen Kräfte . . . . .</b>	<b>93</b>
5.6.1 Die Parameter der Analyse . . . . .	93
5.6.2 Die Extraktion der Potentiale . . . . .	94
5.6.3 Die Anpassung der Potentiale . . . . .	94
<b>6 Diskussion von Quark-Schleifen-Effekten</b>	<b>99</b>
6.1 Die Simulationen in der Valenzquark-Approximation . . . . .	100
6.1.1 Das Hadronenspektrum mit lokalen Operatoren . . . . .	101
6.1.2 Das statische Interquark-Potential . . . . .	102
6.2 Die Skalenverschiebung $\Delta\beta$ . . . . .	105
<b>7 Zusammenfassung</b>	<b>109</b>
<b>8 Anhang</b>	<b>113</b>
8.1 Die Hadron-Korrelationsfunktionen . . . . .	113
8.1.1 Die lokalen Mesonen . . . . .	114
8.1.2 Die räumlich nicht-lokalen Mesonen (1,2,3-LT) . . . . .	114
8.1.3 Die zeitlich nicht-lokalen Mesonen (0,1,2,3-NLT) . . . . .	115
8.1.4 Die baryonischen Korrelationsfunktionen . . . . .	117
8.1.5 Die Korrelationsfunktionen mit Zeitschicht-Quellen . . . . .	117
8.2 Die Bestimmung des Quarkkondensats . . . . .	119
8.2.1 Das CG-Verfahren . . . . .	119
8.2.2 Das Stochastische Schätzverfahren . . . . .	119
8.2.3 Die Bestimmung der Eigenwerte . . . . .	120
8.2.4 Ward-Identität . . . . .	121
8.3 Die Algorithmen . . . . .	121
8.3.1 Der Pseudofermion-Algorithmus . . . . .	123
8.3.2 Der Hybrid-Monte-Carlo-Algorithmus . . . . .	125
8.3.3 Ein Überrelaxations-Algorithmus für die $SU(3)$ Eichtheorie . . . . .	129

8.4	Die Fehlerrechnung . . . . .	131
8.4.1	Die Berechnung von Erwartungswerten und ihren Fehlern . . . .	131
8.4.2	Die Autokorrelationslänge $\lambda$ . . . . .	132
8.4.3	Der Jackknife-Algorithmus . . . . .	132
8.4.4	Die $\chi^2$ -Anpassung . . . . .	133