
Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielsetzung	2
1.3	Vorgehen	2
2	Lagrange-Formalismus für Felder	5
2.1	Lagrange-Formalismus für diskrete Systeme	5
2.2	Lagrange-Formalismus für kontinuierliche Systeme	9
2.3	Anwendung des Lagrange-Formalismus auf ein Beispiel	15
2.4	Zusammenfassung	17
3	Kanonische Quantisierung von Feldern	19
3.1	Kanonische Quantisierung von Feldern im Allgemeinen	19
3.2	Kanonische Quantisierung des Klein-Gordon-Feldes	22
3.2.1	Redefinition des Hamilton-Operators	25
3.3	Zusammenfassung	26
4	Symmetrien und Noether-Theorem	29
4.1	Symmetrien und Noether-Theorem allgemein	29
4.2	Noether-Theorem und Symmetrien im Rahmen der klassischen Feldtheorie	30
4.2.1	Raumzeit-Symmetrien und Lorentz-Gruppe	30
4.2.2	Innere Symmetrien	33
4.3	Symmetrien und Gruppen	37
4.3.1	Abelsche und nichtabelsche Lie-Gruppen	37

4.3.2	Anwendung einer $SO(2)$ -Transformation auf ein Beispiel	40
4.3.3	Anwendung einer $SO(3)$ -Transformation auf ein Beispiel	41
4.4	Noether-Theorem im Rahmen der Quantenfeldtheorie	43
4.5	Zusammenfassung	46
5	Spontane Symmetriebrechung globaler Transformationen	49
5.1	Entartete Grundzustände	49
5.2	Spontane Symmetriebrechung einer kontinuierlichen, globalen Symmetrie (Abelscher Fall)	53
5.3	Spontane Symmetriebrechung einer kontinuierlichen, globalen Symmetrie (Nichtabelscher Fall)	56
5.4	Zusammenfassung	58
6	Das Eichprinzip	61
6.1	Motivation	61
6.2	Das Eichprinzip im Zusammenhang mit einer $U(1)$ -Transformation	64
6.3	Das Eichprinzip im Zusammenhang mit einer $SU(N)$ -Transformation	66
6.3.1	Folgen des Eichprinzips einer lokalen nichtabelschen Transformation	69
6.4	Zusammenfassung	70
7	Spontane Symmetriebrechung lokaler Transformationen	73
7.1	Spontane Symmetriebrechung einer kontinuierlichen, lokalen Transformation (Abelscher Fall)	73
7.2	Spontane Symmetriebrechung einer kontinuierlichen, lokalen Transformation (Nichtabelscher Fall)	78
7.3	Zusammenfassung	81
8	Das Standardmodell der Teilchenphysik	85
8.1	Elektroschwache Wechselwirkung	86
8.1.1	Spontane Symmetriebrechung	89
8.2	Aktueller Forschungsstand	95
8.3	Zusammenfassung	96
9	Fazit und Ausblick	99
	Quellen	101