

## Zusammenfassung

In dieser Dissertation wird das kosmologische Modell der nichtminimalen Higgs-Inflation untersucht. Ziel ist die Zusammenführung des „niederenergetischen“ Standardmodells mit der hochenergetischen Phase der kosmologischen Inflation. Beide Bereiche werden durch verschiedene Theorien beschrieben, welchen allerdings gemein ist, dass sie jeweils die Existenz eines elementaren Skalarfeldes voraussetzen. Das skalare *Higgs-Boson* des Standardmodells ist notwendig, um eine eichinvariante Erklärung der Elementarteilchenmassen zu ermöglichen. Ebenso bedarf es eines skalaren *Inflatons*, um die Phase der beschleunigten kosmischen Expansion zu beschreiben. Dem Modell der Higgs-Inflation liegt die Annahme zugrunde, dass es sich bei diesen skalaren Feldern lediglich um zwei Ausprägungen ein und desselben Teilchens – des *Higgs-Inflatons* – handelt. Um das Modell der Higgs-Inflation widerspruchsfrei mit Beobachtungsdaten der kosmischen Mikrowellen-Hintergrundstrahlung zu vereinbaren, bedarf es der Annahme einer *starken nicht-minimalen Kopplung* des Higgs-Inflatons an die Gravitation. Es wird gezeigt, dass die für die Vorhersagen des Modells der Higgs-Inflation wesentlichen kosmologischen Parameter maßgeblich durch die Quantenkorrekturen der schweren Teilchen des Standardmodells bestimmt sind. Durch Berücksichtigung des Renormierungsgruppenflusses können die um viele Größenordnungen auseinander liegenden Energieskalen des elektroschwachen Vakuums und der Inflation miteinander in Verbindung gebracht werden. Schließlich werden Vorhersagen für die Masse des Higgs-Inflatons abgeleitet, die durch den Large Hadron Collider (LHC) und den Satelliten PLANCK experimentell überprüft werden können.

Diese Ergebnisse finden auch in einem quantenkosmologischen Rahmen Anwendung. Mit Hilfe des Pfadintegralformalismus wird die Wahrscheinlichkeit für ein „Tunneln des Universums aus dem Nichts“ berechnet. Der wahrscheinlichste Wert des Higgs-Inflatons kann als Anfangsbedingung für die Inflation gedeutet werden. Dies kann durch Messung von primordialen Gravitationswellen getestet werden.

Die technische Umsetzung des Modells erfordert die Berechnung des divergenten Anteils der effektiven „off-shell“ Ein-Schleifen-Wirkung für das Higgs-Multiplett. Um die Diskussion so allgemein wie möglich zu halten, wird die Rechnung für ein  $O(N)$ -symmetrisches Multiplett von  $N$  nichtminimal gekoppelten Skalarfeldern und beliebigen funktionalen Kopplungskonstanten ausgeführt. Das Ergebnis kann in geschlossener Form angegeben werden und umfasst aufgrund seiner Universalität viele verschiedene kosmologische Anwendungen.

Auf der Grundlage dieses Ergebnisses wird ferner die physikalische Äquivalenz der beiden in der Kosmologie gebräuchlichen *Jordan-* und *Einstein-Parametrisierungen* untersucht und gezeigt, dass diese auf der Quantenebene mathematisch nicht äquivalent sind. Dies kann auf die fehlende Kovarianz des Formalismus zurückgeführt werden, wodurch viele Aspekte der schon lange andauernden Debatte „Jordan- versus Einstein-Parametrisierung“ hinfällig erscheinen.