

DISS. ETH Nr. 17914

Conformal Aspects of String Theory

A B H A N D L U N G
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN

der

ETH ZÜRICH

vorgelegt von

CHRISTOPH ANDREAS KELLER

Dipl. Phys. ETH, ETH Zürich

geboren am

30. April 1981

von Bannwil BE

Angenommen auf Antrag von

Prof. Matthias R. Gaberdiel, Referent

Prof. Ilka Brunner, Korreferentin

Prof. Bertram Batlogg, Studienvorsteher D-PHYS

2008

Abstract

This thesis deals with aspects of conformal field theory in string theory. It investigates two areas of string theory where two dimensional conformal field theory plays an important role: First, the dynamics of strings and branes are described by their worldsheet CFT and its boundary conditions. Second, the holographic dual of a string theory living on 2+1 dimensional anti-de Sitter space is also given by a two dimensional CFT.

The first part of this thesis investigates perturbations of the worldsheet CFT and the resulting renormalisation group flows: If a bulk theory is perturbed by inserting integrated marginal fields, a flow on the boundary may be induced which changes the brane configuration in such a way that the resulting theory is again conformal. Also, depending on the type of perturbation and the boundary condition, symmetries of the theory may or may not be broken. Conversely, the branes themselves may backreact on the bulk theory via contributions of higher order in the string coupling g_s . These effects are analysed and the corresponding RG equations are obtained.

In a second part, the role of dual CFTs in the framework of the AdS/CFT correspondence is investigated. First, a proposal is made for the dual CFT of a specific configuration of heterotic strings, NS5 branes and Kaluza-Klein monopoles. Second, the existence of extremal CFTs is investigated. Extremal theories are proposed as holographic duals to pure quantum gravity in 2+1 dimensions. Checking this proposal in the bosonic case, one can use the formalism of Zhu to derive differential equations to test the consistency of a given theory. In the $N = 2$ supersymmetric case, the mere existence of the elliptic genus is already a non-trivial consistency test. Such methods are used to make statements on the existence of extremal CFTs.

Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertation behandelt Aspekte von konformen Feldtheorien in der Stringtheorie. Es werden zwei Bereiche der Stringtheorie untersucht, in denen zweidimensionale konforme Feldtheorien eine wichtige Rolle spielen: Einerseits wird die Dynamik von Strings und Branes durch ihre Weltflächen-CFT und die zugehörigen Randbedingungen beschrieben. Andererseits ist die duale Randtheorie zu Stringtheorien, die auf 2+1 dimensionalem anti-de Sitter-Räumen leben, ebenfalls wieder eine zweidimensionale CFT.

In einem ersten Teil werden Störungen der Weltflächen-CFT und die dabei entstehenden Renormierungsgruppen-Flüsse untersucht: Wenn die Theorie mittels eingesetzter, integrierter marginaler Felder gestört wird, kann ein Fluss auf dem Rand der Theorie auftreten, der die Konfiguration der Branes dahingehend verändert, dass die resultierende Theorie wieder konform ist. Zudem können abhängig von der Art der Störung und der Randbedingung Symmetrien der ursprünglichen Theorie gebrochen werden. Andererseits können die Branes auch eine Rückwirkung auf die Bulk-Theorie bewirken durch Beiträge von Diagrammen höherer Ordnung in der String-Kopplungskonstante g_s .

Im zweiten Teil wird die Rolle von dualen konformen Theorien im Rahmen der AdS/CFT-Korrespondenz untersucht. Es wird ein Vorschlag präsentiert für die duale CFT einer bestimmten Konfiguration von heterotischen Strings, NS5-Branen und Kaluza-Klein-Monopolen. Anschliessend wird die Existenz von extremalen CFTs untersucht. Solche Theorien werden aufgestellt als holographische Dualtheorien zu reinen Quantengravitationstheorien in 2+1 Dimensionen. Im bosonischen Fall kann man den Zhu'schen Formalismus benutzen, um Differentialgleichungen herzuleiten, die die Konsistenz einer gegebenen Theorie überprüfen. Wenn die Theorie hingegen $N = 2$ -Supersymmetrie aufweist, ist schon die Existenz des elliptischen Genus ein nicht-trivialer Konsistenztest.