



MASTERARBEIT

„Im Sumpf der Strings“

DANIEL PANEA LICHTIG

Elitestudiengang „Theoretische und Mathematische Physik“

LMU München, Januar 2020

Wie lässt sich die Landschaft der String-Modelle charakterisieren?

Daniel Panea Lichtig hat im Elitemasterstudiengang „Theoretische und Mathematische Physik“ an der Ludwig-Maximilians-Universität München und Technischen Universität München studiert. Dort und am Max-Planck-Institut für Physik hat er Vermutungen in konkreten Modellen getestet, mit denen Elementarteilchentheorien, die sich mit der Gravitation vereinheitlichen lassen von solchen unterscheiden lassen sollen, bei denen dies nicht gelingen kann.

Eine ganze Landschaft von stringtheoretischen Elementarteilchenmodellen

Die Stringtheorie ist der vielversprechendste Versuch, die Einsteinsche Relativitätstheorie, mit der die Schwerkraft beschrieben werden kann, mit der Quantentheorie zu verbinden. Die Grundidee dabei ist, dass die verschiedenen Elementarteilchen wie Elektronen, Quarks oder Photonen alle nur verschiedene Schwingungen einer mikroskopischen Saite sind, man verallgemeinert Punktteilchen zu eindimensionalen fadenartigen Objekten.

Allerdings beschreibt diese Theorie zunächst nur die Physik in einer Welt, in der es nicht drei, sondern neun Raumdimensionen gibt. Um unsere Welt zu beschreiben, muss man sechs dieser Dimensionen zu einer „Calabi-Yau-Mannigfaltigkeit“ aufrollen. Allerdings gibt es sehr viele Arten dies zu tun, Schätzungen ergeben eine astronomische Zahl mit bis zu 500 Dezimalstellen, die jeweils in verschiedenen Elementarteilchentheorien resultieren, die sich etwa in den Arten der vorhandenen Elementarteilchen, ihren Massen und Ladungen unterscheiden.

Leider ist es sehr unübersichtlich, welche Elementarteilchentheorien sich auf diese Weise beschreiben lassen. Daher gehen Forscher jetzt den umgekehrten Weg und versuchen Kriterien zu finden, mit denen sich Elementarteilchentheorien ausschließen lassen, die sich sicher nicht auf diese Weise erhalten lassen. Die Gesamtheit all solcher wird als das „Swampland“ (das Sumpfland) bezeichnet.

Die guten ins Töpfchen...

Ein solches Kriterium ist die „swampland distance conjecture“, die besagt, dass wenn man sich im abstrakten Raum der aus der Stringtheorie hervorgehenden Elementarteilchenmodelle, dem sogenannten Modulraum, bewegt, man nur eine endliche Strecke vorankommen kann, bevor die Elementarteilchenbeschreibung zusammen bricht, da sonst eine exponentiell große Zahl von zusätzlichen leichten und damit unrealistischen weiteren Elementarteilchen auftritt.

In seiner Masterarbeit hat Daniel Panea Lichtig ein konkretes solches Modell zu einer bestimmten Calabi-Yau-Mannigfaltigkeit untersucht und dieses Kriterium bestätigen können. Ausserdem hat er den Mechanismus analysiert, mit dem diese weiteren Teilchen auftreten: Umgekehrt sorgt nämlich die Existenz dieser Teilchen und die von ihnen ausgelösten Quantenkorrekturen dafür, dass das Abstandsmaß im Modulraum die benötigte Form annimmt.

Der Elitemasterstudiengang „Theoretische und Mathematische Physik“ mit seiner großen Zahl an fortgeschrittenen Kursen im interdisziplinären Bereich zwischen Mathematik und Physik bereitet seine

Studierenden bestmöglich darauf vor, solche abstrakten Forschungsarbeiten in aktuellen Themenfeldern schon im Rahmen der Masterarbeit durchführen zu können.

Mehr zum Elitestudiengang „Theoretische und Mathematische Physik“:

🔗 www.theorie.physik-uni-muenchen.de/TMP/

Volltext der Masterarbeit:

🔗 wwwth.mpp.mpg.de/members/palti/images/Panea.pdf