

Der Einfluss meta-empirischer Beurteilungskriterien in der Entwicklung der Stringtheorie (20./21. Jh.)

Die Stringtheorie wird in der populärwissenschaftlichen Literatur gerne als „theory of everything“ bezeichnet: Eine Theorie, die in der Lage sei, alle fundamentalen Teilchen und Wechselwirkungen idealerweise in eine Formel zu vereinheitlichen und somit den reduktionistischen „Traum“ zu verwirklichen. Dieser „alte“ Wunsch zur Vereinheitlichung konnte jedoch nur in einer höherdimensionalen (in 10 bzw. 11 Raumzeit-Dimensionen) Theorie verwirklicht werden und auch nur unter Hinzunahme neuer fundamentaler Entitäten, wie eindimensionaler Strings und mehrdimensionaler Branen. Die Stringtheorie hat sich in den letzten drei bis vier Jahrzehnten als ein Teilbereich der Grundlagenphysik etabliert: Es finden jährliche Konferenzen und Sommerschulen statt und mehrere Lehrbücher sind entstanden, darunter auch ein Lehrbuch für Bachelorstudierende der Physik (Zwiebach 2004). In der letzten Ausgabe der „Top Cited Articles of All Time“ des Hochenergiephysik Online-Archivs Inspirehep befinden sich vier Stringtheorie-Artikel unter den Top Ten. Aus wissenschaftsphilosophischer Perspektive bietet die Institutionalisierung der Stringtheorie hin zu einer „Normalwissenschaft“ in Abwesenheit empirischer Belege einen einzigartigen Untersuchungsgegenstand, um die Rationalität, die Rolle und den Einfluss meta-empirischer Beurteilungsstrategien (Dardashti/Hartmann 2019) bei der Theorienwahl zu untersuchen.

Innerhalb der inhaltlichen Dimension vollzog die Stringtheorie eine interessante Entwicklung. Ursprünglich wurde sie in den 1960er Jahren als Theorie der starken Kernkraft vorgeschlagen, dann aus theoretischen Gründen verworfen und als Theorie aller Wechselwirkungen und Teilchen in den 70er Jahren neu entdeckt (**Inhalt/Layering, Drift**). Nach anfänglichen theoretischen Problemen durchlief sie dann im Jahr 1984 die sogenannte „Erste Superstring-Revolution“. Diese ging jedoch mit dem Postulat einer Vielzahl theoretischer Möglichkeiten einher, die dem Wunsch nach Vereinheitlichung widersprachen. Die erneute Vereinheitlichung dieser theoretischen Möglichkeiten gelang Edward Witten 1995 in der „zweiten Superstring-Revolution“ (**Inhalt/Layering**). Nach diesen Erfolgen konnte man jedoch in den letzten zwei Jahrzehnten vermehrt eine Entwicklung erkennen, in der die Stringtheorie nicht mehr als vereinheitlichende Theorie aller Wechselwirkungen und Teilchen verwendet wird, sondern als „Werkzeugkasten“ ganz unterschiedlicher Bereiche der theoretischen Physik (u. a. die Teilchen-Phänomenologie und die Festkörperphysik) und auch der reinen Mathematik (**Inhalt/Drift**). In diesen unterschiedlichen Disziplinen werden Teile und Ergebnisse der Stringtheorie neu interpretiert oder als methodisches Werkzeug teilweise uninterpretiert gelassen.

Die Schwierigkeit, die Stringtheorie (als vereinheitlichende Theorie) experimentell zu testen, ging einher mit einem offen diskutierten Wandel innerhalb der Dimension der Prozesse und Institutionen. Wie teste und beurteile ich eine Theorie, die jenseits aller experimentellen Möglichkeiten liegt? Inwiefern ist die Stringtheorie überhaupt noch eine wissenschaftliche Theorie, wenn man sie nicht experimentell testen kann? Innerhalb der Wissenschaftsphilosophie führte diese Frage zur Ausarbeitung alternativer, rational rekonstruierter Beurteilungsstrategien, wie das Keine-Alternative Argument oder das Argument der unerwarteten explanatorischen Kohärenz (Dawid 2013). Ob diese alternativen Strategien der Theorienbeurteilung die empirische Methode durch eine „post-empirische“ Methode (Huggett 2014) ersetzen (**Prozesse/Displacement**) oder alternativ immer schon eine Rolle gespielt haben und durch die Abwesenheit empirischer Belege nun eine deutlichere Rolle in der Beurteilung spielen (**Prozesse/Drift**), ist eine aktuelle Frage der wissenschaftsphilosophischen Diskussion. Nach Dawids Ansatz könnte sich die Entwicklung der Stringtheorie und ihre Prominenz durch rationale Kriterien erklären lassen. Demgegenüber stehen kritische Stimmen, die die Entwicklung der Stringtheorie auf ihre institutionelle Dominanz und bestimmte soziologische und psychologische Faktoren zurückführen (Woit 2006; Smolin 2008). Die Wissenschaftlichkeit der Stringtheorie wäre dann eine soziologisch zu verstehende Konsequenz bestimmter Ideologien (Gieryn 1983, 1999; Ritson/Camilleri 2015). Es ist eine Leitthese dieses Projektes, dass das Wechselspiel dieser beiden Ansätze zentral ist, um die Entwicklung der Stringtheorie zu verstehen.

Mögliche Dissertationsprojekte.

(1) Die Entwicklung der Stringtheorie aus Sicht der meta-empirischen Theorienbeurteilung:

Während Dawid (2013) die Möglichkeit einer meta-empirischen Theorienbestätigung erarbeitet hat, fehlt eine detaillierte Anwendung dieser Methoden im Kontext der Stringtheorie. Dawids Beurteilungsstrategien beziehen sich explizit auf die wissenschaftliche Gemeinschaft, daher kann die oben genannte soziologische und institutionelle Dynamik die Verlässlichkeit seiner Methoden in Frage stellen (**Prozesse/Displacement**). Ein Verständnis der Entwicklung der Stringtheorie soll anhand einer Analyse des Wechselspiels dieser unterschiedlichen Dimensionen erarbeitet werden.

(2) Die Rolle meta-empirischer Theorienbeurteilung in der Geschichte der Physik:

Zu untersuchen wäre, inwiefern die meta-empirischen Methoden der Theorienbeurteilung – darunter fallen neben Dawids Kriterien auch die in (Dardashti et al. 2018, 2019) erarbeitete Konzeptualisierung analoger Experimente – in der Geschichte der Physik bereits Anwendung finden (**Prozesse/Drift**) und welche Signifikanz sie für die Entwicklung der entsprechenden Theorien haben.

Potentielle Doktorand*innen. Absolvent*innen der Wissenschaftsphilosophie, -geschichte, -soziologie oder der Physik/Mathematik.