

## **Bericht über die Konferenz „Quantum Theory without Observers III“, 22.-26.04.2013**

**von Lea Boßmann, Christina Dirscherl, Hannes Herrmann,  
Lukas Nickel und Aaron Schaal**

Kaum etwas anderes macht die Arbeit im Physikstudium lohnender als die Momente, in denen man etwas Neues verstanden hat. Womöglich ist der Drang nach Verständnis und Erkenntnis, wie die Welt auf fundamentaler Ebene funktioniert, der wichtigste Grund, sich ursprünglich für das Physikstudium zu entscheiden. Spätestens in der Vorlesung zur Quantenmechanik trifft man hier jedoch auf die ersten Probleme. Selbst wenn man gelernt hat, mit dem Formalismus umzugehen und die gestellten Aufgaben zu lösen, besteht nach wie vor das Problem, dass nicht klar ist, was die Objekte des Formalismus eigentlich bedeuten, wie diese mit der Realität verknüpft sind. Viele unbeantwortete Fragen erzeugen das Gefühl, dass die konventionelle Quantenmechanik auf einem instabilen Fundament aufgebaut ist, was zumindest in Bezug auf das berühmte Messproblem jeder Physiker zugeben sollte. Diese Fragen werden leider allzu häufig übergangen, der Fähigkeit der konventionellen Quantenmechanik, die richtigen experimentellen Vorhersagen zu treffen, wird zu große Bedeutung eingeräumt. „Shut up and calculate!“ heißt das Motto. Darüber hinaus wird gelegentlich in der Quantenmechanik die Aussage getroffen, eine genauere Beschreibung sei nicht möglich. Diese Aussage hat sich allerdings als falsch herausgestellt, denn es gibt sie, die Alternativen, wie zum Beispiel die Bohmsche Mechanik.

Um über diese Problemfelder mehr erfahren zu können, haben wir im Wintersemester 2012/13 im Rahmen einer Reading Class das Buch „Bohmsche Mechanik als Grundlage der Quantenmechanik“ von Prof. Dr. Detlef Dürr besprochen. Vom 22.4. - 26.4.2013 hatten wir dann die Möglichkeit, mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dürr an der Konferenz „Quantum Theory without Observers III“ in Bielefeld teilzunehmen. Die Konferenz bot eine ideale Gelegenheit, die in der Reading Class angesprochenen Themen zu vertiefen, einen Einblick in die aktuelle Forschung zu den Grundlagen der Quantentheorie zu bekommen und darüber hinaus Alternativen zur Auflösung des Messproblems kennenzulernen.

Als Auftakt der Konferenz wurde aus philosophischer Sicht in die Thematik der Konferenz eingeführt. Die Wissenschaftsphilosophen David Albert und Tim Maudlin stellten heraus, dass eine physikalische Theorie das abbilden sollte, was IST, ohne dabei eine prinzipielle Unterscheidung zwischen

beobachtetem und beobachtendem Objekt vorzunehmen. Maudlin erinnerte an John Bells Konzept der „local beables“, auf denen jede Theorie aufgebaut werden solle - auch die Quantenmechanik. Michael Esfeld äußerte die These, man könne aus dem Formalismus einer Theorie nicht ihre Interpretation „ablesen“, wobei unklar blieb, was genau er mit Formalismus meint. Unserer Meinung nach sollte eine ausformulierte Theorie keinen zusätzlichen Interpretationsbedarf haben.

Eine für uns neue Möglichkeit, Quantenmechanik ohne Beobachter zu formulieren, stellen die GRW-Kollapsmodelle dar, bei denen ein stochastischer, nichtlinearer Term zur Schrödingergleichung hinzugefügt wird, der den Kollaps explizit einführt. Es gibt Versionen von GRW mit unterschiedlichen Ontologien (z.B. Massendichte, Flashes). Diese Theorien haben offenbar den Vorteil, dass sie leichter lorentzinvariant formuliert werden können. Besonders interessant hierbei ist, dass die Möglichkeit besteht, sie von der konventionellen Quantenmechanik empirisch zu unterscheiden. Allerdings könnten die neu eingeführten Naturkonstanten von GRW immer den experimentellen Tatsachen angepasst werden, was eine Falsifizierung erschwert.

Bohmsche Mechanik war uns ohnehin schon vertrauter, weswegen der Vortrag über Versuche, Bohmsche Mechanik relativistisch zu formulieren, von größtem Interesse für uns war. Eine eindrucksvolle Anwendung der Bohmschen Mechanik ist die Möglichkeit, bedingte Wellenfunktionen zu verwenden, um Bahnen in Vielteilchensystemen zu simulieren.

Weitere Referenten stellten verschiedene Ansätze vor, beispielsweise Consistent Histories und Compatible Quantum Theory. Es fiel uns schwer zu entscheiden, ob unser Vorwissen zu gering für die äußerst abstrakten Vorträge war oder deren Aussagen unklar. Wir sind uns jedoch relativ sicher, dass die Hilbertraumontologie oder die Ontologie  $(\omega, \{\tau_{t,s}\}, (\zeta_t^\omega)_{t \in \mathcal{R}})$  keine gewinnbringenden Ansätze sind.

Bei den Vorträgen über Experimente war es besonders aufschlussreich, zu erfahren, wie die verschiedenen theoretischen Ansätze zur Anwendung gebracht werden können. Harald Weinfurter berichtete von seinen Versuchen, die Verletzung der Bellschen Ungleichungen „loophole-free“ nachzuweisen. Ebenfalls bemerkenswert sind die schwachen Messungen, stellen sie doch eine Möglichkeit dar, die Bahnen von Teilchen statistisch zu bestimmen. Die große Ähnlichkeit zwischen den rekonstruierten und den von der Bohmschen Mechanik vorhergesagten Trajektorien beim Doppelspaltexperiment ist wirklich beeindruckend.

Eingeleitet durch einen Vortrag über Nichtlokalität und die Bellsche Ungleichung entwickelte sich eine intensive Diskussion, die die ganze Konferenz prägte. Während viele Konferenzteilnehmer die Ansicht vertreten, dass aus

der Verletzung der Bellschen Ungleichungen zwingend folgt, dass die Natur nichtlokal ist, wurde dies von einigen heftig bestritten. Wir sind der Meinung, dass die Verfechter der Lokalität Bells Argumentation nicht richtig verstanden haben, und hatten überdies den Eindruck, dass die Debatte häufig an der Sache vorbeiging. Dies lag vermutlich auch daran, dass keine Einigkeit über die Bedeutung einiger Begriffe bestand und die Diskussionsbeiträge zu wenig aufeinander eingingen. Oft verhinderten wohl auch verhärtete Weltanschauungen eine Offenheit gegenüber vom eigenen Standpunkt abweichenden Argumenten. Die Erfahrungen der Konferenz haben uns gezeigt, wie wichtig es ist, Fragen präzise zu beantworten, Beiträge kurz und prägnant zu halten und zu versuchen, andere Positionen nachzuvollziehen.

Rückblickend war die Konferenz eine außergewöhnliche Möglichkeit, einen Einblick in das wichtige Themenfeld der Quantum Foundations und die Community zu erhalten. Wir konnten uns während dieser Zeit intensiv mit den aufgeworfenen Fragen beschäftigen. Außerdem ergaben sich viele Anknüpfungspunkte für weitere Diskussionen in der Reading Class. Wir möchten uns vor allem bei Detlef Dürr bedanken, der uns nicht nur die Möglichkeit gab, an der Konferenz teilzunehmen, sondern sich auch in Bielefeld sowie danach sehr viel Zeit für uns nahm und der immer für Fragen offen ist. Wir sind sehr froh, dass es Programme wie COST gibt, die derartige Zusammenkünfte ermöglichen, außerdem gilt unser Dank dem Programm Lehre@LMU für die finanzielle Unterstützung.