

Studienstiftung des Deutschen Volkes

München, 10. Februar 2018

Betreff: Stellungnahme zum Stand der Dissertation von Herrn Lukas Nickel

Sehr geehrte Damen und Herren,

im Folgenden nehme ich zum aktuellen Stand des Forschungsprojekts von Herrn Nickel Stellung.

Das Projekt von Herrn Nickel ist zweigeteilt: 1) Die mathematische Klassifizierung der allgemeinen Bedingungen für Paarpotentiale, unter welchen die 1932 von P.A.M. Dirac eingeführte quantenmechanische Multizeitentwicklung wohl-definiert sind und eindeutige Lösungen liefern. 2) Einen rigorosen Existenz- und Eindeutigkeitsbeweis für Lösungen des Multizeitmodells von Dirac, Fock und Podolsky (1934), das Wechselwirkung nicht über Paarpotentiale, sondern mit Hilfe zweitquantisierter Potentiale beschreibt, und auf dessen Grundlage später Tomonaga die relativistische Invarianz der Quantenelektrodynamik zeigen konnte. Wie schon in meiner ersten Stellungnahme berichtet, hat Herr Nickel Punkt 1) in großer Allgemeinheit geklärt und diese Arbeit schon im *Journal of Mathematical Physics* veröffentlicht.

Seit dieser Veröffentlichung arbeitete Herr Nickel intensiv an Punkt 2), was den Hauptteil seiner Dissertation ausmacht. Wie schon in meinem ersten Bericht geschrieben, hat Herr Nickel schon früh eine Beweisstrategie erarbeitet, die nun im Detail angepasst und ausgeführt werden musste. Herr Nickel hat im letzten Jahr dahingehend große Fortschritte gemacht. Die größte technische Schwierigkeit in seinem Unternehmen war, dass mögliche Lösungen im betrachteten Multizeit-System von partiellen Differentialgleichungen eine Integrabilitätsbedingung erfüllen müssen, die aber nur durch punktweise Auswertung der Lösungen überprüft werden kann. Die funktionalanalytischen Standardmethoden liefern zunächst aber nur schwache Lösungen, die nicht unbedingt die punktweise Auswertung ermöglichen. Herrn Nickel

gelang es aber, eine Kombination bestehender, funktionalanalytischer Resultate so an sein Problem anzupassen, dass er nun für eine dicht liegende Menge von Anfangswerten die Existenz und Regularität der Einzelzeitentwicklungen kontrollieren kann. Diese Menge musste überdies so geschickt gewählt werden, dass sie unter den Einzelzeitentwicklungen invariant bleibt und diese Identifikation war ein hoch-technischer und dementsprechend aufwendiger Schritt. Unter Ausnutzung dieser Eigenschaft konnte Herr Nickel auch die Verkettung der Einzelzeitentwicklungen kontrollieren und die Existenz von punktweise auswertbaren Lösungskandidaten des Multizeitsystems zeigen. Dies erlaubte die Integrabilitätsbedingung zu überprüfen und damit sowohl die Existenz wie auch Eindeutigkeit von Lösungen des Multizeitsystems zu beweisen. Dass dies nur auf einer Teilmenge von möglichen Anfangswerten gilt, war keine Überraschung (wegen der Forderung nach punktweiser Auswertung), stellt jedoch auch keine Einschränkung dar, da diese Menge dicht liegt und somit alle Anfangswerte approximieren kann.

Der Hauptteil der ausstehenden Arbeit gilt der Analyse dieser Lösungen. Insbesondere soll gezeigt werden, dass das resultierende System in der Tat eine relativistische Wechselwirkung beschreibt. Dies ist vor dem Hintergrund seiner schon veröffentlichten Arbeit ein wichtiger Schritt. Zusammen mit seinen bisherigen Resultaten, würde dies mathematisch rigoros zeigen, dass durch Potentiale vermittelte, quantenmechanische, relativistische Mehrteilchenwechselwirkung nur möglich ist, wenn diese Potentiale auch zweitquantisiert sind. Diesem Teil wird sich Herr Nickel im letzten Abschnitt seiner Promotion hauptsächlich widmen. Darüber hinaus hat Herr Nickel mit meiner Befürwortung und Einverständnis eine eigenständige Kollaboration mit Herrn Dr. Matthias Lienert (Rugers, USA) begonnen, in dem ein in der Masterarbeit von Herrn Nickel studiertes Modell einer relativistischen, quantenmechanischen Multizeitentwicklung, um Erzeugungs- und Vernichtungsprozess von Teilchen erweitert werden soll. Dieses Projekt ist thematisch sehr nahe an Herrn Nickels Promotionsthema und wird deshalb in seine Promotionarbeit mit einfließen.

Darüber hinaus ist zu betonen, dass Herr Nickel neben seiner Promotion Lehraufgaben im Umfang einer 1/4 Stelle übernimmt und sich sehr aktiv auf Konferenzen und in Form von Seminarvorträgen in die wissenschaftliche Gemeinschaft einbringt. Dieses Semester betreut er zum Beispiel mit einem weiteren Doktoranden von mir ein Studentenseminar in eigener Regie.

Angesichts der bisherigen Erfolge bin ich äußerst zuversichtlich, dass Herr Nickel auch den letzten Teil seines Forschungsprojektes bis Ende des Jahres erfolgreich abschließen wird und zum angestrebten Termin im März 2019 eine exzellente Doktorarbeit abgeben wird.

Mit freundlichen Grüßen,

Dirk - André Deckert

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of a large, flowing 'D' followed by a series of loops and a final upward stroke.

Anlagen: Formular zum Promotionsverlauf