

**Das Graduiertenkolleg 2575 „Rethinking Quantum Field Theory“ nimmt seine Arbeit auf.**

Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Graduiertenkolleg (GRK) 2575 „*Überdenken der Quan­ten­feld­theo­rie - Rethinking Quantum Field Theory*“ hat seine Arbeit aufgenommen. Pandemiebedingt verzögerte sich die Einstellung der ersten beiden Kohorten auf den Herbst 2020. Zum Oktober geht das Kolleg aber nun mit 15 Promovierenden aus 10 Ländern und zwei Postdoktoranden an den Start. Das GRK wird sich mit drängenden theoretischen Fragen und wesentlichen Innovationen der Quantenfeldtheorie beschäftigen, die über etablierte Methoden hinausgehen. „Die Quantenfeldtheorie ist ein hochentwickelter spezialisierter Formalismus der theoretischen Physik zur Beschreibung von wechselwirkenden Vielteilchensystemen. Dennoch sind noch grundlegende Fragen offen, insbesondere in der Beziehung zur Gravitation, und gerade in den letzten Jahren haben sich hier faszinierende, ja beinahe revolutionäre Innovationen eingestellt, die im Rahmen des Graduiertenkollegs weiter erforscht werden“, sagt der Sprecher Prof. Dr. Jan Plefka, Leiter der Arbeitsgruppe Quantenfelder und Stringtheorie am Institut für Physik. Die Pandemie erschwert jedoch weiterhin die Arbeit. „Glücklicherweise sind wir Theoretiker auch im Home Office mit Laptop, Papier und Bleistift, Mathematica und Zoom beinahe voll arbeitsfähig. Was jedoch zu kurz kommt ist der spontane Austausch zwischen uns, etwa im Common Room beim Kaffee oder beim gemeinsamen Lunch, bei denen häufig neue Ideen entstehen. Jedes Meeting ist nun geplant.“ So werden sämtliche Kurse, Kolloquien und Seminare auch im Wintersemester 2020/21 virtuell durchgeführt werden müssen. Auch ist aktuell unklar, ob das erste Retreat im November wie geplant in Präsenz durchgeführt werden kann. „Die Organisation ist in vollem Gange. Gerade die erste Tagung ist uns sehr wichtig, um allen Beteiligten die Möglichkeit zu geben, sich in ungezwungenem Rahmen kennen zu lernen", erklärt PD Dr. Oliver Bär, der Koordinator des GRKs.

Das Graduiertenkolleg wird von 13 Principal Investigators getragen und schließt sämtliche Arbeitsgruppen in der theoretischen Teilchenphysik am Institut für Physik ein. Weitere Kooperationspartner sind das Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik und das Helmholtz Zentrum DESY. „Gerade die inhaltliche Breite machen das GRK so attraktiv. Sie bietet den jungen Nachwuchswissenschaftlern viele Möglichkeiten, über den Tellerrand ihres eigenen Projektes zu schauen", erläutert der stellvertretende Sprecher Prof. Dr. Agostino Patella. „Es ist das ausgesprochene Ziel des GRKs, die Promovierenden umfassend und breit auszubilden und sie somit auf eine wissenschaftliche Karriere vorzubereiten."

Die Quantenfeldtheorie als Vereinigung von Quantenmechanik und spezieller Relativitätstheorie stellt eine der wesentlichen intellektuellen Leistungen des letzten Jahrhunderts dar. Diese theoretischen Fortschritte, eng verbunden mit experimentellen Beobachtungen, führten zum Standardmodell der Elementarteilchenphysik. Mit der experimentellen Entdeckung des Higgsbosons im Jahr 2012 verfügen wir heute somit über eine empirisch validierte und mathematisch konsistente Theorie bis zu höchsten Energieskalen. Dennoch weisen eine Reihe von terrestrischen Experimenten, sowie die astrophysikalisch gesicherte Existenz von dunkler Materie und Energie darauf hin, dass das Standardmodell nicht die finale Theorie der Teilchenphysik sein kann. Parallel hierzu zwingen drängende theoretische Fragen, wie die Natur der Quantengravitation, das Hierarchieproblem oder die Entdeckung von Dualitäten zwischen verschiedenen Quantenfeldtheorien, etablierte Formulierungen zu überdenken. In jüngerer Zeit sind entscheidende Innovationen in der Quantenfeldtheorie erreicht worden, die zu einem ernsthaften Überdenken ihrer Grundprinzipien geführt haben. Diese beinhalten neue Methoden der Störungstheorie, Dualitäten und versteckte Symmetrien, die prominente Rolle effektiver Feldtheorien, moderne Methoden für Streuamplituden sowie der Gradientenfluss in der Gitterfeldtheorie. Die weitere Entwicklung dieser Methoden und Konzepte der modernen Quantenfeldtheorie in der Form eines Überdenkens der Quantenfeldtheorie stellen die gemeinsame Basis dieses Graduiertenkollegs dar. Hieraus folgt ein anspruchsvolles Qualifizierungsprogramm, das sich am aktuellen Forschungsstand orientiert.

<https://www2.hu-berlin.de/rtg2575/>

The Research Training Group 2575 “Rethinking Quantum Field Theory” starts its work.

The Research Training Group 2575 “Rethinking Quantum Field Theory”, funded by the German Research Foundation (DFG), has started its work. Due to the pandemic, the hiring of the first two cohorts was delayed until autumn 2020. In October, however, the Research Training Group (RTG) will start with 15 doctoral students from 10 countries and two postdocs. The RTG will deal with pressing theoretical questions and key innovations in quantum field theory that go beyond established methods. “Quantum field theory is a highly developed formalism of theoretical physics for the description of interacting many-body systems. Nevertheless, fundamental questions are still open, especially in relation to gravity, and in recent years fascinating, almost revolutionary innovations have emerged here, which are being further researched within the our new graduate school, ”says the spokesman Prof. Dr. Jan Plefka, head of the Quantum Fields and String Theory group at the Institute of Physics. However, the pandemic continues to make work difficult. “Fortunately, we theorists are almost fully operational in the home office with a laptop, paper and pencil, Mathematica and Zoom. What is missing, however, is the spontaneous exchange between us, for example in the common room over coffee or at lunch, where new ideas often arise. Every meeting is now planned. ”All courses, colloquia and seminars of the RTG will also have to be held virtually in the winter semester 2020/21. It is also currently unclear whether the first retreat in November can be held as planned. “The organization is in full swing. The first conference in particular is very important to us, in order to give everyone involved the opportunity to get to know each other in an informal setting, "explains PD Dr. Oliver Bär, the coordinator of the GRK.

The graduate college is supported by 13 principal investigators and includes all working groups in theoretical particle physics at the Institute of Physics. Further cooperation partners are the Max Planck Institute for Gravitational Physics and the Helmholtz Center DESY. “The scientific breadth is what makes the GRK so attractive. It offers young academics many opportunities to think outside the box of their own project, "explains deputy spokesman Prof. Dr. Agostino Patella." It is the stated aim of the RTG to train doctoral candidates comprehensively and broadly, and thus to provide an ideal basis for a career in science. "

Quantum field theory as the unification of quantum mechanics and special relativity represents one of the main intellectual achievements of the last century. These theoretical advances, closely connected with experimental observations, led to the standard model of elementary particle physics. With the experimental discovery of the Higgs boson in 2012, we now have an empirically validated and mathematically consistent theory up to the highest energy scales. Nevertheless, a series of terrestrial experiments, as well as the astrophysically proven existence of dark matter and energy, indicate that the Standard Model cannot be the final theory of nature. At the same time, pressing theoretical questions such as the structure of quantum gravity, the hierarchy problem or the discovery of dualities between different quantum field theories force established formulations to be reconsidered. More recently, crucial innovations have been achieved in quantum field theory that have led to a serious rethinking of its basic principles. These include new methods of perturbation theory, dualities and hidden symmetries, the prominent role of effective field theories, modern methods for scattering amplitudes and the gradient flow in lattice field theory. The further development of these methods and concepts of modern quantum field theory – or simply the rethinking quantum field theory -represent the common basis of this graduate school. These demands result in a challenging qualification program that is based on the current state of research.