

Future Challenges in Non-Leptonic B Decays: Theory and Experiment

610. WE-Heraeus-Seminar

Die Überprüfung des Standardmodells der Teilchenphysik sowie die Suche nach Effekten jenseits dieses Modells gehören zu den wichtigsten Themen der aktuellen Hochenergiephysik. Neben den direkten Suchen bei höchsten Energien haben auch präzise Experimente bei niedrigeren Energien eine hohe Sensitivität auf Effekte jenseits des Standardmodells. Insbesondere die Zerfälle von Bottom-Hadronen, also von Teilchen, die ein bottom-Quark enthalten, gelten hier als besonders geeignet. Die aktuell laufenden sowie die geplanten Experimente zu solchen Prozessen am LHC am CERN sowie am KEK in Japan werden Daten mit so hoher Präzision gewinnen, dass die theoretische Beschreibung wesentlich weiterentwickelt werden muss. Dies betrifft im Wesentlichen das nichtstörungstheoretische Verständnis der starken Wechselwirkung, da die Quarks in den Hadronen gebunden sind.

Die sog. nicht-leptonischen Zerfälle von Bottom-Hadronen spielen hierbei eine herausragende Rolle, da diese eine hohe Sensitivität für mögliche „neue Physik“ haben und einen Einblick in sehr fundamentale Fragen erlauben. Beispielsweise sind diese Zerfälle sehr sensitiv auf die Verletzung der CP-Symmetrie, die für die Entstehung der Materie-Antimaterie-Asymmetrie des Universums eine wichtige Rolle spielt.

Vom 10. bis 12. Februar 2016 trafen sich 36 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus elf Ländern, um die Herausforderungen in diesem Gebiet zu diskutieren. Ziel des Seminars war es, international anerkannte Experten aus der Hadronenphysik, der Elementarteilchenphysik, der Gittersimulation von hadronischen Prozessen sowie der experimentellen Seite zusammenzuführen. In 23 Vorträgen wurden der aktuelle Stand in Experiment und Theorie diskutiert und die Methoden kritisch analysiert.

Das Physikzentrum in Bad Honnef bot den idealen Rahmen, sowohl für die Vorträge als auch für die anschließenden Diskussionen. Insbesondere der Austausch zwischen den verschiedenen „Communities“ hat klar die Notwendigkeit unterstrichen, die experimentellen Methoden sowie die theoretischen Verfahren weiter zu verfeinern. Erste neue Ansätze und Ideen sind diskutiert worden, welche die Methodik aus den verschiedenen Bereichen zusammenführen und die künftigen Entwicklungen in diesem Gebiet beeinflussen werden. Wir danken nochmals der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung dafür, dieses inspirierende Seminar ermöglicht zu haben.

Javier Virto, Tobias Huber
und Thomas Mannel

Simulating Quantum Processes and Devices

624. WE-Heraeus-Seminar

Die faszinierenden Fortschritte in der Fabrikation und Kontrolle komplexer Quantensysteme von der Atom- bis zur Festkörperphysik erfordern ausgefeilte numerische Techniken, um die zugrundeliegende Vielteilchen-Quantendynamik zu verstehen. Die Entwicklungen der jeweiligen Fachgebiete verlaufen allerdings oftmals parallel, mit zu wenig Austausch und Querbezügen über die einzelnen Horizonte hinweg. Ziel dieses Seminars, das vom 19. bis 22. September im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, war es, einen solchen Austausch zwischen den Disziplinen, aber auch zwischen erfahrenen und Nachwuchswissenschaftlern zu fördern.

Hochkarätige Repräsentanten, die sich mit Simulationen von Quantenprozessen und aktuellen experimentellen Realisierungen befassen, stellten in Einführungs- und Vertiefungsvorträgen die wichtigsten gegenwärtigen Verfahren vor, die in größerer Runde diskutiert und durch Kurzbeiträge junger Forscherinnen und Forscher ergänzt wurden.

Komplexität in nicht-relativistischen Quantensystemen spielt augenblicklich vor allem beim Ladungstransport in Festkörpersystemen, bei der Dekohärenz in offenen Systemen, bei Phasenübergängen in Vielteilchensystemen und für zeitlich getriebene Quantensysteme eine fundamentale Rolle. Da sich alle Observablen aus der Kenntnis des Dichteoperators bestimmen lassen, ist es Ziel, diesen möglichst effizient und akkurat aus einer Simulation der Quantendynamik zu gewinnen. Verfahren zur Berechnung der sog. reduzierten Dichte wie stochastische Methoden (stochastische Schrödinger-, Liouville-von Neumann-Gleichungen), Quanten-Monte-Carlo, semiklassische Verfahren und auf Pfadintegralen basierende Hierarchien von Bewegungsgleichungen stehen dabei neben solchen des vollen Hilbert-Raumes wie Tensornetzwerke, Renormierungsgruppen, zeitabhängiges Hartree-Fock-Verfahren oder Nichtgleichgewichts-Green-Funktionen. Interessanterweise zeigten die Diskussionen, dass das Verbinden dieser Methoden zu Hybridverfahren weiteren Fortschritt erlauben kann. Auch Vergleiche der Stärken und Schwächen der unterschiedlichen Verfahren, z. B. durch Anwendung auf Benchmark-Systeme, sind dringend erforderlich. Hier sind in vier Tagen neue Ansätze und Kooperationen entstanden. Die Teilnehmer haben den Aufenthalt in Bad Honnef in jeder Hinsicht sehr genossen. Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die Unterstützung.

Joachim Ankerhold, Simone Montanero
und Jürgen Stockburger

The High-Energy LHC – Interplay between Precision Measurements and Searches for New Physics

625. WE-Heraeus-Seminar

Während der ersten großen Datennahmeperiode am Large Hadron Collider (LHC) des CERN gelang es, das Higgs-Boson in Proton-Proton-Kollisionen bei Schwerpunktsenergien von 7 und 8 TeV zu entdecken. Damit war zwar das letzte vom Standardmodell vorhergesagte Teilchen gefunden, allerdings ließ sich mit den Messergebnissen nicht einwandfrei klären, ob die Eigenschaften des gefundenen Teilchens genau den vom Standardmodell vorhergesagten entsprechen. Auch ergaben die Daten keine Hinweise auf weitere Phänomene jenseits des Standardmodells. Diese Fragen stehen in der neuen Datennahme („Run II“) am LHC bei einer Schwerpunktsenergie von 13 TeV im Vordergrund. Die Interpretation der ersten Ergebnisse, die im Sommer 2016 vorlagen, erfordert auf theoretischer Seite Präzisionsvorhersagen und gegebenenfalls die Entwicklung geeigneter Modelle.

Die Verknüpfung von Präzision und direkter Suche nach „Neuer Physik“ und das Wechselspiel von Experiment und Theorie bildeten das Leitmotiv des 625. WE-Seminars, welches vom 17. bis 20. Oktober 2016 im Physikzentrum in Bad Honnef stattfand. Die Nachwuchswissenschaftler/innen hatten die großartige Gelegenheit, diese Themen mit hochrangigen Experten und Vortragenden aus der theoretischen und experimentellen Teilchenphysik zu diskutieren. Marumi Kado (LAL Orsay) eröffnete das Seminar mit einem Übersichtsvortrag über die experimentellen Ergebnisse vom LHC. Es folgten 20 Vorträge aus experimentellen und theoretischen Bereichen der Physik am LHC, mit krönendem Abschluss durch den Vortrag von Keith Ellis (IPPP, Durham) über den Status des Standardmodells, die Bedeutung von Präzisionsvorhersagen für die LHC-Physik und mit seinen Visionen für die Zukunft.

In einer Postersitzung konnten die Nachwuchswissenschaftler/innen ihre Forschung an vorderster Front der experimentellen und theoretischen Teilchenphysik präsentieren. Julia Djuvsland, Nils Faltermann und Peter Tornambè erhielten die Preise für die besten drei Poster.

Ein weiterer Höhepunkt des Seminars war der begeisterte Vortrag von Rohini Godbole (Indian Institute of Science, Bangalore) über das Leben von Frauen in den Naturwissenschaften. Daran schloss sich eine sehr lebhaft Diskussionsrunde über die Ursachen des relativ niedrigen Frauenanteils in der Forschung und mögliche Abhilfen. Beim 625. WE-Heraeus-Seminar war der Frauenanteil mit 33 Prozent erfreulicherweise überdurchschnittlich hoch.

Dr. Javier Virto, Dr. Tobias Huber, Prof. Dr. Thomas Mannel, Universität Siegen

Prof. Dr. Joachim Ankerhold, apl. Prof. Dr. Simone Montanero und Priv.-Doz. Dr. Jürgen Stockburger, Institut für Komplexe Quantensysteme, Universität Ulm