

## Quantum Chromodynamics and its Symmetries

### 679. WE-Heraeus-Seminar

45 Jahre nach der Formulierung der Quantenchromodynamik (QCD) als Theorie der starken Wechselwirkung zwischen Quarks und Gluonen gibt es zahlreiche experimentelle Befunde, aber keine mathematisch exakten Verfahren, die in allen Energiebereichen zu vollständigen Lösungen führen. Mechanismen wie Confinement und Brechung der chiralen Symmetrie werden in Rechnungen der Gittertheorie zwar beobachtet, dennoch bleiben viele Fragen offen. Nur bei hohen Energien lässt sich die QCD über störungstheoretische Methoden verlässlich lösen. Im Experiment untersucht man heute Massen und Strukturen der Hadronen bei niedrigen Energien sowie bei hohen Teilchendichten und Temperaturen, wie sie in Sternen oder im jungen Universum vermutet werden.

Bei der Erzeugung der Hadronenmassen werden den Gluon-Quantenfeldern die wesentlichen Rollen zugemessen. Ihre Effekte sind bei hohen und niedrigen Energien und hinsichtlich der Quark-Flavors aber offenbar sehr verschieden. Zumindest im Sektor der leichten Quarks wird neben dem Gluon-Kondensat die dynamische Brechung der chiralen Symmetrie der QCD bei niedrigen Energien für die Massenerzeugung als maßgeblich angesehen. Bei höheren Energien und Temperaturen sollte eine Restaurierung der chiralen Symmetrie stattfinden. Insbesondere sollte es einen Phasenübergang von der hadronischen Phase zu einem Quark-Gluon-Plasma geben. Demnach ist zu erwarten, dass der Übergang zur chiral restaurierten Phase mit der Aufhebung des Confinements einhergeht. Bei diesem Seminar, das vom 10. bis 14. September 2018 in Oberwölz, Österreich, stattfand, wurde intensiv und zum Teil kontrovers über die Art dieses Übergangs diskutiert.

Zentrales Thema war die Rolle von Symmetrien. In knapp 40 Vorträgen wurden Analysen von Schwerionen-Experimenten, das Phasendiagramm der QCD in Abhängigkeit von Temperatur und Teilchendichte, Spektroskopie von Hadronen mit leichten und schweren Quarks, die axialen  $U(1)$ - und unitären  $SU(N)$ -Symmetrien, Eigenschaften des Dirac-Operators, emergente Symmetrien und topologische Eigenschaften besprochen. Die Tagung hatte den Charakter eines Workshops, an dem wesentliche Experten der QCD und darüber hinaus teilnahmen. Darunter war auch Nobelpreisträger Gerard 't Hooft, der in zwei Vorträgen über den Brout-Englert-Higgs-Mechanismus der Symmetriebrechung und über Quantenmechanik Schwarzer Löcher sprach.

**Prof. Dr. Harald Fritzsch**, LMU München;  
**Prof. Dr. Leonid Glozman**, **Prof. Dr. Christian B. Lang**, **Prof. Dr. Willibald Plessas**, U Graz

## Materials Development for Automotive Propulsion

### 680. WE-Heraeus-Seminar

Bei diesem interdisziplinären Treffen, das vom 14. bis 17. Oktober 2018 in Bad Honnef stattgefunden hat, stand die Entwicklung neuer Materialien für Batterien, Brennstoffzellen und zur Erzeugung synthetischer Brennstoffe im Fokus. Am ersten Tag befassten sich Übersichtsvorträge mit der Materialentwicklung in der universitären Forschung (Jin Suntivich, Cornell, USA; Bettina Lotsch, MPI Stuttgart und LMU München) und in der Industrie (Tanja Graf, Volkswagen) sowie mit möglichen Recycling-Strategien (Anke Weidenkaff, Fraunhofer IWKS und TU Darmstadt).

Neben den gewohnt exzellenten Beiträgen der eingeladenen Keynote-Sprecherinnen möchten wir die Beiträge vielversprechender Nachwuchswissenschaftler hervorheben: So zeigte Jonathan Quinson (U Kopenhagen), dass Synthese- und Ink-Präparation maßgeblich die Aktivität von Platinkatalysatoren beeinflussen. Beth Johnston (U Glasgow) führte in die Myon-Spin-Spektroskopie ein und stellte ihre Ergebnisse zur lokalen Diffusion in Li-Ionen-Batterien vor. Große Resonanz fand auch die Vorstellung einer neuen Synthesemethode für die Herstellung edelmetallfreier Sauerstoffreduktionskatalysatoren durch Katrin Ebner (Paul-Scherrer-Institut, Villigen, Schweiz) – ihr Vortrag wurde als bester Nachwuchswissenschaftler-Vortrag ausgewählt. Elinor Josef (MPI Golm) präsentierte ihre Ergebnisse zur Herstellung kohlenstoffbasierter Stromkollektoren für Li-Ionen-Batterien, die über einen Elektrospeining-Prozess hergestellt wurden.

Einstimmig wurde das Poster von Justin L. Andrews (Texas A&M) zu  $V_2O_5$ -Kathoden für Batterien als exzellenter Beitrag ausgewählt. Außerdem erhielten Posterpreise: Pascal Theis (TU Darmstadt) und David Santos (Texas A&M).

Aufgrund des schönen Wetters wurden am Dienstag die Pausen gestrafft, sodass der späte Nachmittag für Wanderungen zur Burgruine Drachenfels und zum Rhein zur Verfügung stand. Am Abend fand, mit sehr hoher Resonanz bei den Nachwuchswissen-

schaftlerInnen, eine Diskussionsrunde zur Vereinbarkeit von Familie und Beruf sowie den unterschiedlichen Karrieremodellen in Deutschland und dem Ausland statt.

An dem Seminar nahmen etwa 60 Wissenschaftler aus Deutschland (60 %), Europa (20 %) und Übersee (20 %) teil. Hervorzuheben ist, dass der Frauenanteil bei über der Hälfte lag. Wir danken der WE-Heraeus-Stiftung herzlich für die Unterstützung zur Durchführung dieses Seminars.

**Prof. Dr. Ulrike Kramm**, **Dr. Christina Birkel**,  
**Prof. Bai-Xiang Xu**, TU Darmstadt

## Particle Physics with Cold and Ultracold Neutrons

### 681. WE-Heraeus Seminar

Die Teilchenphysik mit kalten und ultrakalten Neutronen erlaubt es, wichtige Parameter des Standardmodells der Teilchenphysik zu bestimmen und indirekt nach neuen Wechselwirkungen und Teilchen mit Hilfe von extremer Präzision zu suchen. Dabei ist das Neutron mit seinen Eigenschaften zumeist selbst das untersuchte Objekt. Typische Experimente sind die Suche nach einem hypothetischen elektrischen Dipolmoment des Neutrons, die Untersuchung des schwachen Zerfalls des Neutrons bis hin zur Ramsey-Spektroskopie mit gravitativ gebundenen Zuständen des Neutrons.

Nicht zuletzt durch das Schwerpunktprogramm SPP 1491 der DFG zu diesem Thema und einer Vielzahl erfolgreicher Experimente in Europa, Amerika, Russland, Japan und Kanada gab es in den letzten Jahren weltweit zahlreiche neue Ergebnisse und Entwicklungen, die während des Seminars vom 24. bis 26. Oktober 2018 im gemütlichen Rahmen des Physikzentrums Bad Honnef eingehend diskutiert wurden. Die Übersichtsbeiträge der überwiegend jungen Sprecherinnen und Sprecher deckten einen großen Themenbereich in Theorie und Experiment ab. Dabei blieb reichlich Zeit für Diskussionen und Ideenaustausch. Neben den neuen Resultaten lag der Fokus auf der Einbettung in den größeren Rahmen der Teilchen- und Kernphysik und dem Ausblick auf zukünftige Experimente und Quellen wie die im Bau befindliche Europäische Spallationsquelle ESS.

Eine lebhafteste Poster-Sitzung mit vielen Beiträgen ergänzte die 15 eingeladenen Vorträge. Dabei wurden fünf ausgewählte Poster in fünfminütigen Kurzvorträgen vorgestellt – ein Format, das sich als hervorragend geeignet erwies.

Untersuchungen des schwachen Zerfalls des Neutrons sind inhaltlich eng verbunden mit Beschleuniger-Experimenten, z. B. zu B-Zerfällen an den Experimenten Belle und LHCb. Historisch ist der Austausch zwischen diesen Gebieten der Physik gering. Eine Sitzung widmete sich daher explizit dieser Verbindung in Theorie und Expe-

## Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung

Deadline für Anträge zur nächsten Sitzung der Stiftungsgremien:

**22. März 2019**  
(zur Sitzung Mitte April 2019)

Bitte nehmen Sie schon vor der Deadline Kontakt mit der Stiftung auf.