

## Exoplanets: Bridging the Gap between Theory and Observations

### 629. WE-Heraeus-Seminar

Mehr als 20 Jahre nach den ersten Entdeckungen extrasolarer Planeten zeichnet sich immer deutlicher ab, wie vielfältig Planeten um andere Sterne sind. Dies betrifft ihre Entstehung und Zusammensetzung ebenso wie die Atmosphäre sowie die Möglichkeit, dass sich Leben wie auf der Erde entwickelt hat. Immer bessere Detektions- und Analysemethoden sowie der Betrieb von zahlreichen Beobachtungsprogrammen lassen das Wissen über Exoplaneten rasant anwachsen. Von den Planeten in unserem Sonnensystem haben wir ein vergleichsweise umfangreiches Wissen, und die Theorie der Stern- und Planetenentstehung liefert detaillierte Modelle und Vorhersagen zur Existenz und Beschaffenheit der fremden Welten.

Im 629. WE-Heraeus-Seminar konnten wir einen Überblick geben über das heutige Wissen zu extrasolaren Planeten. Wir haben den Versuch unternommen, die umfangreichen Theorien und zahlreichen Beobachtungen in einem gemeinsamen Bild zu verstehen. Gibor Basri (UC Berkeley) eröffnete das Seminar mit einem eindrucksvollen Vortrag über die Frage, was ein Planet überhaupt ist. Wie sich herausstellte, ist eine physikalische Definition dieses Begriffs alles andere als trivial und sehr kontrovers (siehe Definition Pluto), und neue Entdeckungen stellen sie ständig auf die Probe. Ein Beispiel ist das aus den Beobachtungen von Massen und Radien von Planeten, Braunen Zwergen und Sternen entstehende Bild, wonach sich Planeten, deren Masse größer ist als etwa zwei Erdmassen, vermutlich schon mehr von der Erde unterscheiden als bisher gedacht. Außerdem sind Gasriesen vermutlich enger verwandt mit der Familie der Braunen Zwerge, sodass eine Abgrenzung zwischen diesen Objekten oft schwierig ist. Die anstehenden Beobachtungsmissionen werden sicher neue Antworten liefern.

Die Seminarteilnehmer konnten sich davon überzeugen, dass sich schnell neue Antworten und weitere Fragen im Bereich der Exoplaneten entwickeln und dass neue Projekte dieses Wissenschaftsfeld bereichern werden. Im Physikzentrum ist es gelungen, eine optimale Atmosphäre zum wissenschaftlichen Austausch zu erzeugen, wobei die Teilnehmenden die großzügig vorhandene Zeit zum Diskutieren merklich genossen. Unter den vielen hervorragenden Posterbeiträgen der Teilnehmenden wählten die Vortragenden die besten Poster aus und honorierten diese mit einem von der WE-Heraeus-Stiftung bereitgestellten Preisgeld. Wir danken der Stiftung herzlich für die Ermöglichung dieses Seminars.

Angsar Reiners und Juan Cabrera

## Patterns in Nature – Functions, Variations and Control

### 630. WE-Heraeus-Seminar

Strukturbildungsphänomene faszinieren seit jeher Laien wie Forscher verschiedenster Wissenschaftszweige. Abseits der Ästhetik gilt dies auch für die Funktionen, die selbstorganisierte Strukturen in der Natur erfüllen. Diese Funktionen sowie die Variabilität der Strukturen und ihre Kontrollmöglichkeiten stehen dabei im Fokus der aktuellen Forschung.

Die den selbstorganisierten Strukturen, z. B. elementaren Streifen- oder Bienenwabenmustern (Hexagone), zugrundeliegenden Prozesse unterscheiden sich in verschiedenen biologischen, chemischen, physikalischen und technischen Systemen naturgemäß sehr. Dennoch besitzt jedes ausgeprägte Muster systemunabhängige, universelle nichtlineare Eigenschaften, die sich in einem jeweils gemeinsamen mathematischen Modell widerspiegeln. In neuen Systemen – z. B. „Active Matter“, Systemen mit Erhaltungsgrößen oder inhomogenen Systemen – ist es einerseits zentral, den jeweiligen Strukturbildungsprozess aufzuklären. Andererseits stellt sich aber auch die Frage, wie sich die universellen Konzepte auf neue Systeme anwenden und auf neue Muster übertragen lassen. Dies waren zentrale Themen beim 630. WE-Heraeus-Seminar, das 85 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus 13 Ländern vom 9. bis 12. Oktober 2016 an der Universität Bayreuth zusammenführte.

Neben den inspirierenden Plenarvorträgen trugen erfreulich viele Postdoktoranden aus mehreren Ländern mit ihren aktuellen Beiträgen sehr zum Erfolg und zur Lebendigkeit des Seminars bei. Das Wechselspiel von Strukturbildungsmechanismen (oft auf Einzelteilchendynamik basierend) und nichtlinearem (Muster-) Verhalten wurde vielfach vorgestellt und diskutiert, z. B. bei aktiven Kolloiden, bei kollektivem Verhalten von Teilchen und Spezies an Engstellen, in Fluiden, bei der Zellbewegung und -teilung oder der Faltenbildung eines sich entwickelnden Gehirns. Auch ein neuer Fortbewegungsmechanismus wurde erklärt am Beispiel einer Spaghetti-Nudel auf einer heißen

Herdplatte, die durch eine spontane Symmetriebrechung anfängt zu rollen. Dadurch angeregt, wurden auch die attraktiven Perspektiven des jungen Themengebietes auf nationaler und internationaler Ebene diskutiert.

Zum Erfolg des Seminars trugen auch 43 Posterbeiträge bei, die intensiv diskutiert wurden. Angesichts des hohen Niveaus fiel dem Preiskomitee die Auswahl der besten drei Posterbeiträge nicht leicht. Den öffentlichen Vortrag, die „10th Lorenz-Kramer-Memorial-Lecture“, hielt Alain Pumir aus Lyon über „Synchronization of Spatial Patterns: A Matter of Life or Death“. Dieses Thema sprach auch viele Studierende an.

Die Organisatoren bedanken sich auch im Namen der Teilnehmer herzlich bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die Förderung, welche vielen Nachwuchsforschern aus ganz Europa die Teilnahme ermöglicht hat.

Walter Zimmermann, Ingo Rehberg und  
Matthias Weiß

## Gauge field dynamics with ultracold gas systems

### 632. WE-Heraeus-Seminar

In den letzten Jahren gab es eine Vielzahl sehr eindrucksvoller Experimente mit ultrakalten Quantengasen, die externe bzw. statische Eichfelder realisierten. Im Gegensatz dazu steckt die experimentelle Quantensimulation dynamischer Eichfelder mittels ultrakalter Quantengase noch in den Anfängen, obwohl dazu sehr wichtige Anwendungen in der Teilchen-, Kern- und Festkörperphysik existieren. Die großen experimentellen Fortschritte der letzten Jahre haben dieses zentrale internationale Forschungsziel jedoch in greifbare Nähe gerückt.

Das 632. WE-Heraeus-Seminar fand vom 12. bis 15. Dezember 2016 im Physikzentrum Bad Honnef statt und bot einen idealen Rahmen, um über aktuelle Entwicklungen auf diesem interdisziplinären Gebiet zu diskutieren. Neben 23 Vorträgen und vielen persönlichen Gesprächen war auch der Gedankenaustausch zwischen den etablierten Wissenschaftlern und den jungen Teilnehmern stimulierend. Das Ende der Veranstaltung krönten drei Kurzvorträge junger Wissenschaftler, deren Beiträge zuvor eine Jury bei der Postersitzung ausgewählt hatte.

Das Seminar brachte führende Theoretiker aus unterschiedlichen Teildisziplinen und Experimentatoren zusammen. Daraus ergaben sich wesentliche Impulse, um die relevanten minimalen Bausteine zu identifizieren, mit denen sich das langfristige Ziel von Quantensimulatoren für Eichtheorien effizient angehen lässt. Pioniere der Quantensimulation von Gittereichtheorien kamen ebenso zu Wort

Prof. Dr. Ansgar Reiners, Universität Göttingen; Dr. Juan Cabrera, DLR Berlin

Prof. Dr. Walter Zimmermann, Prof. Dr. Ingo Rehberg, Prof. Dr. Matthias Weiß, Physikalisches Institut, Universität Bayreuth

Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung  
Deadline für Anträge zur nächsten Sitzung der Stiftungsgremien:

24. März 2017  
(zur Sitzung Ende April 2017)

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

wie anwendungsorientierte Experten auf dem Gebiet der Quantenchromodynamik in Schwerionenkollisionen und der Physik starker elektromagnetischer Felder. Neue experimentelle Methoden zur genauen Bestimmung von Korrelationsfunktionen bis zu hoher Ordnung spielen bei der Auswertung von Quantensimulationsergebnissen eine wichtige Rolle, ebenso wie neue theoretische Methoden, deren Ergebnisse als „benchmark“ für experimentelle Realisierungen dienen.

Da zur Zeit der Planung dieses Seminars noch keine experimentellen Realisierungen von dynamischen Eichtheorien existierten, hatten wir uns bemüht, relevante experimentelle Plattformen im Programm abzubilden. Als Organisatoren hat es uns natürlich sehr gefreut, dass als besonderes Highlight über die erste experimentelle Implementierung mittels Ionen berichtet wurde.

Das allgemeine Feedback der Teilnehmer war äußerst positiv. Vor allem die thematische Breite (Hochenergiephysik und ultrakalte Gase) hat eine sehr interessante Spannung aufgebaut. Dank dieser Kombination hat jeder Teilnehmer etwas wirklich Neues gelernt. Wir bedanken uns sowohl persönlich als auch im Namen aller Beteiligten herzlich für die Unterstützung durch die WE-Heraeus-Stiftung. Spezieller Dank gilt auch Elisabeth Nowotka, die uns und die Teilnehmer hervorragend betreut hat.

Jürgen Berges und Markus Oberthaler

## Spin-Orbit Dynamics – Connecting Timescales from Nanoseconds to Femtoseconds

### 633. WE-Heraeus-Seminar

Die magnetischen Eigenschaften von Festkörpern hängen oft entscheidend davon ab, wie stark und auf welche Weise Elektronenspins untereinander und mit ihrer Umgebung wechselwirken. Die zugrundeliegenden Kopplungsmechanismen sind zahlreich und spielen sich über einen weiten Bereich von Zeitskalen ab. Insbesondere die Spin-Bahn-Wechselwirkung führt zu Spindynamik vom Nanosekunden- bis in den Femtosekunden-Bereich und hat in jüngster Zeit großes Interesse auf sich gezogen, nicht zuletzt aufgrund potenzieller Anwendungen zum schnellen Schalten von Spins.

Die Spin-Bahn-Dynamik war entsprechend das zentrale Thema des 633. WE-Heraeus-Seminars, das vom 4. bis 6. Januar 2017 im ausgebuchten Physikzentrum in Bad Honnef stattfand. Die rund 80 Teilnehmerinnen und Teilnehmer forschen aktiv in Gebieten wie der ultraschnellen Dynamik von magnetischer Ordnung (Femtosekunden), der

Terahertz-Spektroskopie (Pikosekunden) und der magnetischen Resonanz (Nanosekunden). Da Spin-Bahn-Dynamik auf all diesen Zeitskalen stattfindet, unterscheiden sich die verwendeten experimentellen Aufbauten und theoretischen Modelle erheblich. Folglich war der wissenschaftliche Austausch zwischen diesen Forschungsfeldern bisher eingeschränkt. Im Rahmen dieses Seminars wurde dieser Austausch sehr erfolgreich gefördert, und die verschiedenen Spin-Bahn-Phänomene wurden in einem größeren Rahmen betrachtet.

Das wissenschaftliche Programm umfasste 18 Hauptvorträge, 45 Poster und 45 Impulsvorträge, wobei sowohl führende internationale Experten als auch Nachwuchswissenschaftler einen Einblick in ihre Arbeiten gaben. Die Hauptvorträge präsentierten ausführlich neueste Trends zum elektrischen Schalten von Magnetisierung durch Spin-Bahndrehmomente im Subnanosekundenbereich, zum Testen zentraler spintronischer Effekte bei extrem hohen Frequenzen im Terahertzband und auf Femtosekunden-Zeitskalen, zur Theorie von Spin-Bahneffekten speziell an Grenzflächen bis hin zur Kontrolle von antiferromagnetischer Ordnung durch elektrische Ströme. Diese und verwandte Themen wurden an den Postern und in zahlreichen Diskussionen bis spät in die Nacht vertieft, und neue Kollaborationen wurden geschlossen. Die besten Impulsvorträge und Poster wurden mit Geldpreisen ausgezeichnet.

Wir bedanken uns bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige finanzielle und insbesondere bei Martina Albert für die professionelle organisatorische Unterstützung.

Mathias Weiler, Stefan Mathias und Tobias Kampfrath

Prof. Dr. Jürgen Berges, Prof. Dr. Markus Oberthaler, Universität Heidelberg

Dr. Mathias Weiler, Walther-Meißner-Institut Garching; Prof. Dr. Stefan Mathias, Universität Göttingen; Dr. Tobias Kampfrath, Fritz-Haber-Institut Berlin