

## Operando surface science – Atomistic insights into electrified solid/liquid interfaces

708. WE-Heraeus-Seminar

Dieses Seminar, das vom 9. bis 13. Dezember 2019 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, diente als Diskussionsplattform für Oberflächenwissenschaftler, die sich in Theorie und Experiment mit dynamischen Grenzflächenphänomenen an fest/flüssig-Phasengrenzen beschäftigen. Ziel war es, eine Verbindung zwischen den Betrachtungsweisen von Oberflächenphysikern und Elektrochemikern zu schaffen und einen interdisziplinären Austausch zu ermöglichen. Das Seminar umfasste vier Themen, die von fundamentalen, konzeptuellen Ansätzen der Forschung an Einkristallen über komplexere anwendungsbezogene Probleme der Katalyse und Energieumwandlung und -speicherung bis zu Studien an Grenzflächen mit bio- und geophysikalischer Relevanz reichten.

Die von internationalen, renommierten Oberflächenphysikern und Elektrochemikern gehaltenen Vorträge verdeutlichten die unterschiedlichen Betrachtungsweisen der Disziplinen. Wiederkehrende Themen waren die Komplexität von Oberflächen-Simulationen, bei denen sich das Elektrodenpotential gezielt steuern lässt und die eine korrekte Beschreibung von Lösungsmittelmolekülen an der Grenzfläche beinhalten, sowie die vielfältigen Ansätze, um elektrochemische Prozesse auf molekularer Ebene zu verstehen. Die Sprecher veranschaulichten ihre Schwerpunkte und Herausforderungen äußerst eingängig, was immer in tiefgreifende Diskussionen mündete. Die Postersitzungen wurden rege genutzt, um vertiefende Gespräche bis spät in die Nacht zu führen. Zudem diente ein „Runder Tisch“ dazu, mögliche Entwicklungen und Initiativen zu diskutieren. Dazu zählen z. B. die Ausbildung von Doktoranden, welche die Herausforderungen der Grenzflächenforschung von der oberflächenwissenschaftlichen und der elektrochemischen Seite betrachten und verstehen sollen, die Organisation einer Sommerschule zur Vertiefung des Themas oder die Gründung eines Forschungsnetzwerks auf EU-Ebene.

Alle Teilnehmer beurteilten die Qualität der Vorträge und Diskussionen als herausragend und empfanden das Seminar als äußerst bereichernd und lehrreich, sodass es sicher einen wichtigen Grundstein für die Zusammenarbeit und Verständigung zwischen Oberflächenphysikern und Elektrochemikern gelegt hat. Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung und dem Team im Physikzentrum für die herausragende Unterstützung!

**Dr. Katrin F. Domke**, MPI für Polymerforschung, Mainz,  
**Prof. Dr. Julia Kunze-Liebhäuser**,  
U Innsbruck und **Prof. Dr. Marialore Sulpizi**,  
U Mainz

## Quantization of Dissipative Chaos: Ideas and Means

709. WE-Heraeus-Seminar

Die bestehende Theorie des Quantenchaos befasst sich mit Hamiltonschen Systemen, d. h. Systemen – klassisch sowie quantenmechanisch –, die vor Umgebungseinflüssen geschützt sind und deren Entwicklung völlig kohärent ist. Mit dem Aufkommen neuer experimenteller Quantenplattformen wie optomechanischen Systemen, Mikrowellen- und supraleitenden Schaltkreisen und (dissipativen!) exziton-polaritonischen oder nur polaritonischen Elementen muss unser Verständnis des Quantenchaos auf offene Quantensysteme erweitert werden. All diese neuen Systeme sind offen und interagieren daher mit ihrer Umgebung, und ihre Dynamik ist im Wesentlichen dissipativ. Obwohl sie bereits technologische Realität geworden sind, ist die Beziehung zwischen diesen Quantensystemen und ihren klassischen Pendanten, die als dissipative dynamische Systeme bekannt sind, noch immer unklar.

Das Ziel dieses Seminars war es, diese Beziehung herzustellen bzw. die Frage „Können wir dissipatives Chaos ‚quantisieren‘?“ zu beantworten. Dazu kamen Experten für sowohl das klassische dissipative Chaos als auch für dissipative Quantendynamik vom 16. bis 20. Dezember 2019 in das Physikzentrum. Das Programm umfasste „klassische“ Vorträge ebenso wie „Quanten-Vorträge“ und solche auf der schmalen Grenze zwischen beiden. So stellte z. B. Sergiy Denysov (Oslo) jüngste Fortschritte vor wie die Spektraltheorie der Generatoren der dissipativen Quantenentwicklung und verschiedene Verallgemeinerungen des Konzepts von Lyapunov-Exponenten, einem der Eckpfeiler der klassischen Chaostheorie, auf den Quantenfall. Die Quantenversionen von Lyapunov-Exponenten bzw. die Spektraltheorie waren auch Thema anderer Vorträge.

Weitere Vorträge widmeten sich dem Phänomen der Synchronisation in offenen Quantensystemen. Jüngste experimentelle Ergebnisse mit mikrowellengeprägten Quanten-Meta-Materialien hoben die praktische Relevanz von dissipativem Quantenchaos hervor, einer neuen Forschungsrichtung in diesem Gebiet. Das Seminar war ein wichtiger Schritt für die Entwicklung dieser neuen Theorie.

## Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung

Deadline für Anträge zur nächsten Sitzung der Stiftungsgremien:

**13. März 2020**

(zur Sitzung Mitte April 2020)  
Bitte nehmen Sie schon vor der Deadline Kontakt mit der Stiftung auf.

Es gab viele heiße Diskussionen, die zum Teil bis in die späte Nacht gingen, und viele Pläne für zukünftige Kollaborationen wurden geschmiedet. Dazu trug die einzigartige Atmosphäre des Physikzentrums Bad Honnef bei, die ein starker Katalysator für neue Ideen und deren Austausch war. Die Organisatoren sind der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung sehr dankbar für ihre großzügige Unterstützung des Seminars.

**Prof. Dr. Sergej Flach**, Center for Theor. Physics of Complex Systems, Südkorea,  
**Prof. Dr. Jürgen Kurths**, HU Berlin und PIK Potsdam, **Prof. Dr. Mikhail Ivanchenko**,  
Lobachevsky U, Russland

## Skyrmions in magnetic materials

Britisch-deutsches WE-Heraeus-Seminar

Die Entdeckung von topologisch nicht-trivialen Wirbeln in magnetischen Materialien durch deutsche Arbeitsgruppen im Jahr 2009 war der Startschuss für ein neues Gebiet der Festkörperphysik. Diese „magnetischen Skyrmionen“ standen im Mittelpunkt des ersten britisch-deutschen WE-Heraeus-Seminars, das vom 1. bis 5. Dezember 2019 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand. Aufhänger des Seminars waren das britische Netzwerk „The skyrmion project“ (Leitung: Peter Hatton) und das DFG-Schwerpunktprogramm SPP2137 „Skyrmionics“ (Koordination: Christian Pfleiderer). Von den 89 Teilnehmern kamen 35 % aus Großbritannien und 55 % aus Deutschland. Der Anteil von 70 % Doktoranden und Postdoktoranden und die ungewöhnliche Altersspanne der Teilnehmer zwischen 22 und 83 Jahren resultierten in sehr lebendigen Diskussionen.

Beginnend mit Tutorien über die Spindynamik und emergente Elektrodynamik von Skyrmionen sowie Skyrmionen in dünnen Schichten und nanoskaligen Systemen, bildeten die Identifikation neuer Materialsysteme, die topologischen Eigenschaften und Zerfallsmechanismen von Skyrmionen sowie Meronen und Hopfionen Schwerpunkte des Seminars. Der technologischen Relevanz von Skyrmionen für magnetische Datenspeicher wurden innovative Entwicklungen, wie neuromorphes Computing mit Skyrmionen, kritisch gegenüber gestellt.

Highlight des Seminars war der Vortrag von Ian Aitchison (Oxford/Stanford) über das Schaffen von Toni Skyrme, der auf persönlichen Erinnerungen beruhte. Pädagogisch geschickt motivierte Aitchison die Ideen von Skyrme durch die Arbeiten von Maxwell, Helmholtz, Lord Kelvin und Heisenberg, indem er die Fortschritte bis zum Durchbruch des Skyrme-Modells durch Witten chronologisch zusammenfasste. Dem schlossen sich Präsentationen über den Zusammenhang von Windungszahl

- Custom Design
- 1 kV to 100 kV
- Up to 150 kJoule per single Element
- Total Safety

und Baryonenzahl in der Kernphysik und den Vergleich mit den Spektren von  $^{16}\text{O}$  und  $^{40}\text{Ca}$  an sowie interdisziplinäre Beiträge über Skyrmionen in Quanten-Hall-Systemen und Flüssigkristallen.

Viele Beiträge würdigten die lange Tradition der engen Zusammenarbeit der britischen und deutschen wissenschaftlichen Gemeinschaft. Abgerundet wurde das Programm durch den Besuch des Adenauer-Hauses. Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die Einrichtung der binationalen Seminare und die großzügige Unterstützung bei der Durchführung des ersten britisch-deutschen WE-Heraeus-Seminars.

**Prof. Dr. Christian Pfleiderer**,  
TU München und **Prof. Dr. Peter Hatton**,  
Durham University, UK

### Spin Transport in Complex Magnetic Structures

710. WE-Heraeus-Seminar

Spintransportprozesse sind ein integraler Baustein moderner Informationstechnologien, insbesondere für die lang- und kurzfristige Datenspeicherung. Dadurch liefert Forschung in diesem Bereich einen wichtigen Betrag für die globale Transformation in eine Wissensgesellschaft und ist relevant für aktuelle Megatrends wie Digitalisierung und künstliche Intelligenz. Um diese Erfolgsgeschichte weiterzuschreiben, sind neue Materialien, neue Methoden und neue Konzepte von großer Bedeutung.

Auf dem 710. WE-Heraeus-Seminar diskutierten vom 8. bis 10. Januar 2020 in Bad Honnef 71 Teilnehmer aktuelle Entwicklungen und Forschungsergebnisse mit Bezug zu Spintransportphysik. Dabei gab es Beiträge über neue Materialien, neue Abbildungsverfahren sowie experimentelle und theoretische Forschung über Spintransport in (Nicht-)Gleichgewichtsszenarien.

Während vor einigen Jahren zunächst vor allem kollineare magnetische Ordnung im Fokus stand, entwickelt sich heute ein zunehmendes Interesse für nicht-kollinear geordnete Systeme. Mehrere Beiträge über Spindynamik in Antiferromagnetika und über Skyrmionen reflektierten diesen Trend. Untersuchungen spin-bezogener Transportphänomene benötigen neben mobilen Spin- bzw. Bahnmomenten vor allem einen messtechnischen Zugriff auf durch diesen Transport modifizierte Materialeigenschaften. Neben neuartigen statischen 3d-Abbildungsverfahren wurden auch aktuelle methodische Entwicklungen zum Zugriff auf dynamische Prozesse über gepulste Lichtquellen diskutiert. Ein Abendvortrag über industriennahe Forschung mit dem Ziel der Massenproduktion sog. SOT-MRAM-Speicherelemente lieferte einen sehr konkreten Einblick in die notwendigen Entwicklungen für die in naher Zukunft angestrebte Kommerzialisierung dieser Technologie. Während des Workshops

gab es zwei Postersitzungen, bei denen die Teilnehmer ihre Forschung präsentieren und intensiv mit Kollegen diskutieren konnten.

Wir bedanken uns bei allen Teilnehmern für ihre interessanten Beiträge und die lebhaften Diskussionen. Ein weiterer großer Dank geht an die Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die finanzielle und organisatorische Unterstützung.

**Dr. Matthias Althammer**,  
Walther-Meißner-Institut, Garching  
und **Dr. Henning Ulrichs**,  
Georg-August-Universität Göttingen

### Fermi Surface and Novel Phases in Strongly Correlated Electrons Systems

Les Houches – WE Heraeus Workshop

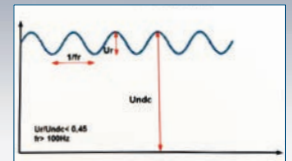
Die Erforschung, das Verständnis und die Beschreibung von Materialien mit starken elektronischen Coulomb-Korrelationen gehören nach wie vor zu den großen Herausforderungen der modernen Festkörperphysik. Bekannte Beispiele für solche Systeme sind Übergangsmetalloxide, Metalle, die Lanthanid- oder Aktinidatome enthalten, und organische Leiter. Bei niedrigen Temperaturen zeigen diese Materialien neuartige Phänomene wie Metall-Isolator-Übergänge, schwere Fermionen, unkonventionelle Supraleitung, ungewöhnlichen Magnetismus, streifenförmige und nematische Ordnungen sowie ausgeprägte Abweichungen vom typischen universellen Metallverhalten.

Das Ziel dieser Physikschiule, die vom 13. bis 19. Oktober 2019 im französischen Tagungszentrum École de physique des Houches stattfand, war es, das Verständnis der Physik korrelierter Elektronenmaterialien zu vertiefen. Dabei sollten die Teilnehmer, die überwiegend aus Frankreich und Deutschland kamen, einen umfassenden Überblick über die grundlegenden Ideen, den aktuellen Stand, die jüngsten Entwicklungen und die Perspektive dieses Gebiets erhalten. Das Programm umfasste 15 ein- oder zweistündige Vorträge zu Schlüsselfragen im Zusammenhang mit Fermi-Flächen und ihrer Rolle in Systemen mit starken elektronischen Korrelationen. Die Vorträge gaben einen Überblick über wichtige Materialien und ihre Herstellung, aktuelle Messtechniken sowie die Theorie und das Verständnis der grundlegenden Konzepte. Die Nachwuchswissenschaftler diskutierten viel miteinander und mit den Referenten und konnten ihre eigenen Ergebnisse in einer Postersitzung präsentieren. Dies ermöglichte einen intensiven wissenschaftlichen Austausch. So war das Feedback der Teilnehmer denn auch äußerst positiv. Wir danken der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die großzügige Unterstützung des Workshops.

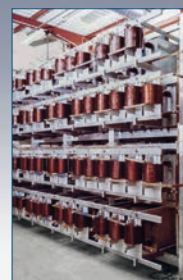
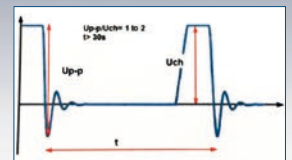
**Prof. Dr. Gertrud Zwicknagl**,  
TU Braunschweig im Namen der Organisatoren



### High Voltage DC Capacitor



### Discharge Capacitor



### Pulse Forming Network

