

DNA Nanotechnology meets Plasmonics

601. WE-Heraeus-Seminar

Die Nanophotonik hat zum Ziel, das Verständnis der Licht-Materie-Wechselwirkung zu verbessern und neuartige optische Komponenten zu entwickeln, z. B. logische Gatter, die statt herkömmlicher Elektronik photonische Interaktionen nutzen. Neben Halbleitern und Dielektrika eignen sich für solche Untersuchungen insbesondere Metalle und metallische Nanopartikel aufgrund der starken Kopplung ihrer Oberflächenplasmonen an das elektromagnetische Feld. Um Licht gezielt beeinflussen zu können, sollten die Materialien auf einer Längenskala strukturiert werden, die etwa eine Größenordnung kleiner als die Wellenlänge des zu manipulierenden Lichts ist, für sichtbares Licht also unter 50 nm. Zur Ergänzung herkömmlicher Lithographiemethoden bieten sich für diese Aufgabe Selbstassemblierungsmechanismen an. Die erfolgreichste und vielseitigste dieser „bottom-up“-Methoden ist die DNA-Nanotechnologie, die auf dem selektiven Erkennungsmechanismus komplementärer DNA-Stränge beruht, die sich durch geschickte Wahl ihrer Sequenzen in beliebige Formen falten lassen. Dank der „DNA-Origami-Methode“ hat die DNA-Nanotechnologie in den letzten Jahren gewaltige Entwicklungen durchlebt. Heute nutzen weltweit mehr als 100 Gruppen diese Methode, um Designer-3D-Nanostrukturen herzustellen und so unter anderem plasmonische Nanopartikel und -stäbchen mit Nanometerpräzision im Raum anzuordnen.

Im 601. WE-Heraeus-Seminar kamen renommierte Vertreter der teilweise sehr unterschiedlichen Felder Plasmonik und DNA-Nanotechnologie zum ersten Mal in einem gemeinsamen Workshop zusammen. Dabei wurden die aktuellen Entwicklungen der DNA-Selbstassemblierungsmethoden im Wechsel mit den interessantesten Fragen der Plasmonik in Vorträgen und zwei Postersitzungen behandelt. Besonders erfreulich war, dass bereits gut die Hälfte der Vorträge und der Großteil der Poster die Kombination der beiden Felder zum Thema hatten. Da die vielen ausgezeichneten Beiträge hier nicht einzeln gewürdigt werden können, sei nur das besondere Engagement von Nadrian (Ned) Seeman hervorgehoben, der als Gründer des DNA-Nanotechnologiefeldes nach seinem Eröffnungsvortrag den gesamten Workshop aktiv unterstützt und die sehr unterhaltsame und einsichtsreiche abschließende Podiumsdiskussion bereichert hat.^{#)}

Neben allen Teilnehmern, die den Workshop durch die vielen lebhaften Diskussionen zu einem großem Erfolg gemacht haben, wollen wir nicht zuletzt der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung

und allen Mitarbeitern für die großartige Unterstützung dieses neuen, vielversprechenden Themas danken.

Laura Na Liu und Tim Liedl

Magnonics: Spin Waves Connecting Charges, Spins and Photons

603. WE-Heraeus-Seminar

Magnonen sind kollektive Anregungen des Elektronensystems und lassen sich als die Präzession der Elektronenspins verstehen, losgelöst von jeglichem Ladungstransport. Die kollektive Natur wird durch die Austausch- sowie die Dipol-Dipol-Wechselwirkung getragen, was zu einer Kohärenz der Magnonen auf mesoskopischen bis hin zu makroskopischen Längenskalen führt und deren Potenzial als Transportmedium für Spin-Information unterstreicht. Genau damit beschäftigt sich die Magnonik, wobei der Name an die Begriffe „Spintronik“ und „Photonik“ angelehnt ist, nur dass hier die Übertragung und Verarbeitung von Informationen mit Magnonen realisiert wird und nicht mittels Ladungs- oder Lichtquanten. Neue Erkenntnisse der Spintronik sowie der Photonik haben den Weg der Magnonik als Brückentechnologie geebnet, die auf der Zeit- und Längenskala die Lücke zwischen der Physik der Ladungs- und Lichtquanten schließen kann.

Ziel des Seminars, das vom 6. bis 8. Januar 2016 im Physikzentrum Bad Honnef mit mehr als 80 Wissenschaftler/innen stattfand, war es, diese enge Verstrickung zwischen Magnonen, Elektronen und Photonen zu diskutieren, neueste Forschungsergebnisse vorzustellen und ausreichend Raum für Diskussionen zu schaffen. Der Schwerpunkt lag dabei auf den Fragen: Was sind die Transporteigenschaften von Magnonen in Nanostrukturen? Welche neuen Materialsysteme sind besonders vorteilhaft für den Magnon-Transport? Wie lassen sich Magnonen auf kurzen Längenskalen mit Spinströmen anregen und verstärken? Wie können wir Femtosekunden-Laser nutzen, um Spinströme zu erzeugen und diese mit Magnonen zu kombinieren? Wie eröffnet THz-Spektroskopie einen

neuen Zugang zur Messung und Manipulation von Magnonen, und welche Quantenphänomene sind bei nichtlinearer Anregung über Spinströme zu erwarten? Insgesamt widmeten sich diesen Fragen 27 halbstündige Vorträge (16 davon eingeladen), überwiegend gehalten von Nachwuchsgruppenleiter/innen und Doktorand/innen, begleitet durch zwei lebhaft Postersitzungen, bei denen die drei besten Poster mit Geldpreisen ausgezeichnet wurden.

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

Helmut Schultheiß und Andrii Chumak

Hybrid Systems for Quantum Optics

604. WE-Heraeus-Seminar

Die Quantentechnologie könnte in Zukunft die etablierten Ansätze in der Elektronik, Informatik, Metrologie und Kommunikationstechnik von Grund auf revolutionieren. Daher wird weltweit versucht, skalierbare Plattformen für Quantentechnologien zu entwickeln, in China, Großbritannien und z. T. in den USA mit umfangreichen Förderprogrammen. Bisher lag der Fokus hierbei auf jeweils einem spezifischen Quantensystem, z. B. Halbleiter-Quantenpunkten, ultrakalten Atomen oder Defekzentren. In den einzelnen Gebieten gelang es in den letzten Jahren, Verschränkung, einfache Quantenalgorithmen und Quantenkommunikation experimentell zu testen. Trotz dieser beeindruckenden Fortschritte ist bis heute kein Weg zu einer echten Quantentechnologieplattform sichtbar, die auf einem einzigen Quantensystem basiert. Zum Beispiel eignen sich organische Moleküle sehr gut als Einzelphotonenquellen, können Quanteninformationen aber nicht speichern. Im Gegensatz dazu lassen sich ausgezeichnete Quantenspeicher in Ensembles aus ultrakalten Atomen implementieren. Diese eignen sich aber weniger zur effizienten Erzeugung einzelner Photonen. Aus diesen Widersprüchen entstand die Idee von Quantenhybridsystemen.

Wie sich das Beste aus den verschiedenen Welten der Quantenphysik in einer hybriden Quantentechnologieplattform verbinden lässt, wurde in dem 604. WE-Heraeus-Seminar erörtert, das vom 10. bis 13. Januar stattfand. Über 80 Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus 14 Ländern diskutierten bis in die späten Abendstunden intensiv über aktuelle Resultate und neuste Ideen. Als vielversprechender Ansatz kristallisierten sich hierbei heterogene Quantennetze heraus. In solchen Netzwerken werden verschiedene Funktionen wie Einzelphotonenerzeugung, Speicherung von

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

1. April 2016
(zur Sitzung Ende April 2016)

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

#) Das vollständige Programm ist auf www.dna-plasmonics.de zu finden.