

ter dar, welches auf Streuprozessen basiert und bei kleinsten Abmessungen eine sehr hohe Auflösung bietet.

Neben 24 Fachvorträgen wurden an den drei Seminartagen 34 Poster präsentiert. Hier konnten Doktorandinnen und Doktoranden ihre Ergebnisse vorstellen, von denen drei mit einem Heraeus-Posterpreis ausgezeichnet wurden: Thorsten Feichtner zeigte, wie sich plasmonische Antennen aus metallischen Nanopartikeln zur Lichtlokalisierung nutzen lassen, indem eine optimierte ungeordnete Struktur mittels eines evolutionären Algorithmus berechnet wird. Tom Strudley präsentierte die ultraschnelle Kontrolle des Lichttransports in stark streuenden Nanodrähten durch nichtlineare Effekte, und Julia Zeuner gab ein Beispiel, wie sich photonische Strukturen zur Simulation von Phänomenen aus der Quanten- und Festkörperphysik eignen. Sie zeigte, welche Kantenzustände es in ungeordnetem photonischem Graphen in Abhängigkeit der Art der Unordnung gibt. Die Vorhersagen zur Stabilität der Kantenzustände in photonischem Graphen sind in elektronischem Graphen hingegen nur schwer experimentell zu realisieren.

Das Seminar brachte 66 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus verschiedenen Communities zusammen, die sich über Schnittstellen zwischen Themen wie Zufallslaser, Anderson-Lokalisierung, Fokussierung von Licht durch streuende Medien und ungeordnete nichtlineare Medien austauschten. Aus den vielen fruchtbaren Diskussionen haben sich neue Ideen und Kooperationen ergeben.

**Cornelia Denz und Jörg Imbrock**

## Physics and Biology of Directed Movements of Cells and Organisms

### 547. WE-Heraeus-Seminar

Vom 8. bis 11. Dezember fand im Physikzentrum Bad Honnef das 547. Wilhelm und Else Heraeus-Seminar statt, das sich mit den physikalischen Prinzipien und zellulären Mechanismen der gerichteten Bewegung von einzelnen Zellen und ganzen Organismen in einem chemischen oder physikalischen Gradienten beschäftigte.

Bakterien beispielsweise schwimmen zur Nahrungsquelle und zu Regionen, wo angenehme Temperaturen herrschen; Spermien werden durch chemische Lockstoffe zur Eizelle geleitet; photosynthetische Algen schwimmen hin zum Licht. Schwimmende Zellen navigieren durch das regelmäßige Schlagen von dünnen, langen Geißeln, den Flagellen oder Zilien. Zilien dienen sowohl als Antenne, um chemische oder physikalische Reize zu registrieren, und als Propeller, um die Zelle voranzutreiben.

Eine methodische Herausforderung in dem gesamten Forschungsfeld besteht da-

rin, die 3D-Schwimmbahn einer sich frei bewegenden, schnell schwimmenden Zelle und den 3D-Zilienschlag gleichzeitig aufzuzeichnen. L.G. Wilson von der Harvard Universität hat eine neue Holographie-Mikroskopie-Methode vorgestellt, mit der dies bei einem Malaria-Parasiten und Spermien gelingt. Diese Methode, kombiniert mit opto-chemischen Techniken, wird es in Zukunft ermöglichen, die Navigation einer Zelle in einem chemischen Gradienten genau zu rekonstruieren. Bakterien müssen gleichzeitig verschiedene chemische und physikalische Reize, z. B. Temperatur, verarbeiten und bewerten. V. Sourjik vom MPI für Terrestrische Mikrobiologie in Marburg erläuterte, wie Bakterien den gleichen zellulären Signalweg für ihren chemischen Sinn und Temperatursinn verwenden. Die Zelle integriert und verrechnet zuerst die verschiedenen Reize, bevor sie reagiert.

Dieses Forschungsfeld lebt besonders vom Zusammenspiel von Theorie und Experiment. Viele Organismen und Zellen erkunden ihre Umwelt auf schleifenförmigen oder helikalen Bahnen. F. Jülischer und B. Friedrich vom MPI für die Physik Komplexer Systeme, Dresden, stellten theoretische Konzepte vor, die das Navigieren von Zellen auf solchen periodischen Bahnen präzise beschreiben. Diese Modelle machen wertvolle Vorhersagen über die Navigationsstrategie. Beispielsweise hängt das Bewegungsmuster von der geometrischen Form und Steilheit des chemischen Gradienten ab. Bei einer kreisförmigen Geometrie schlängelt sich die Zelle auf einer spiralförmigen Bahn den Gradienten hinauf.

Ein Highlight war der Vortrag von H. Mouritsen von der Universität Oldenburg über den Magnetsinn von Vögeln. Obwohl die Navigation von Zugvögeln im Erdmagnetfeld unbestritten ist, sind die molekularen und physikalischen Mechanismen nach wie vor unklar oder strittig. Verwenden Zugvögel mikroskopisch kleine Magnete aus Eisenoxiden und wo befinden sich diese Magnetsensoren: im Schnabel, im Hirn oder im Hörorgan? Sitzt der Magnetsinn im Auge und werden Sehpigmente für die Detektion des Magnetfeldes verwendet?

Ein spannendes Forschungsgebiet an der Grenze zwischen Physik, Chemie und Biologie, wo viele Fragen noch darauf warten, theoretisch oder experimentell beantwortet zu werden. Die ca. 80 Teilnehmer und Teilnehmerinnen erlebten einen informativen Wissens- und Gedankenaustausch in einem inspirierenden Ambiente bei hervorragender Organisation.

**Ulrich Benjamin Kaupp, Timo Strücker  
und Victor Sourjik**