

The Versatile Action of Noise: Applications from Genetic to Neural Circuits

559. WE-Heraeus-Seminar

Stochastische Mechanismen, oft subsumiert unter dem Begriff „Rauschen“, sind allgegenwärtig in künstlichen wie in natürlich vorkommenden Netzwerken. Seit langem bekannt ist die Tatsache, dass Rauschen nicht nur das Signal/Rausch-Verhältnis verschlechtern, sondern auch konstruktiv wirken oder ganz unerwartet neue Effekte hervorrufen kann.

Vom 22. bis 27. Juni 2014 trafen sich rund 50 Wissenschaftler, Master-Studierende, Doktoranden und Postdocs auf dem Campus der Jacobs University in Bremen, um von neuen Erkenntnissen und der vielfältigen Wirkungsweise von Rauschen zu erfahren. 20 international renommierte Sprecher aus Europa, den USA und Australien trugen dazu bei.

In Anwendungen auf genetische Netzwerke war das Ziel, verschiedene Manifestationen von stochastischen Fluktuationen auf wenige zu Grunde liegende Quellen zu reduzieren. Eine dieser Quellen sind die biochemischen Reaktionen. In Vorträgen wurde der Frage nachgegangen, wie solche Fluktuationen von der genetischen bis auf die zelluläre Ebene propagieren und wie verschiedene Quellen miteinander wechselwirken. In Anwendungen auf neuronale Netze war der Fokus auf mikroskopisches Rauschen, zum Beispiel auf thermische Fluktuationen auf die Kanal-Dynamik, den Effekt synaptischen Rauschens auf die Feuerrate, aber auch auf kollektive Fluktuationen ganzer Hirnareale, Informationsverlust, sowie Effekte von Rauschen auf die Aufmerksamkeit und Entscheidungsfindungsprozesse gerichtet. Ein Vergleich zwischen beiden Anwendungsbereichen zeigte Parallelen, wie sich natürliche Systeme inhärentes Rauschen zu Nutzen machen. Methoden der theoretischen Physik, insbesondere der statistischen Physik und nichtlinearen Dynamik, wurden vorgestellt, die es erlauben, den Effekt stochastischer Fluktuationen vorherzusagen und zu kontrollieren, insbesondere in erregbaren Medien wie neuronalen oder genetischen Systemen, oder die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen sogenannter seltener Ereignisse in Populationsdynamiken zu bestimmen.

Auf dem Campus der Jacobs University, bei informellen abendlichen Treffen und Postersitzungen ebenso wie beim gemeinsamen Ausflug boten sich zahlreiche Gelegenheiten, die intensiven Diskussionen fortzusetzen, die durch die Vorträge angeregt wurden. Im Namen aller Sprecher und Teilnehmer wie auch persönlich möchten wir der Wilhelm und

Else Heraeus-Stiftung für ihre großzügige finanzielle Unterstützung danken, die die Realisierung des Seminars möglich gemacht hat.

Hildegard Meyer-Ortmanns
und Alberto Bernacchia

From Sunlight to Fuels

562. WE-Heraeus-Seminar

Die wissenschaftlichen Errungenschaften im Umfeld der Photovoltaik (PV) haben im letzten Jahrzehnt wesentlich dazu beigetragen, den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung zu stei-

gern. Damit die Transformation zu einem nachhaltigen Energieversorgungssystem gelingt, sind weiterhin intensive Forschungsanstrengungen zur Effizienzsteigerung und den Einsatz von verfügbaren Rohstoffen in der PV notwendig, es gilt aber insbesondere, neue Technologien zur Energiespeicherung zu schaffen. Die Energiespeicherung über (photo)katalytisch induzierte Wasserspaltung bietet hier große Chancen. Ziel des Seminars, das vom 11. bis 16. Mai 2014 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, war es, Experten beider Forschungsbereiche zusammenzubringen und gemeinsam über neue Wege in der Materialforschung zu diskutieren.

Prof. Dr. Hildegard Meyer-Ortmanns
und Prof. Dr. Alberto Bernacchia,
Jacobs University,
Bremen

Prof. Dr. Klaus Lips, Prof. Dr. Bernd Rech, Helmholtz-Zentrum für Materialien und Energie, Berlin; Prof. Dr. Robert Schlögl, Fritz-Haber-Institut der MPG, Berlin

Prof. Dr. Berenike Maier und Prof. Dr. Michael Lässig, Institut für Theoretische Physik, Universität zu Köln

Die von Eberhard Umbach und Wolfgang Eberhardt gehaltenen Keynote-Vorträge hatten die „Energiewende“ mit der Vision einer nachhaltigen zukünftigen Energieversorgung zum Thema. Beide betonten die wichtige Rolle der Grundlagenforschung für den langfristigen Erfolg der Energiewende und sorgten so für einen exzellenten und hoch-motivierenden Einstieg in die Veranstaltung.

Im Mittelpunkt des Seminars stand eine Vielzahl hochaktueller Themen, welche von neuen Materialien und optischen Konzepten für PV-Anwendungen (z. B. hybride Solarzellen, Nanophotonik) bis hin zu Materialien für katalytische bzw. (Photo)Elektrochemische Anwendungen reichen. Forscher von sechs internationalen Synchrotronstrahlungsquellen stellten in ihren Vorträgen Ergebnisse von Messungen an Materialien unter Reaktionsbedingungen vor. Insbesondere die Anwendung der NAP-XPS (near ambient pressure X-ray photoelectron spectroscopy) bildete einen Schwerpunkt. Die elektrochemische Wasserspaltung wird von vielen der vertretenen Forschergruppen intensiv untersucht und verbindet auch die beiden Forschungsfelder solare Brennstoffherzeugung und PV: Die elektrische Energie, die Solarzellen gewinnen, lässt sich in einem monolithischen Bauelement nutzen, um den elektrochemischen Prozess der Wasserspaltung zu ermöglichen. Photokatalytisch aktive Materialien erlauben es somit, die Erzeugung von elektrischer Energie mit der katalytischen Wasserspaltung zu vereinen.

Ein Dreh- und Angelpunkt der Diskussion war das neue Energy Materials In situ Laboratory Berlin (EMIL), welches derzeit am Elektronenspeicherring BESSY II in Berlin vom Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie und den Max-Planck-Instituten für Chemische Energiekonversion (Mülheim) und dem Fritz-Haber-Institut (Berlin) aufgebaut wird und ab 2016 einer breiten Nutzererschaft zu Verfügung steht. Die Strahlrohre, die in den EMIL-Laborräumen enden, stellen Röntgenstrahlung im Energiebereich von 80 eV – 10 keV zur Verfügung. Mithilfe dieser Strahlung werden sowohl Elektrodenmaterialien unter elektrochemischen Reaktionsbedingungen (MPG) als auch die elektronischen Eigenschaften von Solarzellenmaterialien spektroskopiert (HZB). In einer „Breakout Session“ konnten sich die Teilnehmer über die Experimentiermöglichkeiten des künftigen Labors informieren und Anregungen in Bezug auf Ausstattung und Organisation des Messbetriebes geben.

Wir möchten diese Gelegenheit nutzen und uns auch im Namen aller 77 Teilnehmer ganz herzlich bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die finanzielle und logistische Unterstützung und die angenehme Atmosphäre bedanken. Dem Heraeus-Team ist es gelungen, ideale Be-

dingungen zu schaffen für die Vorträge, aber auch für die vielen Diskussionen in den Kaffeepausen, während der Mahlzeiten und am Abend im Lichtenberg-Keller. Wir erhielten von allen Teilnehmern ein begeistertes Feedback.

Klaus Lips, Bernd Rech und Robert Schlögl

Mechanisms, Strategies, and Evolution of Microbial Systems

566. WE-Heraeus-Seminar

Physik und Biologie molekularer Mechanismen, zellulärer Strategien und evolutionärer Dynamik sind in den letzten Jahren zu einem faszinierenden interdisziplinären Forschungsgebiet zusammengewachsen. Das 566. WE-Heraeus-Seminar, das vom 15. bis 19. Juni 2014 im Physikzentrum Bad Honnef stattfand, brachte Physiker, die an verschiedenen Aspekten mikrobieller Systeme arbeiten, und Mikrobiologen, die eine Affinität zur Physik entwickelt haben, zusammen.

Physikalische Prinzipien kontrollieren das Verhalten von lebenden Organismen. Auf zellulärer Ebene kennen wir inzwischen eine Vielzahl *biophysikalischer Mechanismen*. Das Spektrum erstreckt sich von molekularen Motoren für Motilität und Gen-Transfer über selbst-organisierte Systeme für die Kontrolle der Zellteilung, die Orientierung von Bakterien im Erdmagnetfeld bis zur Krafterzeugung durch Makrophagen bei der Phagozytose von Bakterien. Der erste Posterpreis ging an Katja Zieske (München). Durch Mikrostrukturierung ahmte sie Bakterienzellen unterschiedlicher Länge nach und konnte zeigen, dass mit nur vier Komponenten des Zellteilungsapparats sich die Lokalisierung wichtiger Proteine beim Zellteilungsprozess verstehen lässt. Die Biofilm-Session konkurrierte erfolgreich gegen ein Fußball-WM-Spiel. Die Dynamik der Bildung von bakteriellen Biofilmen zeigt das aus den Wirtschaftswissenschaften bekannte „rich get richer“ Verhalten.

Bakterien, aber auch andere Mikroben wie Viren und Parasiten, haben eine Vielzahl von biophysikalischen *Strategien* entwickelt, mit denen sie auf Umwelteinflüsse reagieren. In den letzten Jahren hat sich herauskristallisiert, dass bakterielle Populationen nicht nur miteinander kommunizieren, sondern dass innerhalb einer Population Aufgabenteilung stattfindet. Individuen lancieren unterschiedliche genetische Programme und erfüllen damit unterschiedliche Funktionen. In einer Population können gemischte Strategien koexistieren. Der zweite Komplex befasste sich mit der Optimierung des Metabolismus. Hier wurde im Sinne einer thermodynamischen Beschreibung ein phänomenologischer Ansatz vorgestellt. Severin Schinks (München) ebenfalls mit einem Posterpreis ausgezeichnete Arbeit

zeigte, dass Wachstumsmoden in mikrobiellen Systemen durch Phasenübergänge in diesem Modell des Metabolismus beschrieben werden können. Einen weiteren Posterpreis gewann Karin Mitosch (Wien) für die zeitlich aufgelöste Charakterisierung der bakteriellen Antwort auf Antibiotika mittels einer Expressionsbibliothek in *E. coli*.

Auf längeren Zeitskalen verändert die Anpassung an die Umwelt den gesamten Organismus: Mikroben sind Systeme, in denen sich *Evolution* direkt beobachten lässt. Evolution ist ein stochastischer Prozess und ein wichtiges neues Anwendungsgebiet für Methoden der statistischen Physik. Gleichzeitig liefern systematische Experimente quantitative Informationen über evolutionäre Dynamik. Dieses Zusammenspiel eröffnet die faszinierende Möglichkeit, Evolutionsbiologie zu einer vorhersagenden Wissenschaft zu machen. Interessant ist auch ein soziologischer Aspekt dieses neuen Feldes: Experimente und Theorie werden häufig in ein und derselben Arbeitsgruppe gemacht, Laborarbeit und statistische Analyse gehen Hand in Hand.

Der Hintergrund der Teilnehmer reichte von Experimentalphysik über theoretische Physik bis zur Mikrobiologie. Dadurch entstanden Diskussionen, die weit über die übliche Diskussion von Details der verwendeten Techniken hinausgingen. Sowohl von eingeladenen Sprechern als auch von Doktoranden erhielten wir begeisterte Rückmeldungen. Wir möchten uns ganz herzlich bei der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung für die Finanzierung und die hervorragende Organisation bedanken. Das Seminar war ein voller Erfolg!

Berenike Maier und Michael Lässig