

Vorträge im Physikalischen Kolloquium Sommersemester 2010

Mittwochs 17 Uhr c.t., Hörsaal _111 (EG), Max-von-Laue-Str. 1

28.04.10 **Dr. Thomas Burwick**, Research Fellow am Frankfurt Institute for Advanced Studies

Oscillatory Neural Networks: New Perspectives on Brain Dynamics and Information Processing

In the brain, activated groups of neural units typically participate in rhythmic activity in the gamma-frequency band (30 - 100 Hz). Numerous experiments have related this oscillatory activity to information processing arising in the context of cognitive tasks. However, an understanding of the functional relevance of these oscillations is still missing. Oscillatory Neural Networks are natural candidates for modeling the observed rhythms and studying their relevance for information processing, for example, with respect to pattern recognition. In this context, we report on recent progress towards finding appropriate oscillatory network models. In particular, we give a new approach towards including oscillating inhibition as an essential ingredient of the biological system. This leads to new perspectives on the functionality of cortical gamma oscillations by relating these to pattern recognition capabilities.

5.05.10 **Prof. Dr. Götz S. Uhrig**, Lehrstuhl für Theoretische Physik I, Technische Universität Dortmund

Kohärente Kontrolle von Quantenbits: Ideen wider die Dekohärenz

Die speziellen Phänomene der Quantenmechanik in der Informationsverarbeitung auszunutzen ist eine Vision, die schon seit geraumer Zeit die Phantasie von Physikern und Informatikern beflügelt. Seit ungefähr zehn Jahren boomt die Forschung auf diesem Gebiet. Statt die Information klassisch in einem Bit (0 oder 1) zu speichern steckt sie in einem Quantenbit, kurz Qubit, das auch Überlagerungen von 0 und 1 erlaubt. Das ist einerseits der Grund für das gigantische Potential der Quanteninformationsverarbeitung: Es erlaubt, sehr viele klassische Rechnungen parallel durchzuführen. Andererseits sind die Überlagerungen auch die Achillesferse der Quanteninformation, da sie fragil sind und sehr leicht ihre Kohärenz, d.h. ihren besonderen Informationsgehalt, verlieren.

Ein wichtiges Ziel ist es daher, diese sogenannte Dekohärenz zu unterdrücken. Im Vortrag werden fundamentale Konzepte hierfür vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt auf physikalischen Methoden, die die Kopplung des

Quantenbits an seine Umgebung effektiv vermindern. Dadurch kann die Dekohärenzgeschwindigkeit um fast zwei Größenordnungen reduziert werden.

12.05.10 Prof. Dr. Hermann Requardt, Siemens AG, München

Innovationskonzepte in der Medizintechnik

Die demographische Entwicklung und der medizinische Fortschritt stellen weltweit die Gesundheitssysteme vor immer größere Herausforderungen. Zum einen wird die volkswirtschaftliche Basis immer älter und somit wird Gesundheit zum Produktivfaktor. Zum anderen entsteht durch moderne Kommunikationsmittel ein steigendes Anspruchsdenken an das medizinisch Mögliche. All dies finanziell und ausgewogen zu bewerkstelligen wird eine der Hauptaufgaben der kommenden Jahre sein.

Der Vortrag zeigt auf, dass Medizin industrialisiert werden muss, um immer bessere Ergebnisse bei begrenztem Kostenrahmen hervorbringen zu können. Industrialisierung darf hierbei nicht verstanden werden als die übergreifende Etablierung der Apparate-Medizin im Sinne einer "Fließbandbehandlung", sondern im Sinne einer Grundhaltung, die die Kosten der Gesundheitsvorsorge als Investition begreift, aber im Gegenzug auch entsprechende Gegenwerte erwartet. In solchen Szenarien sind Innovationen gefragt; Innovationen in der Produkt- und Pharmawelt genauso wie Prozessinnovationen, die zum selben medizinischen Ergebnis mit weniger Aufwand führen. Ähnlich wie bei Industrieunternehmen werden sämtliche Einsatzfaktoren von Informationssystemen getragen. So entsteht ein lernfähiges Gebilde in einem wettbewerbsorientierten Umfeld.

**19.05.10 Prof. Dr. Christoph E. Düllmann, Helmholtz-Institut Mainz und GSI Darmstadt,
Johannes Gutenberg-Universität Mainz**

News from the Quest for the Superheavy Elements

The existence of long-lived superheavy elements – located on an "island of stability" around atomic number 114 – that owe their stability entirely to nuclear shell effects was predicted by the nuclear shell model. For decades, the search for superheavy elements in the laboratory – but also in nature – remained unsuccessful. Only in the past decade, exciting results from the Flerov Laboratory of Nuclear Reactions in Dubna, Russia, about the synthesis of new elements up to element 118 in Ca-48 induced fusion reactions substantiated. Some of these could be confirmed in independent experiments. Most recently, element 114 was observed in an experiment at the newly installed gas-filled recoil separator TASCA at GSI Darmstadt. I will give an overview of the current status of superheavy element research focusing on their synthesis, physical, and chemical investigation. New initiatives at the GSI, the Johannes Gutenberg University Mainz and the newly founded Helmholtz Institute Mainz together with additional partners pave the way for the next steps in this vibrant research field.

21.06.2010 Prof. Dr. Achilleas Frangakis, Institut für Biophysik, Goethe-Universität Frankfurt

Antrittsvorlesung

Cryo-Electron Tomography: Visualization of Living Cells at Molecular Resolution

Cryo-electron tomography is currently the only visualization method capable of recording three-dimensional images of entire cells and organisms, with a resolution approaching a few nanometers.

Cells sense, affect and respond to their environment through the fundamental function of adhesion. Several types of adhesion sites, which are mediated via dynamically maintained multi-protein structures, anchor extracellular-matrix proteins to the cytoskeleton, and control tissue stability and cellular proliferation, important functions e.g. in cancer and metastasis.

I will present our plans to (a) to visualize the molecular architecture and reveal the structural differences of the adhesion sites under various conditions and influences, i.e. mutations, wounds, etc., and (b) to develop novel pattern recognition and classification techniques in order to structurally characterize the adhesion sites *in toto* by cryo-electron tomography of vitreous sections.

We will use pattern recognition techniques and locally averaged cryo-electron sub-tomograms to quantify the macromolecular complexes in terms of stoichiometry and protein interactions *in situ* at high resolution (~3 nm). In particular, we aim to reveal how a pool of constituent proteins are organized.

02.06.2010 Prof. Dr. Werner Mäntele, Institut für Biophysik, Goethe-Universität Frankfurt

Infrarot-Bioanalytik mit evaneszenten Wellen: Grundlagen und Anwendungen

Die meisten biologisch relevanten Moleküle zeigen Schwingungsübergänge im infraroten Spektralbereich, die zu ihrer Identifikation und quantitativen Bestimmung genutzt werden können. In vielen Fällen bilden diese Absorptionen einen hochspezifischen Fingerabdruck für das jeweilige Molekül. Die Infrarotspektroskopie mit evaneszenten Wellen stellt eine elegante Möglichkeit dar, um dieses Meßprinzip in der Bioanalytik umzusetzen. Der Vortrag führt in die Grundlagen der Infrarotspektroskopie biologischer Moleküle ein und beschreibt die experimentellen Voraussetzungen für die IR-Bioanalytik mit FT-IR-Spektrometern oder Halbleiterlasern und Lichtleiteroptiken. Die Auswertemethoden für die quantitative Analytik komplexer Lösungen mit Hilfe von multivariaten chemometrischen Methoden werden beschrieben. Es werden verschiedene Beispiele für die Anwendung dieser Methoden, u.a. eine vom Arbeitskreis entwickelte reagenzienfreie Analysenmethode für Blut und andere Körperflüssigkeiten, vorgestellt.

09.06.2010 Prof. Dr. Karin Jacobs, Fachrichtung 7.2 Experimentalphysik, Universität des Saarlandes

Adsorbing Proteins, Sticking Bacteria and Climbing Geckos: Van der Waals-Forces Revisited

Intermolecular forces embrace all forms of matter and are also present in our every-day life as they, e.g., determine the strength of a glue or the wetting properties of water on textiles. In my talk I will describe our way to access these forces by studying thin liquid films in the nanometer range. The examples demonstrate that long-ranged van der Waals-forces have to be taken into account, which is especially important for composite substrates. The lessons learned can then be applied to more complex situations like the adsorption of proteins to surfaces like dental implant materials or the adhesion of bacteria or of geckos.

16.06.2010 Prof. Dr. Hanns-Christoph Nägerl, Institut für Experimentalphysik, Universität Innsbruck

Quantum engineering at nanokelvin temperatures: Quantum phase transitions, strong correlations, and novel many-body systems

I will review recent experiments with atomic and molecular quantum gases in the regime of quantum degeneracy, Bose-Einstein condensation, and strong correlations. Ultracold atomic and molecular gases are versatile tunable laboratory systems for the study of complex many-body quantum phenomena as essentially all parameters such as geometry and strength of confinement and the strength of interactions can be controlled with near-perfect isolation from external perturbations. For atoms 1D geometry, I will discuss the strongly-interacting limits of so-called Tonks-Girardeau and super-Tonks-Girardeau phases [1]. We observe the “pinning” quantum

phase transition in the presence of an arbitrarily weak lattice potential [2]. I will outline our efforts to achieve quantum degeneracy of molecules in optical lattice potentials [3] with the aim to generate dipolar quantum gas phases.

[1] Realization of an Excited, Strongly Correlated Quantum Gas Phase, E. Haller et al., Science 325, 1224 (2009).

[2] Pinning quantum phase transition for a Luttinger liquid of strongly interacting bosons, E. Haller et al., manuscript in review, preprint at arXiv:1004.3168 (2010).

[3] An ultracold high-density sample of rovibronic ground-state molecules in an optical lattice, J.G. Danzl et al., Nature Physics 6, 265 (2010).

30.06.2010 Dr. Uwe Krüger, Cleantech Switzerland, Schaffhausen, Schweiz

Solartechnik – Eine Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts?

Unter allen erneuerbaren Energien bietet die Sonne das größte technisch nutzbare Potenzial. Solarenergie wird langfristig die wichtigste Energiequelle im weltweiten Energiemix sein, so die Prognose des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung. Demnach wird Solarstrom im Jahr 2050 bereits 24 % und bis zum Jahr 2100 sogar 63 % zur weltweiten Energieerzeugung beitragen.

Bis 2020 wird die weltweite Kapazität von Solaranlagen von heute 7 GW auf voraussichtlich 200 GW anwachsen. Der größte Teil dieses Wachstums findet in China statt. Neben der dezentralen Stromerzeugung mittels Photovoltaik (C-Si, a-Si, CaTe) sind auch solarthermische Kraftwerke zur zentralen Stromerzeugung in Sonnengürtelregionen ins Zentrum des Interesses gerückt. Vor diesem Hintergrund behandelt der Vortrag zwei Fragen: Was sind die wichtigsten physikalischen und technologischen Meilensteine der Solartechnik? Welche Bedeutung haben neueste Forschungsergebnisse in der Batterietechnik für die Zukunft der Solarenergie?

07.07.2010 Prof. Dr. Alex C. Mueller, National Institute for Nuclear and Particle Physics, CNRS, Paris, France

Transmutation radioaktiver Abfälle – Lösung der Endlagerproblematik?

Weltweit planen heute viele Länder eine erhebliche Steigerung des Anteils der Kernenergie in ihrem Energiemix. Das hohe Potential an Nachhaltigkeit der Kernenergie ist hierbei ein zentrales Argument. Andererseits gibt es, insbesondere in weiten Kreisen der Bevölkerung eines Teils der europäischen Länder, erhebliche Bedenken gegen diese Energieform, da sie langlebigen radioaktiven Abfall verursacht. Partitioning & Transmutation verspricht hier einen nachhaltigen Lösungsansatz, indem schnelle (kritische und unterkritische) Neutronenreaktoren eingesetzt werden. Unterkritische Reaktoren benutzen einen Protonenbeschleuniger als externe Neutronenquelle. Die Errichtung einer Vielzweckanlage zur Demonstration dieser Technologien ist jetzt in Belgien mit dem Projekt MYRRHA geplant. Der Vortrag behandelt die Physik und Technologie der Transmutation und stellt die "roadmap towards MYRRHA" vor.

Dr. Paul Romatschke, Fellow am Frankfurt Institute for Advanced Studies

Looking Inside Neutron Stars: Microscopic Calculations Confront Observations

What are the thermodynamic properties of the matter found in the center of a neutron star? Despite several decades of research in nuclear physics and a wealth of astrophysical data, this seemingly simple question has yet to be answered. In this talk I will review state-of-the-art neutron star observations and compare them to results derived from state-of-the-art microscopic calculations. A tentative answer to the question above will be

given, and I will end this talk by describing future routes to constraining the equation of state for cold, dense matter.
