

Sommersemester 2006 – Vorträge im Physikalischen Kolloquium

19.04.06 Prof. Dr. Barbara Drossel, Technische Universität Darmstadt

Statistische Physik von Netzwerken: Vom Genom zu Ökosystemen

Dieser Vortrag gibt einen Überblick über das moderne Gebiet der statistischen Physik von Netzwerken. Zunächst wird anhand von Beispielen das breite Vorkommen von Netzwerken illustriert, und es werden Methoden zur Beschreibung ihrer Struktur vorgestellt. Dann behandelt der Vortrag dynamische Prozesse auf Netzwerken. Der Schwerpunkt dieses Teils des Vortrags liegt auf der Dynamik von Booleschen Zufallsnetzen, die als einfaches Modell für genetische Netzwerke eingeführt wurden. Zum Abschluss wird die Evolution von Netzwerken diskutiert, also ihre strukturelle Veränderung mit der Zeit. Hier werden Nahrungsnetze als Beispiel gewählt.

26.04.06 Prof. Dr. Stephan Rosswog, International University Bremen

Kollisionen von Neutronensternen

Sterne beenden ihr Leben als kompakte Objekte, entweder als Weiße Zwerge, Neutronensterne oder Schwarze Löcher. Die Mehrzahl der Sterne ist gravitativ in Doppel- oder Mehrfachsternsystemen gebunden, deshalb ist es nicht verwunderlich, dass auch die erwähnten "Sternleichen" in Doppelsternsystemen auftreten.

Zur Zeit sind acht Doppelsternsysteme bekannt, die aus zwei Neutronensternen bestehen. Das bekannteste dieser Systeme ist der Binärpulsar PSR 1510-54, das erste solche System, das 1974 entdeckt und seither systematisch beobachtet wurde. Eine genaue Analyse seiner Bahnparameter ergab, dass der Orbit zerfällt und sich die beiden Neutronensterne einander langsam annähern, in hervorragender Übereinstimmung mit den Gravitationswellenvorhersagen der Allgemeinen Relativitätstheorie. 1993 wurden die Entdecker dieses Systems, Russel Hulse und Joseph Taylor, für ihre Beobachtung und die Interpretation des Systems mit dem Nobelpreis für Physik geehrt.

Eine letztendliche Kollision solcher Neutronensterne scheint also unausweichlich. Die letzten Minuten im Leben eines solchen Systems gehören zu den vielversprechendsten Ereignissen, die man mit den derzeit in Betrieb gehenden Gravitationswellendetektoren zu beobachten hofft. Darüber hinaus gibt es gute Hinweise darauf, dass eine derartige Kollision eine der gewaltigsten Explosionen im Universum seit dem Urknall auslöst, sogenannte Gamma-ray Bursts.

In meinem Vortrag werde ich einen Überblick über die Bedeutung solcher Doppelsternsysteme für die Physik und Astrophysik geben und auf die detaillierte Modellierung solcher Kollisionen auf Supercomputern eingehen.

03.05.06 Festkolloquium für Herrn Prof. Dr. hc. mult. Walter Jung

Festvortrag

Prof. Dr. Horst Schecker, Institut für Didaktik der Naturwissenschaften, Universität Bremen

Schülervorstellungen in Forschung und Lehre

Schülervorstellungen zu Phänomenen, Konzepten und Methoden der Physik sind eines der zentralen Forschungsgebiete der Naturwissenschaftsdidaktik. Zu keinem anderen Gebiet gibt es international einen vergleichbar umfangreichen und gesicherten Erkenntnisstand. Die Ergebnisse leisten einen wichtigen Beitrag zum Verständnis von Lernprozessen und Lernschwierigkeiten bei Schülern. Für eine Verbesserung der „diagnostischen Kompetenz“ von Lehrkräften gehören Schülervorstellungen zum Kernbereich der fachdidaktischen Ausbildung. Im Vortrag wird anhand von Beispielen ein Überblick über den erreichten Forschungsstand gegeben. Die richtungweisenden theoretischen und empirischen Arbeiten von Prof. Walter Jung werden dabei besonders gewürdigt.

Prof. Dr. Horst Schecker, Universität Bremen, Institut für Didaktik der Naturwissenschaften, Abt. Physikdidaktik
Schülervorstellungen in Forschung und Lehre

Beginn: 16:45 Uhr!

10.05.06 **Dr. Christian Holm**, FIAS, Frankfurt

Biologically Inspired Physics: From DNA Electrostatics to Chromatin Folding

Besides being the repository of our genetic information, DNA is also a fascinating charged and complex macromolecule whose behavior in solution is sometimes counterintuitive, and challenges our physical understanding.

In this talk I will discuss the physics of electrostatic phenomena in the context of colloidal and biophysical systems which play a central role in determining how macroions interact. Some of them can be understood in the context of mean-field theories like Poisson-Boltzmann theory whereas other phenomena require the explicit inclusions of correlations. I will give a review of our current understanding of interactions which can lead to such phenomena such as counterion condensation, attraction between like charged bodies, overcharging, and reversed electrophoretic mobilities. At the end we will discuss the tail induced interactions of two nucleosome core particles whose understanding is crucial for understanding the structure and dynamics of the chromatin fibre where our genetic information is stored.

17.05.06 **Prof. Dr. Ian Affleck**, University of British Columbia, Canada

Antiferromagnetic chain compounds as a laboratory for (1+1) dimensional quantum field theory

Conventional approaches to quantum magnetism fail rather spectacularly in one spatial dimension because of enhanced quantum fluctuations. Fortunately, new methods have been developed, based largely on techniques borrowed from high energy theory, to understand the numerous experimental results appearing in this field.

24.05.06 **Dr. Markus Thoma**, Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik

Stark gekoppelte Plasmen und Plasmakristall (Plasmaphysik unter Schwerelosigkeit)

Stark gekoppelte Plasmen sind ionisierte Gase, in denen die Wechselwirkungsenergie (Coulomb-Energie) zwischen den Plasmateilchen größer als ihre thermische Energie ist. Als Beispiel für ein solches Plasma werden komplexe oder staubige Plasmen vorgestellt. In diesen Niedertemperaturplasmen befinden sich neben Elektronen, Ionen, und neutralen Atomen noch Mikrometer große Partikel, z.B. Staubteilchen. Diese laden sich im Plasma stark auf und bilden eine stark gekoppelte Plasmakomponente. Unter bestimmten Bedingungen wird die Wechselwirkung zwischen den Mikropartikeln so stark, dass sie sich in regulären Strukturen anordnen, dem so genannten Plasmakristall.

Im Vortrag werden die Grundlagen der Physik stark gekoppelter und komplexer Plasmen, Experimente mit komplexen Plasmen im Labor und unter Schwerelosigkeit und Anwendungen komplexer Plasmen diskutiert.

31.05.06 **Prof. Dr. T. Maurice Rice**, Theoretische Physik, ETH Zürich

The High Temperature Superconductors - still fascinating after 20 years

This year marks the 20th anniversary of the discovery of the high temperature cuprate family of superconductors. In this time improvements in sample quality and experimental techniques have given us a constant stream of new insights but also surprises as our knowledge of these exceptional materials deepens. While the phenomenological description of the superconductivity is well in hand, the microscopic origin remains controversial. The earliest proposal that these superconductors which one obtains by hole doping magnetic insulators, are a form of doped spin liquid remains the most promising*. However it has proved very challenging to develop a comprehensive theory which explains all their many anomalous features. Hence the continuing fascination with these special materials.

* For a recent review see P.W.Anderson et al J.Phys.: *Condens.Matter* 16 R755 - R769 (2004)

07.06.06 **Prof. Dr. Ralph Claessen**, Universität Würzburg

Ungewöhnliche elektronische Phasenübergänge in Übergangsmetalloxiden

In Übergangsmetalloxiden (ÜMO) führt das kooperative Zusammenspiel von Ladungs-, Spin-, Orbital- und Gitterfreiheitsgraden zu einer Vielfalt ungewöhnlicher elektronischer und/oder magnetischer Phasen. Aktuelle Beispiele sind die Hochtemperatursupraleitung in Kupraten oder der kolossale Magnetowiderstand in Manganaten. Ausgehend von allgemeinen Betrachtungen zur Physik der ÜMO möchte ich in meinem Vortrag zwei andere prominente Phänomene diskutieren. Zum Einen geht es um den sogenannten "Verwey-Übergang" im gemischtvalenten Eisenoxid Fe_3O_4 (Magnetit), der seit Jahrzehnten als prototypisches Beispiel für Ladungsordnung gilt. Dieses Bild wird durch neuere experimentelle und theoretische Ergebnisse allerdings stark in Frage gestellt. Mein zweites Thema ist das ungewöhnliche Spin-Peierls-Verhalten im niedrigdimensionalen Oxyhalogenid TiOCl , das sich ebenfalls auf die komplexe Wechselwirkung verschiedener Freiheitsgrade zurückführen lässt.

14.06.06 **Prof. Dr. Bernd Surrow**, Massachusetts Institute of Technology

The glue in the proton

Scattering experiments have played an important role in our current understanding of the world around us. This field aims to answer profound questions such as the origin of the proton mass and spin. Early electron-proton scattering experiments at the Stanford Linear Accelerator Center, followed by a series of fixed-target experiments, established the constituent structure of the proton with the observation of Bjorken scaling and its interpretation within the Quark-Parton model. The observation of scaling violation contributed to the test of the microscopic field theory among quarks and gluons known as Quantum Chromodynamics (QCD), which was awarded with the Nobel prize in physics in 2004. In contrast to physics at large distance scales (molecular, atomic, and nuclear), the mass of the proton originates predominately in the interactions among its constituents, rather than in the bare masses of the constituents themselves. The strong forces that confine quarks inside the proton lead to abundant gluons and quark-antiquark pairs. Those are crucial silent partners in matter, making dominant contributions to the mass of the visible universe. It is not yet completely known how these silent partners also make critical contributions to fundamental properties of the proton other than mass such as the spin of the proton. The spin physics program at RHIC facility at Brookhaven National Laboratory focuses on the collision of high-energy polarized protons to gain a deeper understanding of the spin structure and dynamics of the proton, in particular to provide a better insight into the role of gluons to make up the spin of the proton. After an introduction into this field and an overview of the main experimental techniques, I will review experimental results for gluons making up a large contribution to the proton followed by first results obtained on the quest for spinning glue. I will conclude with an overview of planned measurements in the future.

21.06.06 **Prof. Dr. Gerhard Stock**, Universität Frankfurt

Quantenmechanische und klassische Beschreibung der Dynamik von Biomolekülen

Biomoleküle wie Proteine and Nukleinsäuren sind zweifellos komplexe Systeme - nicht zuletzt in dem Sinn, dass unterschiedliche Teilaspekte desselben Systems sehr unterschiedliche experimentelle wie theoretische Ansätze erfordern können. Die dadurch entstehenden Herausforderungen an eine theoretische und computergestützte Beschreibung sollen in dem Vortrag anhand zweier Beispiele vorgestellt werden.

Zum einen wird die Femtosekunden-Dynamik und Spektroskopie der cis-trans Photoisomerisierung von Rhodopsin (der primäre Schritt im Sehprozess) betrachtet, welche mit einem quantenmechanischen Modell im Rahmen einer reduzierten Dichtematrix-Beschreibung behandelt wird. Zum anderen wird die zeitaufgelöste Beobachtung der Faltung von photoschaltbaren Peptiden vorgestellt, welche auf einer quasiklassischen Molekulardynamik-Simulation beruht. Möglichkeiten und Grenzen sowie die Faszination einer theoretischen Behandlung von biophysikalischen Systemen werden geschildert.

28.06.06 Prof. Dr. Cornelia Denz, Institut für Angewandte Physik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Licht steuert Licht - nichtlineare optische Komponenten für die Informationsverarbeitung

Die optische Informationsverarbeitung verlangt immer mehr nach Elementen, die Licht direkt schalten und parallel verarbeiten können. Vollständig optische Elemente haben hier enorme Vorteile: durch ihre inhärente Parallelität können sie Millionen von Verbindungen gleichzeitig schaffen. Nichtlineare optische Effekte können solche Funktionen durch die Wechselwirkung von Licht mit Materie erzeugen, ohne zusätzliche Lichtleitfasern, physikalische Führungen oder Umwandlung in elektronische Signale zu benötigen. So kann Licht sich selbst führen, speichern oder manipulieren und damit adaptive Komponenten erzeugen – eine vielversprechende Perspektive für komplexe photonische Systeme.

Der Schlüssel zur Realisierung solcher Komponenten liegt in dem Potential zahlreicher nichtlinearer optischer Materialien, den Brechungsindex entsprechend der einfallenden Lichtverteilung zu ändern. Im Vortrag werden Beispiele für Anwendungen dieser Brechungsindexänderungen im Bereich der adaptiven Wellenleitung, optisch induzierter photonischer Kristalle, der holographischen Datenspeicherung und der dynamischen Holographie vorgestellt.

5.07.06 Prof. Dr. Gerhard Börner, Max-Planck-Institut für Astrophysik, Garching

Die Dunkle Seite des Unversums

Unser Bild vom Kosmos ist in den letzten Jahren durch eine Reihe neuer Beobachtungsergebnisse deutlicher geworden. Der Satellit WMAP liefert Daten zur kosmischen Mikrowellenstrahlung, die zusammen mit der in den letzten Jahren gelungenen genauen Vermessung der kosmischen Expansion die Bestimmung aller kosmischen Größen in engen

Grenzen erlauben. Alle Beobachtungen passen sehr gut zu einem einfachen Urknallmodell mit einem Beginn von Raum, Zeit und Materie vor 14 Milliarden Jahren.

Die Zusammensetzung der kosmischen Materie und Energie ist allerdings sehr rätselhaft: Die normale, baryonische Materie macht nur etwa 5 Prozent aus, während 25 Prozent durch noch nicht bekannte dunkle Materie und 70 Prozent durch eine mysteriöse dunkle Energie beigesteuert werden. Diese Beobachtungen und theoretischen Überlegungen dazu werden im Vortrag diskutiert.

12.07.06 **Prof. Dr. Gunther Roland**, Massachusetts Institute of Technology

Results from RHIC: The Liquid Vacuum

Abweichender Termin: Dienstag!

18.07.06 **Dessauer-Gedenk-Tag** (zust.: Prof. Schmidt-Böcking)