

## Vorträge im Physikalischen Kolloquium

Wintersemester 2014/15

Mittwochs 16 Uhr c.t., Hörsaal \_111 (EG), Max-von-Laue-Str. 1

**19.11.14 Prof. Dr. Achim Denig**, Institut für Kernphysik, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz

### *The Low-Energy Frontier of the Standard Model*

In this talk we discuss the impact of low-energy physics (the "low-energy frontier") on precision tests of the Standard Model of particle physics. Indeed, for many precision observables as for instance the anomalous magnetic moment of the muon,  $(g-2)_\mu$  or the electroweak mixing angle,  $\sin^2 \theta_w$ , an interpretation is currently limited due to hadronic uncertainties.

Measurements in the field of hadron physics within the Collaborative Research Center SFB-1044 at the University of Mainz are aiming at an improved determination of those quantities. We also present the impact of the new electron accelerator MESA in this field, which is currently under construction in Mainz.

---

**3.12.14 Prof. Dr. Dorothee Weber-Bruls**, Anwaltskanzlei Jones Day, Frankfurt

### Antrittsvorlesung

### *Technisch oder nicht technisch ist hier die Frage*

Wissenschaftsgeschichte, theorie und soziologie haben gezeigt, dass es beim Experimentieren in der Naturwissenschaft Unwägbarkeiten, Kontingenzen und Widersprüche gibt. In den vergangenen drei Jahrzehnten haben diese Disziplinen sich intensiv mit der Frage befasst, welche Formen des Experimentierens es gibt und in welchem funktionalen oder epistemologischen Zusammenhang sie mit Wissen stehen. Es zeigt sich, dass der Experiment-Begriff der Wissenschaftsforschung sehr schillernd ist. Der Vortrag leistet Vermittlungsarbeit, indem einige jüngere Forschungsergebnisse der Wissenschaftsforschung unter fachdidaktischer ausgewertet werden.

Das Experimentieren in Physikunterricht kann zahlreiche Ziele verfolgen. In aller Regel steht der systematische Aufbau begrifflichen und konzeptionellen Wissens im Vordergrund. Was aber, wenn das Experimentieren der Schüler/innen zugleich darüber informieren soll, was Experimentieren in den Naturwissenschaften bedeutet? Die fachdidaktische Forschungslage über Schülervorstellungen über das Experimentieren zeigt, dass dies bis-

lang kaum gelingt. Ein Grund ist, dass experimentbezogene Lernumgebungen i.d.R. stark vorstrukturiert sind. Die starke Steuerung verfolgt das Ziel, Sicherheit bezüglich des Ablaufs und der Resultate herzustellen, so dass ein anderes Bild als oben erwähnt gezeichnet wird.

---

**10.12.14 Prof. Dr. Dietmar Höttecke**, Universität Hamburg

*Experimentieren in naturwissenschaftlicher Forschung und im Physikunterricht*

Wissenschaftsgeschichte, -theorie und -soziologie haben gezeigt, dass es beim Experimentieren in der Naturwissenschaft Unwägbarkeiten, Kontingenzen und Widersprüche gibt. In den vergangenen drei Jahrzehnten haben diese Disziplinen sich intensiv mit der Frage befasst, welche Formen des Experimentierens es gibt und in welchem funktionalen oder epistemologischen Zusammenhang sie mit Wissen stehen. Es zeigt sich, dass der Experiment-Begriff der Wissenschaftsforschung sehr schillernd ist. Der Vortrag leistet Vermittlungsarbeit, indem einige jüngere Forschungsergebnisse der Wissenschaftsforschung unter fachdidaktischer ausgewertet werden.

Das Experimentieren in Physikunterricht kann zahlreiche Ziele verfolgen. In aller Regel steht der systematische Aufbau begrifflichen und konzeptionellen Wissens im Vordergrund. Was aber, wenn das Experimentieren der Schüler/innen zugleich darüber informieren soll, was Experimentieren in den Naturwissenschaften bedeutet? Die fachdidaktische Forschungslage über Schülervorstellungen über das Experimentieren zeigt, dass dies bislang kaum gelingt. Ein Grund ist, dass experimentbezogene Lernumgebungen i.d.R. stark vorstrukturiert sind. Die starke Steuerung verfolgt das Ziel, Sicherheit bezüglich des Ablaufs und der Resultate herzustellen, so dass ein anderes Bild als oben erwähnt gezeichnet wird.

---

**14.01.15 Prof. Dr. Francesco Sannino**, University of Southern Denmark, Odense

*Beyond Quantum Chromo Dynamics: A Composite Universe*

Circa 95% of the universe is made of unknown forms of matter and energy, while to describe the remaining 5% one needs at least three fundamental forces, i.e. Quantum Electrodynamics (QED), Weak Interactions and Quantum Chromo Dynamics (QCD). Furthermore strong interactions are responsible for creating the bulk of the bright mass, i.e. the 5%. It is therefore natural to expect that to correctly describe the rest of our universe while providing a sensible link to the visible component new forces will soon emerge. For example the standard model sector responsible for breaking the electroweak symmetry spontaneously could be replaced by a new and more natural strongly coupled sector. Another interesting avenue is the possibility that dark matter itself, as the ordinary proton and neutron, is not an elementary particle but rather a state composed by new strongly coupled matter. I will argue that models of composite dynamics are indeed primary candidates for a better understanding of the origin of bright and dark matter in Nature. I will also show that we can make clear and falsifiable predictions for the Large Hadron Collider experiment as well as dark matter direct experiments searches. Understanding strong dynamics is therefore crucial to construct phenomenologically relevant extensions of the standard model of particle interactions, and ultimately being able to describe our Universe.

---

**21.01.15 Prof. Dr. Stefan Weinzierl**, Institut für Physik (ThEP), Universität Mainz

*From Yang-Mills to Gravity*

It is well known that in the perturbative regime scattering amplitudes in gauge theories and gravity may be

computed from Feynman diagrams. However, as the number of legs and loops increases, such a computation becomes more and more complicated, although the final result is often very simple. This is an indication that not all symmetries and mathematical structures of the problem have been identified. I will discuss recent progress on hidden mathematical structures in scattering amplitudes and report on interesting connections between scattering amplitudes in gauge theories and gravity and the role the  $n$ -punctured Riemann sphere plays in this context for tree amplitudes.

---

**28.01.15**      **Prof. Dr. Dieter Schuch**, Institut für Theoretische Physik, Goethe-Universität,  
Frankfurt am Main

*Was die Welt im Innersten zusammenhält – Is it linear, nonlinear or even both?*

Quantum mechanics is, so far, the most successful theory scientifically as well as economically. Mathematically, it is linear, time-reversal and conservative. However, our everyday world is distinguished by a prevailing direction of time, dissipation of energy and phenomena (like the weather) that can rather be described in terms of nonlinear theories. Should physicists therefore have dual personalities, or is there a way out of this dilemma?

Extending quantum mechanics simply by adding nonlinear terms apparently does not solve the problem. Therefore, in this talk, a different approach will be presented, namely, a nonlinear (but linearizable) reformulation of quantum mechanics with the help of an “equation of motion” known for more than 250 years.

The advantages over linear theory are that information is gained, there is a straightforward extension to open dissipative systems as well as formal compatibility with other fields of physics. Such benefits are not possible along the lines of the established formalism of quantum mechanics. This will be demonstrated with examples from statistical thermodynamics via nonlinear dynamics and soliton theory through to Bose–Einstein condensates and cosmology. Finally, this approach also allows one to generate Pythagorean triples, a problem already known to and tackled by the Sumerians.

---

**04.02.15**      **Prof. Dr. Johan Stiens**, ETRO, Vrije Universiteit Brussel

*Generic, label-free and immobilization-free bio-sensing of solvated biomolecules  
with (sub) THz waves*

In a solution comprising a solvent (predominantly water), buffers, and solvated biomolecules complex biophysical and biochemical interactions can take place due to the existence of permanent and induced charges, permanent and (induced) dipoles, hydrogen bonds, hydrophilic and hydrophobic species, phonon vibrations which depend on the conformations and rigidity of the components, ... The dielectric response of this solution to EM waves in the (sub)-THz waves will depend on the relative concentration of the individual components, but also on their interaction strengths. Any (tiny) change in the concentrations or interaction strength due to an external perturbation can be monitored with sub-THz waves, when one disposes over an ultra-sensitive biosensor which can cope with the high absorption properties of water in this frequency range.

In this presentation we will discuss the operation principle and the technological implementation of a novel generic, label-free, immobilization-free biosensor with world-record sensitivities in the sub-THz range for the characterization of micro and nano-liter liquids. A multitude of biological and pharmaceutical applications will be discussed ranging from monitoring antibody-antigen interactions, PCR reactions, protein crystallization, HPLC of pharmaceutical compounds. We will compare this novel measurement technology with commercial analytical instruments such as SPR, UV-

spectroscopy, etc.

In the final part of the presentation we would like to raise the question if we potentially disturb the functionality of biomolecules when exposed to these THz waves. If one can do this in a controllable way, one can imagine applications where we exploit the usage of these EM waves for cellular function control.

---

**11.02.15**      **Dr. Michael Eckert**, Forschungsinstitut Deutsches Museum, München

*Arnold Sommerfeld und die Erweiterung des Bohrschen Atommodells*

In diesem Jahr feiert Sommerfelds Erweiterung des Bohrschen Atommodells seinen hundertsten Geburtstag. Was Sommerfeld am 6. Dezember 1915 der Bayerischen Akademie der Wissenschaften unter dem Titel "Zur Theorie der Balmerischen Serie" präsentierte, war der Auftakt zu einer beispiellosen Entwicklung atomphysikalischer Theorien und Experimente, die zehn Jahre später in der Quantenmechanik gipfelte. Aus Sommerfelds Schule gingen Alfred Landé, Wolfgang Pauli, Werner Heisenberg, Hans Bethe und andere Pioniere der Quantenphysik hervor.

Seine Münchner "Pflanzstätte der theoretischen Physik", wie er sie selbst bezeichnete, gehört neben den Schulen von Niels Bohr in Kopenhagen und Max Born in Göttingen zu den Zentren der frühen Quantentheorie. Sommerfelds Lehrbuch "Atombau und Spektrallinien", das 1919 in erster und 1924 in vierter Auflage erschien, galt als die "Bibel des modernen Physikers" (Max Born).

Im Vortrag werde ich nach einem biografischen Abriss Sommerfelds seine Erweiterung des Bohrschen Atommodells zu einer umfassenden Theorie der Spektrallinien erläutern. Am Ende stellt sich die Frage, wie die Feinstruktur der Atomspektren oder die Aufspaltung von Spektrallinien in elektrischen und magnetischen Feldern zutreffend beschrieben werden konnten, ohne über das Instrumentarium der Quantenmechanik zu verfügen.

---