

Vorträge im Physikalischen Kolloquium

Wintersemester 2021/2022

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

27.10.2021 Prof. Dr. Horst Schmidt-Böcking (Institut für Kernphysik, Goethe-Universität Frankfurt) - PRÄSENZ

Alfred Landé 1921 in Frankfurt: Die Entdeckung halbzahliger Quantenzahlen und des g-Faktors

Alfred Landé wird in vielen Lehrbüchern der Quantenphysik als einer der Pioniere der Quantenphysik genannt. 1921 entdeckte er auf empirischem Wege in Frankfurt in seiner Arbeit über den normalen und den anomalen Zeeman-Effekt grundlegende Eigenschaften der Kopplung inneratomarer magnetischer Momente und damit die Vektoraddition von Drehimpulsen in Atomen. Er leitete daraus empirisch ab, dass im Gegensatz zur klassischen Physik halbzahlige Quantenzahlen in Atomen existieren müssen und das klassisch erwartete gyromagnetische Verhältnis von $g = 1$ zwischen magnetischem Moment und Drehimpuls für halbganzzahlige Quantenzahlen $g = 2$ sein muss. Er fand seine berühmte für den Gesamtzustand eines Atoms gültige g-Faktor-Formel, die in voller Übereinstimmung mit der später abgeleiteten g-Faktor-Formel aus der Schrödinger-Gleichung ist. Landés Entdeckung ebnete damals den Weg für andere wichtige Entdeckungen wie das Pauli-Prinzip. Wolfgang Pauli sagte in seinem Nobelvortrag: Das grundlegendste der Landéschen Ergebnisse war die Einführung von halbzahligen Quantenzahlen für die Dublettspektren der Alkalimetalle. Diese Entdeckung war von entscheidender Bedeutung für mein Auffinden des Ausschlußprinzips (Pauli-Prinzips).

Local Host: Prof. Dr. Krellner (PI)

10.11.2021 Dr. Benesh Joseph (Institut für Biophysik, Goethe-Universität Frankfurt) - PRÄSENZ

Electron spin resonance spectroscopy of membrane protein complexes: from in vitro to in vivo

Pulsed dipolar electron spin resonance spectroscopy techniques enable the determination of electron-electron dipolar coupling and the interspin distances within a range of materials. Nowadays, these techniques are used for the structural characterization of proteins and nucleic acids. I will introduce the application of pulsed electron double resonance (PELDOR or DEER) spectroscopy combined with site-specific incorporation of spin labels for the characterization of membrane protein complexes. The determination of electron-electron dipolar coupling using a Q-Band (34 GHz) spectrometer equipped with an arbitrary waveform generator (AWG) and

the calculation of interspin distances will be discussed. Application of these techniques for the elucidation of conformational heterogeneity, equilibrium dynamics, kinetics, and thermodynamics of membrane protein complexes and the ongoing efforts to perform such experiments in the complex cellular environment will be presented.

Local Host: Prof. Dr. Bredenbeck (IBP)

01.12.2021 **Prof. Dr. Andreas Wipf** (Friedrich-Schiller-Universität Jena) - VIRTUELL via Zoom

Exotic Phases and Phase Transitions for Interacting Fermions

In the talk I will present new results about the critical flavor number in 3-dimensional Thirring models and on the existence or non-existence of inhomogeneous phases in Gross-Neveu-type theories in lower dimensions. The existence and value of a critical flavor number has been debated for almost 30 years. Only recently it has been possible to pin down this number with simulations based on chiral fermions.

The two-dimensional Gross-Neveu model at finite baryon density show spontaneous breaking of translational invariance in the limit where the number of flavors N gets large. We will discuss whether this breaking is only a large- N artifact or whether inhomogeneous structures are seen for finite N . Results for various interacting Fermi systems are discussed.

local host: Prof. Dr. Marc Wagner (ITP)

08.12.2021 **Dr. Benjamin Dönig** (Institut für Kernphysik, Goethe-Universität Frankfurt) - PRÄSENZ;
Habilitation-Antrittsvorlesung

Der LHC als Kochtopf für leichte Kerne und exotische Objekte

Am LHC Beschleuniger des CERN werden Protonen und Atomkerne auf ultrarelativistische Energien beschleunigt und zur Kollision gebracht. Dabei wird, je nach Kollisionssystem, eine Vielzahl neuer Teilchen produziert, die von Experimenten wie ALICE nachgewiesen werden können. Während in Proton-Proton Kollisionen im Mittel etwa 6 geladene Teilchen entstehen, sind es in zentralen Pb-Pb Kollisionen bis zu 2000 geladene Teilchen, die in den Detektoren nachgewiesen werden. Die produzierten Teilchen sind in erster Linie Pionen, die leichtesten Hadronen, dazu kommen einige Kaonen und, im Verhältnis dazu, sehr wenige Protonen. Noch unwahrscheinlicher ist die Produktion von Atomkernen oder noch exotischeren Objekten, etwa Atomkerne, in denen Teilchen mit strangeness oder sogar mit charm-Quarks vorkommen. Nichtsdestotrotz werden leichte Kerne wie Deuteronen, Helium und Alpha sowie die entsprechenden Antikerne in solchen Kollisionen erzeugt und nachgewiesen.

Beschreibt man die Teilchenproduktion in einem statistisch-thermischen Modell, so lassen sich die Häufigkeiten aller gemessenen Teilchen unter Annahme einer Systemtemperatur von etwa 160 MeV, also ungefähr 2×10^{12} K, ziemlich gut beschreiben. Diese Temperatur ist rund 100000-mal so hoch wie die Kerntemperatur der Sonne.

ALICE hat sich als ausgezeichnetes Instrument erwiesen, um diese seltenen und schwach gebundenen Objekte nachzuweisen. Dabei wurde ausgenutzt, dass einige der Detektoren schnell genug sind, um bereits während der Datennahme Ereignisse mit seltenen Teilchen zu selektieren. Der Übergangsstrahlungsdetektor, der in Frankfurt mitgebaut wurde, ist ein solcher Detektor, der zur online-Erkennung von Kollisionsereignissen entwickelt wurde, die Elektronen enthalten. Diese Funktionalität wurde erweitert, um auch Ereignisse mit leichten Kernen zu selektieren. Damit wurde die Messung des Hypertritons möglich, einem Deuteron, an das ein Lambda-Hyperon mit nur 130 keV gebunden ist. Ergebnisse aus diesen Bereichen werden präsentiert und offenbaren den LHC als Kochtopf für Materie und Antimaterie in vielen Facetten.

local host: Prof. Dr. Appelshäuser (IKF)

15.12.2021 **Dr. Guiliano Franchetti** (IAP); Local Host: Prof. Dr. Ratzinger (IAP)

Challenges and perspectives of large accelerators

From the invention of the cyclotron by Ernest Lawrence, the development of particle accelerators has been characterized by the constant increase of size and energy. The art of delivering particle beams has required mastering all the physical effects originating in the beam itself and from its surroundings. The post-LHC era foresees even larger accelerators and even higher energies with new beam physics challenges. This presentation will review the main beam physics limitations and will discuss novel challenges as the interplay of the particle beams with vacuum neutral molecules equipped with dipole moments. The quest for precision in storage rings will also be discussed for the emerging interest in the possible use of storage rings as gravitational antennas.

Local Host: Prof. Dr. Ratzinger (IAP)

19.01.2022 **Dr. Jürgen Lisenfeld** (Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe) - PRÄSENZ

Atomic Tunneling Defects in Superconducting Quantum Computers

Superconducting quantum bits have reached a pole position in the race to realize a quantum computer.

However, the coherence of such solid-state qubits is severely limited by structural defects in the circuit materials. These provide a bath of parasitic two-state quantum systems, so-called TLS, which give rise to fluctuations and dissipation of qubit energy. Understanding the microscopic origins of TLS defects is thus vital for the progress towards practical quantum computers.

In this talk, I will give a brief introduction to superconducting qubits and show how they can be operated as sensitive detectors to study individual TLS defects.

In our experiments, we manipulate the defects' quantum states by resonant microwave driving and read them out by coherent swap operations. Moreover, tuning of TLS by applied mechanical strain and tailored electric fields provides novel spectroscopy methods that reveal mutual defect interactions and allow one to determine the defects' locations in a given qubit sample.

These techniques provide a new insight into disordered materials and yield valuable information to guide improvements in sample fabrication that are urgently needed to obtain higher coherence in micro-fabricated quantum devices.

Local Host: Prof. Dr. Müller (PI)

02.02.2022 **Prof. Dr. Peter Heering** (Europa-Universität Flensburg) - in PRÄSENZ (mit Live-Stream)

Der Nachvollzug kanonischer Experimente als Zugang zur wissenschaftshistorischen Analyse experimenteller Praxis

Einige Experimente aus der Geschichte der Physik finden sich auch heute noch in universitären Physiklehrbüchern, aber auch Schulbüchern wieder. Allerdings wird hierbei im Wesentlichen auf das physikalische Grundprinzip eingegangen, das diesen Experimenten zugrunde liegt. Mittels der Replikationsmethode wurden einige dieser Experimente analysiert, um ein Verständnis für die von den Experimentatoren zu überwindenden Schwierigkeiten, aber auch den Voraussetzungen und materiellen Aspekten zu entwickeln. Hierbei zeigt sich, dass gerade die prozesshafte Entwicklung der Stabilität des experimentellen Geschehens eine wesentliche Voraussetzung für den erfolgreichen Abschluss des Experiments darstellt.

Im Rahmen des Vortrags wird die Replikationsmethode an einigen Beispielen vorgestellt. Gleichzeitig wird neben den Erkenntnissen über die kanonischen Experimente auch diskutiert werden, welche Relevanz diese für Bildungsprozesse in der Physik haben.

Local Host: Prof. Dr. Wilhelm (IDP)

09.02.2022 **Prof. Eleonora Troja** (University of Rome) - VIRTUELL via ZOOM

Studying neutron star mergers from a new perspective

Pairs of neutron stars (NSs) are bound to spiral into each other and eventually merge due to angular momentum and energy losses to gravitational radiation. By combining extreme gravity, copious emission of gravitational waves, and luminous electromagnetic radiation, these mergers serve as excellent astrophysical laboratories to explore a wide range of fundamental problems: from the formation of relativistic jets to the cosmic production of heavy metals, from the equation of state of cold ultra-dense matter to the expansion rate of the universe. Our understanding of NS mergers, traditionally driven by observations of short duration gamma-ray bursts, was revolutionized in 2017 by the discovery of GW170817, the first NS merger studied through gravitational waves and light. Thanks to its proximity, this one event revealed the rich complexity of the merger phenomenon, opening up new horizons for the study of these systems. In this talk, I will present recent results from the observations of gravitational wave sources, including our long-term monitoring campaign of GW170817, and discuss complementary constraints from short duration gamma-ray bursts at cosmological distances.

Local Host: Prof. Dr. Rezzolla (ITP)

16.02.2022 **Dr. Benjamin Bruhn & Kristina Stiefel** (PricewaterhouseCoopers (PwC) GmbH) -
PRÄSENZ

„Physiker dringend gesucht – Wie sich das Profil des Bankers verändert“

...so titelte das Handelsblatt im Januar dieses Jahres. Und tatsächlich sind Naturwissenschaftler nicht nur in der Forschung und Entwicklung begehrt, sondern werden auch gerne in anderen privatwirtschaftlichen Bereichen eingestellt. Wenn man nur wüsste, was einen da erwartet und ob das überhaupt etwas für einen wäre...

Von Naturwissenschaftlern zu Naturwissenschaftlern wollen wir Euch einen Eindruck davon vermitteln, welche beruflichen Möglichkeiten sich durch Euer Studium für Euch in der Unternehmensberatung bieten, wie die Aufgabenfelder aussehen und welche Eurer Fähigkeiten Ihr besonders gut einbringen könnt.

Dabei gehen wir vor allem auf die quantitativen Aspekte in den Bereichen Banking und Insurance ein – klingt vielleicht erstmal nicht so sexy, bietet aber spannende Themen und die Möglichkeit einen echten Impact zu erzielen!

Wir berichten von unseren eigenen Erfahrungen auf abwechslungsreichen Projekten mit vielfältigen Themen von Data Analytics über mathematische Modellierung bis hin zur Implementierung von Software-Tools und vermitteln Euch einen Einblick in die Arbeit im Risikomanagement. Natürlich beantworten wir auch gerne Eure Fragen zu Berufsalltag, Berufschancen und den optimalen Einstieg in die Welt der Beratung und Finanzen.

Local Host: Prof. Dr. Krellner (PI)