

# Großes Physikalisches Kolloquium an der Universität zu Köln

**Prof. Dr. Yoichi Ando**

Institute of Physics II, University of Cologne



## Topological Insulators and Superconductors

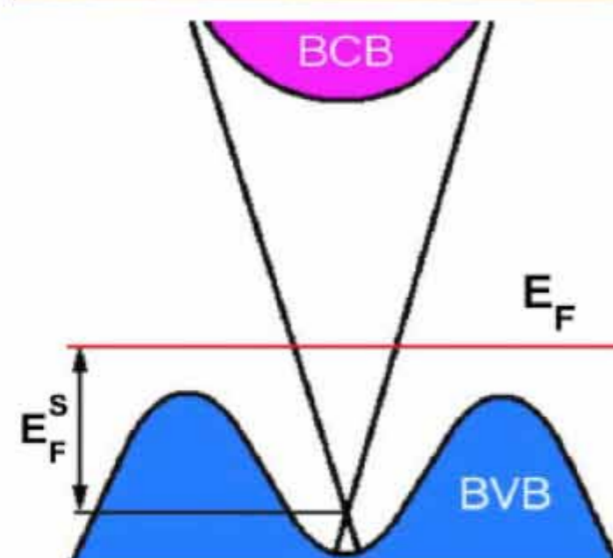
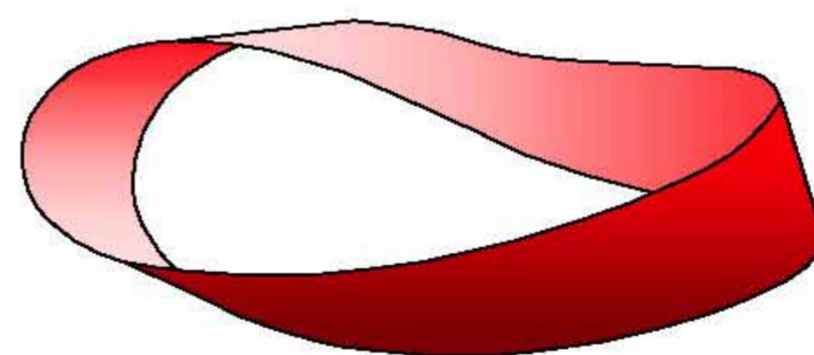
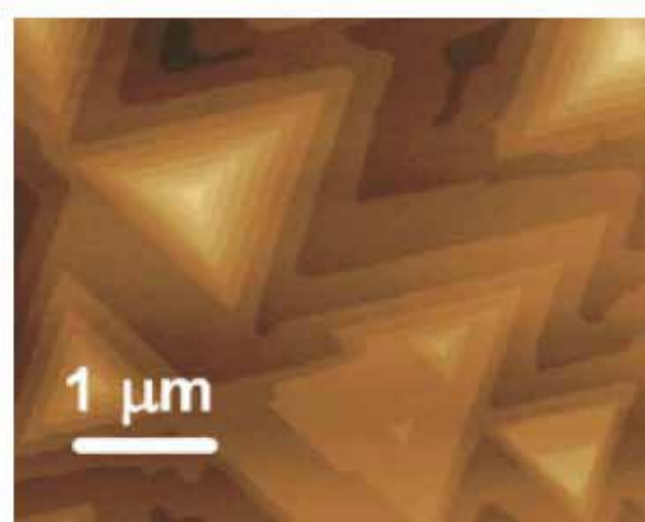
12.04.2016

16<sup>45</sup> Uhr / HS III



Topological insulators and superconductors are new quantum states of matter that are characterized by nontrivial topological structures of the Hilbert space. Recently, they attract a lot of attention because of the appearance of exotic quasiparticles such as spin-helical Dirac fermions or Majorana fermions on their surfaces, which hold promise for various novel applications. In this colloquium, I will introduce the basics of those materials and present some of the key contributions we have made in this new frontier.

## Topological Insulator



# Großes Physikalisches Kolloquium an der Universität zu Köln

## Prof. Dr. David Gross

Institute for Theoretical Physics, University of  
Cologne



### **Compressed Sensing: Von Bildverarbeitung zur Quantenzustandstomographie**

Die Übertragung von Bildern und Videos im Internet ist nur möglich, da solche Datensätze hochgradig komprimierbar sind. Bei der Aufnahme der Daten wurde diese Eigenschaft jedoch bisher nicht benutzt: Eine Digitalkamera z.B. tastet das Bild Pixel für Pixel ab und reduziert es erst danach auf seine wesentlichen Komponenten. Seit etwa zehn Jahren zeigt die viel beachtete Theorie des compressed sensing, dass dem nicht so sein muss. In vielen Situationen kann man Datensätze fehlerfrei aus einer Menge von Messungen rekonstruieren, deren Anzahl lediglich proportional zur komprimierten Größe der Daten ist. Physiker waren von Anfang an an der Entwicklung der Theorie beteiligt. Ich werde eine Reihe von Anwendungen vorstellen, die auf mathematischen Methoden aus der Quantenmechanik aufbauen. Die Beispiele umfassen Aufgaben der Bildverarbeitung, der Mobilkommunikation, aber auch der experimentellen Rekonstruktion quantenmechanischer Dichtematrizen. Alle bekannten Beweismethoden be-

ruhen auf randomisierten Konstruktionen, bei denen die Messungen zumindest teilweise zufällig gewählt werden müssen. Ein Schwerpunkt des Vortrags wird die Rolle des Zufalls und Ansätze zur Derandomisierung sein.



# Großes Physikalisches Kolloquium an der Universität zu Köln

## Prof. Dr. Claus Kiefer

Institute for Theoretical Physics, University of  
Cologne



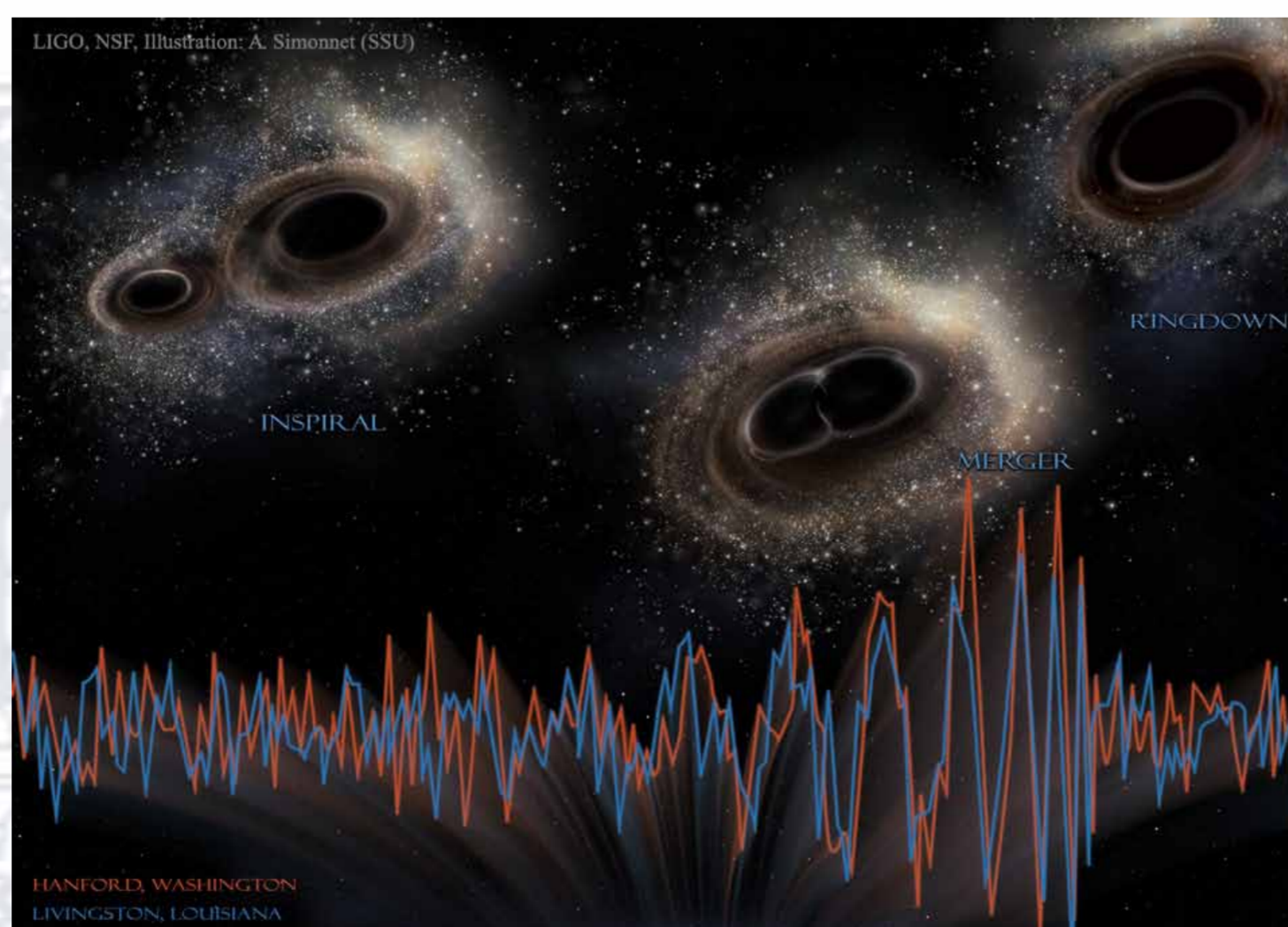
## Gravitational Waves - Theory and Observation

26.04.2016

16<sup>45</sup> Uhr / HS III



Gravitational waves were first predicted to exist by Albert Einstein in 1916. In September 2015, they have been directly detected for the first time. This was achieved by two international collaborations: the Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory (LIGO), to which also the British-German detector GEO600 near Hanover belongs, and the Italian VIRGO Collaboration. The signal comes from the merging of two black holes in the cosmic distance of 1.3 billion lightyears. In my talk, I first give a brief introduction into the physics of gravitational waves and discuss the indirect detection from observations of binary pulsars. I then explain in detail the direct detection by LIGO and VIRGO. I conclude with an outlook on the new field of gravitational wave astronomy and the role of gravitational waves for cosmology and quantum gravity.



# Großes Physikalisches Kolloquium an der Universität zu Köln

**Christoph Drösser**

*Die Zeit, Hamburg*



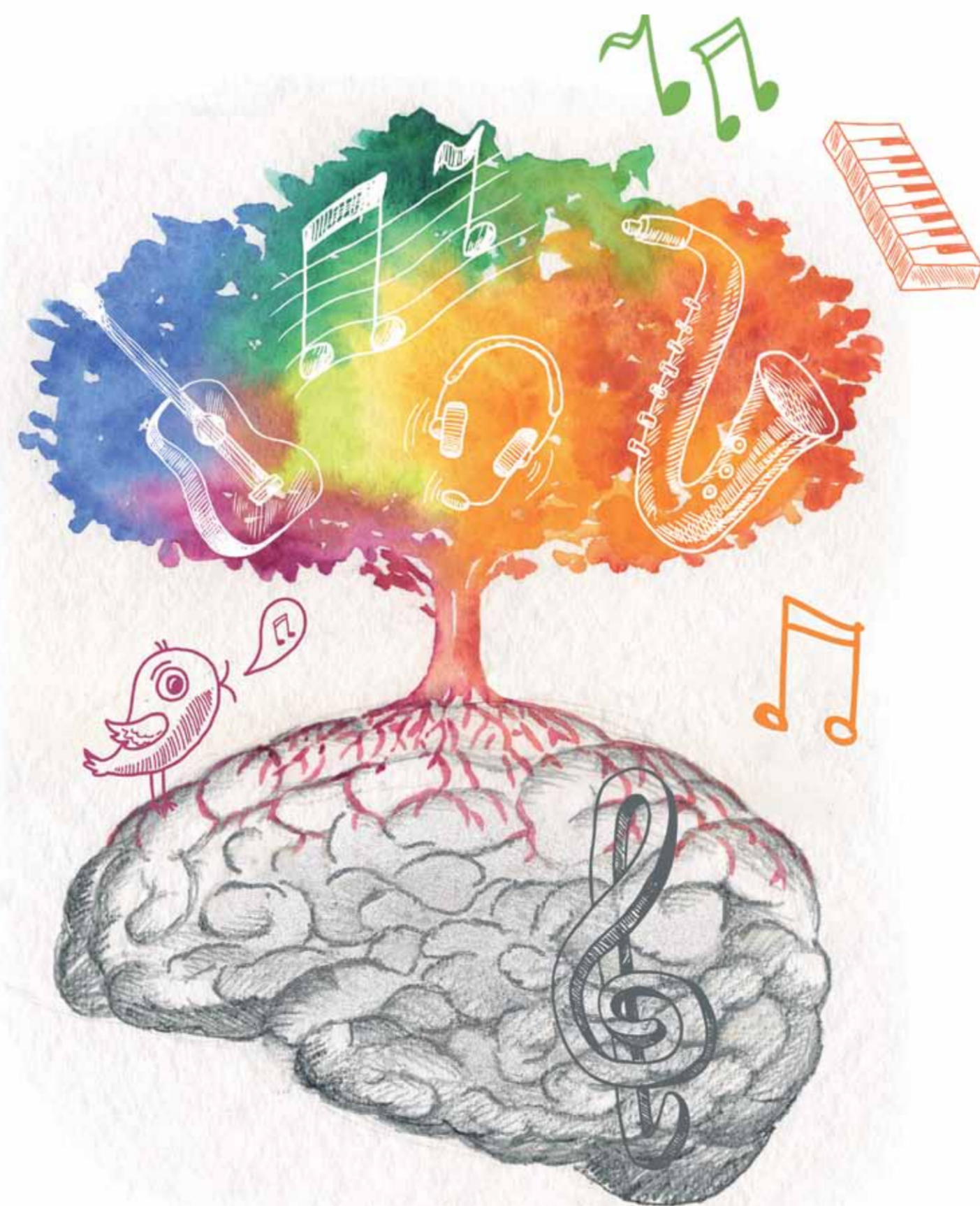
## Sechs Argumente, warum Sie alle musikalisch sind

10.05.2016

16<sup>45</sup> Uhr / HS III



Viele Menschen halten sich für unmusikalisch. Sie mögen ihre Stimme nicht und singen nicht mit, wenn in Gesellschaft Lieder angestimmt werden. Aber neue Erkenntnisse der Hirnforschung zeigen, dass bis auf eine kleine Minderheit praktisch jeder Mensch musikalische Fähigkeiten besitzt. Wir kommen mit einem fest verdrahteten musikalischen Sinn auf die Welt. Der Vortrag zeigt anhand von überzeugenden Tonbeispielen, wie viel Musikalität in jedem Menschen steckt, auch wenn er nie ein virtuoser Musiker werden wird.



# Großes Physikalisches Kolloquium an der Universität zu Köln

## Prof. Dr. Pascale Ehrenfreund

Space Policy Institute, Washington DC and Leiden  
Institute of Chemistry, Astrobiology Laboratory



## Cosmic carbon chemistry and the signatures of life in our solar system

Astronomical observations have shown that carbonaceous matter is ubiquitous in our own as well as distant galaxies and a significant number of molecules that are used in contemporary biochemistry on Earth are found in interstellar and circumstellar regions as well as solar system environments. Understanding the evolution of organic molecules and their voyage from molecular clouds to the early solar system and Earth provides important constraints on the emergence of life on Earth and possibly elsewhere. The spectacular touch-down of the Philae lander on the comet 67/P allowed the first measurements of organic molecules on a cometary surface. These results contribute new insights into impact delivered material that may have provided significant raw material for the origin of life. In-depth understanding of the organic reservoir in different space environments as well as data on the stability of organic and prebiotic material in solar system environments are vital to assess the sources of prebiotic material available to the young planets and the search for life in our solar system. This lecture will review the evolution of organic matter in space including recent observations,



space experiments and laboratory research and discuss the science and technology preparation necessary for robotic and human exploration efforts investigating habitability and biosignatures in our solar system.

24.05.2016

16<sup>45</sup> Uhr / HS III



# Großes Physikalisches Kolloquium an der Universität zu Köln

## Prof. Dr. Christian Schroer

Deutsches Elektronen-Synchrotron, Hamburg



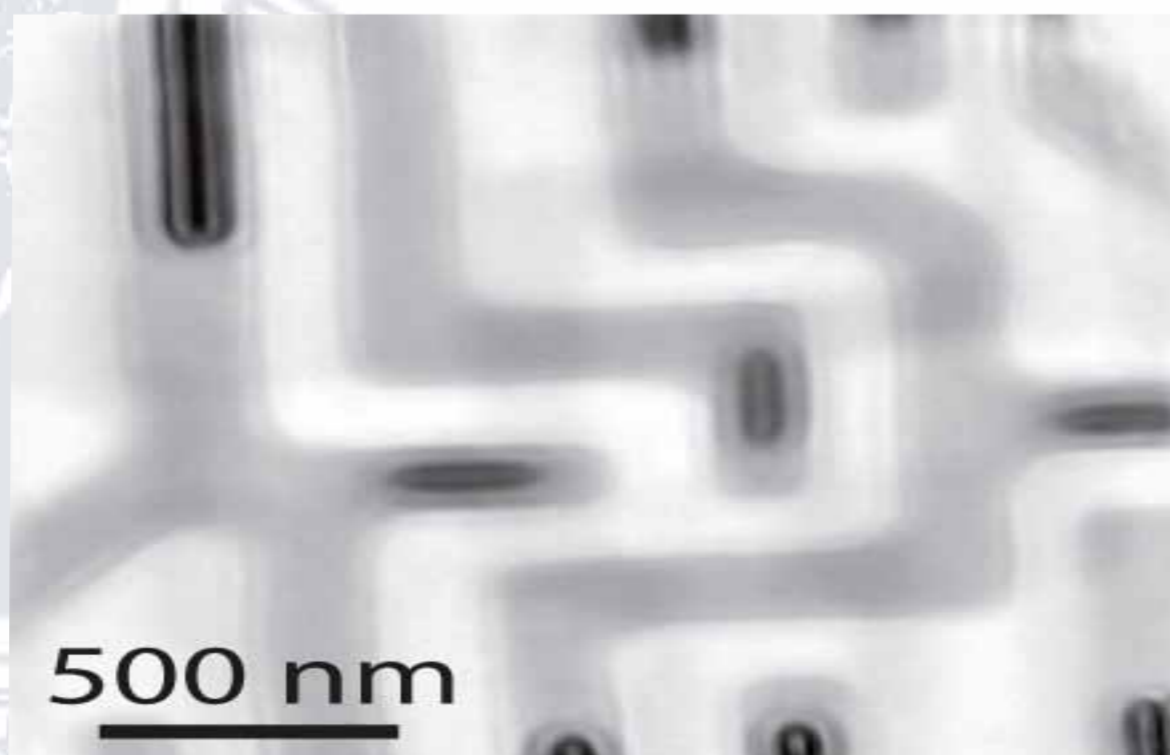
### Mikroskopie mit kohärenter Röntgenstrahlung: Kristallographie des Nichtkristallinen

07.06.2016

16<sup>45</sup> Uhr / HS III



Der Hauptvorteil der Mikroskopie mit Röntgenstrahlung ist die Möglichkeit, auch das Innere von Objekten zerstörungsfrei abbilden zu können. Aber obwohl die Wellenlänge von Röntgenstrahlung im Bereich atomarer Abstände liegt, gelingt es heute nicht, Atome aufzulösen. Das liegt vor allem an den heutigen Röntgenoptiken, die aufgrund der schwachen Wechselwirkung von Röntgenstrahlung mit Materie eine stark beschränkte numerische Apertur haben, und so ihr Auflösungsvermögen begrenzt wird. Ein Ausweg ist der Verzicht auf eine abbildende Röntgenoptik und die Beleuchtung der Probe mit kohärenter Röntgenstrahlung. Das von der Probe gestreute Licht wird von einem Flächendetektor aufgezeichnet. Dabei geht die Information über die Phase der gestreuten elektromagnetischen Welle verloren. Diese kann mit Hilfe numerischer Methoden und zusätzlichen Informationen rekonstruiert werden, so dass sich ein Bild der Probe errechnen lässt. Dabei sind heute



höchste Auflösungen im Bereich von ca. 5 nm möglich. In diesem Vortrag wird ein Überblick über die Bildgebung mit kohärenter Röntgenstrahlung an modernen Synchrotronstrahlungsquellen und dem Röntgen-Freielektronen-Laser gegeben.

# Großes Physikalisches Kolloquium an der Universität zu Köln

**Prof. Dr. Dr. h.c. Norbert Pietralla**  
Technische Universität Darmstadt



## **Nuclei in the Sky – Novel Large-Scale Experiments on Natural Nucleosynthesis et al.**

**21.06.2016**

16<sup>45</sup> Uhr / HS III



The world we live in is made of 81 stable chemical elements and another dozen of radioactive species all coming in different abundances. How were these elements synthesized in nature? What are the cosmic sites for their formation? Despite considerable progress in our understanding, the sites for the nucleosynthesis of heavy elements are still unclear. Neutron-star mergers are the strongest candidates. Yet, scientists are lacking quantitative information on properties of neutron-rich nuclei for deeper insight. New research infrastructures for addressing the open questions are under construction or have even started operation. At Darmstadt the international Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) is under construction, with considerable arsenal of novel instruments being already partly ready for use. We will motivate some experimental routes, give an overview



of the FAIR project, in particular with respect to its pillar on Nuclear Structure, Nuclear Astrophysics and Reactions (NUSTAR), and address recent scientific successes and progress.

# Großes Physikalisches Kolloquium an der Universität zu Köln

## Dr. Holger Sierks

Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung,  
Göttingen

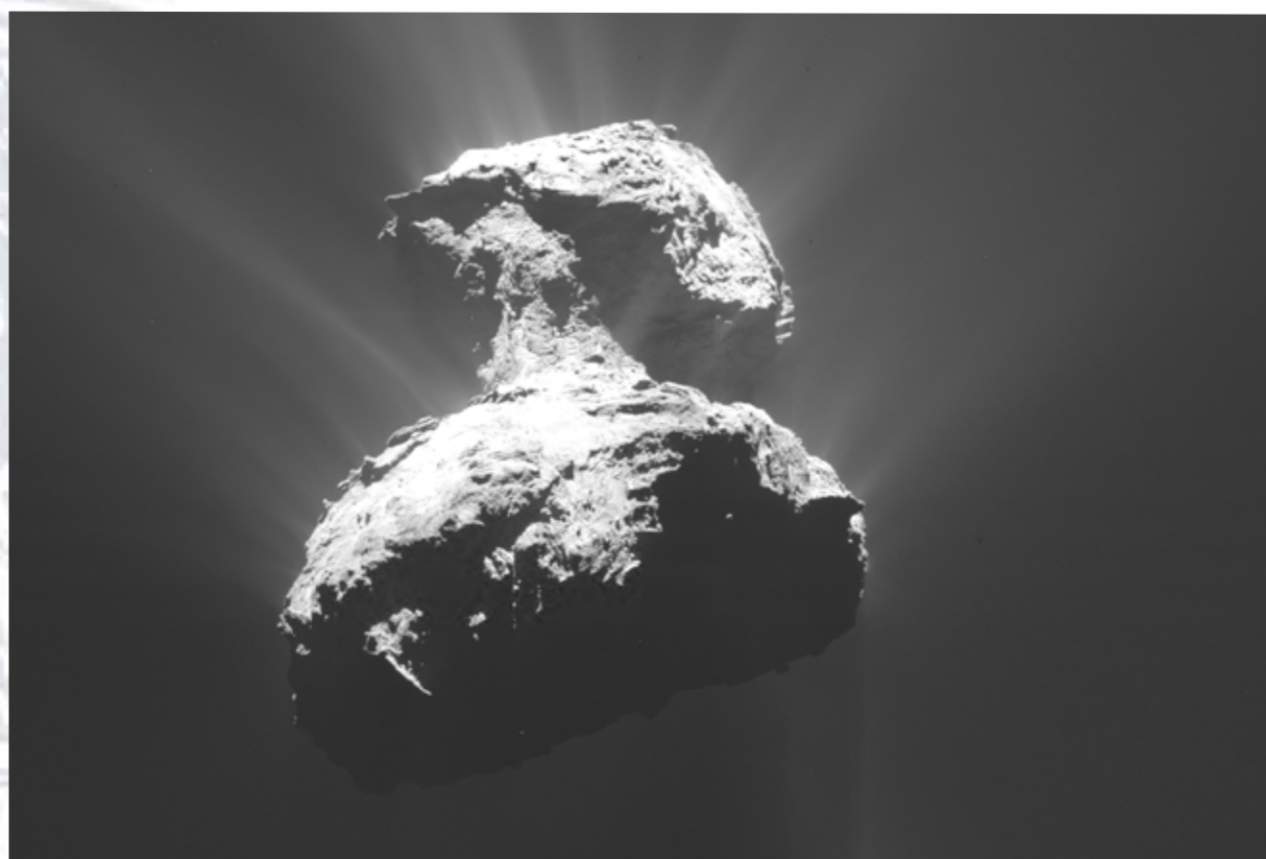


## Nucleus and activity of Comet 67P through the eyes of the ROSETTA/OSIRIS cameras

Comets with their coma and tail are a spectacular sight on the night sky; they are important objects to understand the origin of our solar system. Comets are pristine and thus carry information on how they initially formed 4.5 billion years ago.

67P/Churyumov-Gerasimenko is the first comet studied in detail with a spacecraft in its vicinity for more than two years along its orbit around the sun. The Rosetta mission of the European Space Agency arrived on August 6, 2014, at the target comet 67P. Onboard the Rosetta spacecraft, the two scientific cameras, the OSIRIS narrow- and the wide-angle camera, are observing the cometary nucleus, its activity, as well as the dust and gas environment. The presentation will give an overview on what OSIRIS observed. The scientific results reveal a nucleus with two lobes and varied morphology.

Active regions are located at steep cliffs and collapsed pits which form collimated gas jets. Dust is accelerated by the gas, forming bright jet filaments and the large scale, diffuse coma of the comet.



05.07.2016

16<sup>45</sup> Uhr / HS III

