

## Programm

### 13.30 Uhr *Begrüßung*

Prof. Dr. Karl-Heinz Hoffmann, Präsident  
Bayerische Akademie der Wissenschaften (BAAdW)  
Prof. Dr. Reinhard Rummel,  
Forum Technologie der BAAdW

**Moderation: Prof. Dr.-Ing. Reinhard Rummel**  
TU München, Institut für Astronomische  
und Physikalische Geodäsie, und BAAdW

### 13.45 Uhr *NetSat: durch Zusammenarbeit erzielen*

*Kleinst-Satelliten starke Leistungen*  
Prof. Dr. Klaus Schilling (Univ. Würzburg)

### 14.20 Uhr *Auf den Millimeter genau – die Erde aus dem*

*Weltraum mit Radar vermessen*  
Prof. Dr.-Ing. Richard Bamler (Dt. Zentrum für  
Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR), TU München)

### 14.55 Uhr *Von Pionieren, Kundschaftern und Kurieren –*

*was uns Satellitenmissionen über die Physik*  
*von Planeten erzählen*  
Prof. Dr. Roland Pail (TU München)

### 15.30 Uhr Kaffeepause

### 16.00 Uhr *Astronomische Forschung mit Weltraum-*

*gestützten Teleskopen*  
Prof. Dr. Reinhard Genzel (Max-Planck-Institut  
für extraterrestrische Physik und BAAdW)

### 16.35 Uhr *Satellitenkommunikation mit Licht – zu höchsten*

*Datenraten und perfekter Sicherheit*  
Prof. Dr. Christoph Günther (DLR, TU München)

### 17.10 Uhr *Von der Wissenschaft für die Wissenschaft:*

*Das Satellitennavigationssystem Galileo*  
Prof. Dr.-Ing. Günter W. Hein  
(Universität der Bundeswehr München)

Diskussion nach jedem Vortrag

## Zum Thema

Unbemannte Satelliten sind wichtige Hilfsmittel bei der Erforschung des Universums, des Sonnensystems und der Erde. Ebenso sind sie Kernelement erdumspannender Navigation und des globalen Informationsaustauschs. Da Satelliten in großer Höhe die Erde umkreisen, vermitteln sie einen ungetrübten Blick in die Tiefen des Weltalls. Gleichzeitig ist der Blick auf die Erde die heute wohl wichtigste Informationsquelle für die Erforschung von Wetter, Klimaveränderungen und unseres Lebensraums.

Das europäische Navigationssystem Galileo wird in Kürze mit erweiterten Einsatzmöglichkeiten in Konkurrenz treten zum amerikanischen GPS. Optische Verfahren eröffnen neue Perspektiven der Datenübertragung sowohl zwischen Satelliten als auch zwischen Erde und Satellit. Kosteneffiziente Konstellationen von kommunizierenden Kleinsatelliten bieten auch universitären Gruppen den direkten Zugang zur Weltraumforschung. In dem Symposium werden diese wissenschaftlichen Satellitenanwendungen sowie künftige Entwicklungen vorgestellt und diskutiert werden.

### Titelbild:

Der ESA-Satellit GOCE (Gravity field and Ocean Circulation Explorer), der von 2009 bis 2013 das Gravitationsfeld der Erde mit bis dahin unerreichter Detailgenauigkeit vermessen hat.



### Bayerische Akademie der Wissenschaften

Alfons-Goppel-Straße 11 (Residenz)  
80539 München • Plenarsaal, 1. Stock  
Tel. +49 89 23031-0 • www.badw.de

### Anfahrt

U3/U6, U4/U5 Odeonsplatz • Tram 19 Nationaltheater

# Forschung mit Satelliten

Symposium  
Forum Technologie

Freitag, 22. April 2016  
13.30 bis 17.45 Uhr



Bayerische  
Akademie der Wissenschaften

## Vorträge

### 13.45 Uhr *NetSat: durch Zusammenarbeit erzielen Kleinst-Satelliten starke Leistungen*

Prof. Dr. Klaus Schilling  
Universität Würzburg, Lehrstuhl für Informatik VII:  
Robotik und Telematik

Neue Entwicklungen in der Raumfahrt gehen von traditionellen Großsatelliten hin zu robusten Systemen aus mehreren kooperierenden Kleinst-Satelliten. Analogien bestehen hier zur Evolution der Computertechnik von den Großrechnern der 1970er Jahre hin zu den heutigen kleinen, über Internet vernetzten Smart Phones. Es werden entsprechende Miniaturisierungstechniken in Kombination mit modernen Softwareansätzen zur Korrektur von Störungen vorgestellt. So realisierten Studenten die **Universität Würzburg Experimentalsatelliten UWE-1** (Start: 2005), **UWE-2** (Start: 2009) und **UWE-3** (Start: 2013) jeweils als Würfel mit 10 cm Kantenlänge und nur 1 kg Masse, die erfolgreich im Orbit erprobt wurden. Besonders aussichtsreiche Anwendungen für derartige Multi-Satellitensysteme bieten Erdbeobachtung und Telekommunikation.

### 14.20 Uhr *Auf den Millimeter genau – die Erde aus dem Weltraum mit Radar vermessen*

Prof. Dr.-Ing. Richard Bamler  
Dt. Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR),  
Institut für Methodik der Fernerkundung,  
Oberpfaffenhofen, und TU München

Radarsatelliten nutzen Mikrowellen zur Erzeugung ungewöhnlicher Bilder der Erde für vielfältige Anwendungen, z.B. zur Kartierung von Überschwemmungen, Gletschern oder Abholzungen. Diese Bildaten enthalten auch hochgenaue Information über den Ort und die Veränderung von Objekten. So können mit der Radarinterferometrie Bodensenkungen (z.B. durch Grundwasserextraktion oder unterirdische Baumaßnahmen) und Deformationen von Gebäuden und Brücken mit einer Genauigkeit von 1 mm/Jahr erfasst werden. Der Vortrag erklärt das technische Prinzip dieser Messungen und gibt Anwendungsbeispiele auf Basis der deutschen Radarsatellitenmissionen TerraSAR-X und TanDEM-X.

### 14.55 Uhr *Von Pionieren, Kundschaftern und Kurieren – was uns Satellitenmissionen über die Physik von Planeten erzählen*

Prof. Dr. Roland Pail  
TU München, Institut für Astronomische  
und Physikalische Geodäsie

Seit mehr als 50 Jahren helfen uns Satellitenmissionen, mehr über die Planeten und Monde unseres Sonnensystems zu erfahren. Neben der Kartierung der Oberfläche sowie der Bestimmung der Zusammensetzung der Atmosphäre können wir insbesondere durch Vermessung des Schwerefeldes und des Magnetfeldes viel über den inneren Aufbau und die Physik der Himmelskörper lernen. Der Vortrag konzentriert sich dabei auf die Erkundung der inneren Planeten und des Erdmondes. Die eingesetzten Messtechnologien werden mit jenen für die Erdbeobachtungen verglichen und aktuelle und zukünftige Missionen und deren faszinierendste Ergebnisse werden vorgestellt.

### 16.00 Uhr *Astronomische Forschung mit Weltraumgestützten Teleskopen*

Prof. Dr. Reinhard Genzel  
Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik,  
Garching, und BAdW

Die Weltraumastronomie stützt sich auf Teleskope, die sich auf Satelliten außerhalb der Erdatmosphäre befinden. Über sie sind z.B. von der Atmosphäre verschluckte Bereiche elektromagnetischer Strahlung (wie Gammastrahlung, Röntgenstrahlung und Infrarotstrahlung) zugänglich. In den letzten Jahrzehnten hat die Weltraumastronomie in verschiedenen Wellenlängenbereichen fantastische Ergebnisse über das Universum und seine Entwicklung erbracht, von der Kosmologie, über Schwarze Löcher bis hin zu extrasolaren Planeten. In dem Vortrag werden einige Höhepunkte der Weltraumastronomie der letzten Jahre vorgestellt.

### 16.35 Uhr *Satellitenkommunikation mit Licht – zu höchsten Datenraten und perfekter Sicherheit*

Prof. Dr. Christoph Günther  
DLR, Institut für Kommunikation und  
Navigation, Oberpfaffenhofen, und TU München

Funkwellen sind das Rückgrat für die Kommunikation mit Satelliten, z.B. beim Fernsehen, beim Internet-Zugang und beim Empfang von Erdbeobachtungsdaten. Der Bedarf an höheren Datenraten ist groß, aber mit Funk nicht mehr zu decken. Glücklicherweise passiert Licht bei gewissen Infrarot-Frequenzen die Atmosphäre ebenfalls weitgehend ungehindert. Die entsprechenden Frequenzbereiche sind mehr als tausend Mal so groß wie diejenigen für Funkwellen. Zudem lässt sich infrarotes Licht extrem gut bündeln. Das schafft ganz neue Möglichkeiten im Hinblick auf Übertragungsraten und Übertragungssicherheit. Der Vortrag schildert Chancen und Herausforderungen des neuen Ansatzes.

### 17.10 Uhr *Von der Wissenschaft für die Wissenschaft: Das Satellitennavigations-system Galileo*

Prof. Dr.-Ing. Günter W. Hein  
Universität der Bundeswehr München

Zwei Errungenschaften haben es ermöglicht, dass wir heute über Satelliten, die die Erde in etwa 20.000 km Entfernung umrunden, Zentimetergenauigkeiten bei der Positionierung und Navigation erhalten: die Einsteinsche Relativitätstheorie und die Atomuhren in den Satelliten, die eine relative Standardabweichung von 10–15 (d.h. 1 Sekunde in 20 Millionen Jahren) erreichen. In dem Vortrag werden mögliche wissenschaftliche Anwendungen – neben Positionsbestimmung und Navigation – des europäischen Satellitennavigationsystems Galileo erläutert, wie Bestimmung und Überwachung der Bewegung der tektonischen Platten, Bestimmung des Erdschwerefeldes sowie von Ionosphäre und Troposphäre, Überwachung des Meeresspiegelanstiegs und Verbesserung der Wettervorhersage.