



Referenten

Prof. Dr. Andreas Waag leitet das Institut für Halbleitertechnik der TU Braunschweig und ist Sprecher des Vorstands des gemeinsam mit der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt PTB in Braunschweig neu gegründeten TU Braunschweig Forschungszentrums „Laboratory for Emerging Nanometrology LENA“, sowie TU Braunschweig-Sprecher des Schwerpunkts „Quanten- und Nanometrologie QUANOMET“ der Forschungsallianz Hannover-Braunschweig. Sein Team forscht auf dem Gebiet der Nanosensorik, Nanophotonik und Nanoelektronik. Das Institut betreibt darüber hinaus ein Kompetenzzentrum zur Erforschung und Weiterentwicklung von Galliumnitrid Halbleiter-Bauelementen für die LED-Lichttechnik, Leistungselektronik und Optosensorik.

Prof. Dr. Harald Bosse hat Physik an der Universität Kassel studiert, das Studium wurde 1989 mit einer Promotion zum Thema „Spinwellenresonanz-Untersuchungen zum Zwischenschichtaustausch in ferromagnetischen Doppelschichtsystemen“ abgeschlossen. Seit 1990 arbeitet er in der Abteilung Fertigungsmesstechnik der PTB, 1997 war er zudem temporär für ein Jahr der Präsidialen Stabstelle der PTB zugeordnet. Seit 2009 leitet er die Abteilung Fertigungsmesstechnik mit den fünf Fachbereichen Oberflächenmesstechnik, Dimensionelle Nanometrologie, Koordinatenmesstechnik, Interferometrie an Maßverkörperungen und Wissenschaftlicher Gerätebau. Harald Bosse ist Mitglied im Vorstand von LENA und im Management Board der Braunschweig International Graduate School of Metrology (BIGSM). Zudem ist er zurzeit Vorsitzender des Technischen Komitees für die Länge (TC-L) von EURAMET und Vize-Präsident der European Society for Precision Engineering and Nanotechnology (euspen).

Prof. Dr. Karsten Danzmann studierte Physik an den Universitäten Claus-thal-Zellerfeld und Hannover, 1977 legte er dort das Diplom ab und 1980 erfolgte die Promotion. Von 1978 bis 1989 folgten diverse wissenschaftliche Forschungsstationen, u. a. an der Leibniz Universität Hannover und an der Stanford University, USA. Ab 1990 nahm er Projektleitungsfunktionen wahr, 1993 folgte der Ruf auf eine C4-Professur an der Leibniz Universität Hannover. 2002 wurde er zudem zum Direktor am Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) ernannt. Karsten Danzmann erhielt nationale und internationale Wissenschaftspreise und Auszeichnungen, zudem nimmt er Mitgliedschaften und Sprecherfunktionen in renommierten Wissenschaftsorganisationen und Netzwerken wahr, so u. a. in einem DFG-Sonderforschungsbereich.

Prof. Dr. Fritz Riehle leitet seit 2000 die Abteilung „Optik“ der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB), in der u. a. das Themengebiet „Zeit und Frequenz“ bearbeitet wird. Fritz Riehle studierte an der Technischen Universität Karlsruhe, wo er 1975 sein Diplom in Physik erhielt, 1977 promovierte und sich 1981 habilitierte. Von 1982 bis 1987 adaptierte er bei der PTB den Berliner Elektronenspeicherring BESSY als berechenbare Lichtquelle für die Radiometrie. Seit 1987 arbeitet Fritz Riehle an optischen Längen- und Frequenznormalen und optischen Atomuhren. Seit 2010 ist er Honorarprofessor an der Leibniz Universität Hannover.

Prof. Dr. Wolfgang Ertmer wurde 1978 promoviert und 1985 habilitiert. Von 1982 bis 1984 arbeitete er als Gastwissenschaftler am Joint Institute for Laboratory Astrophysics, Boulder, Colorado (Zusammenarbeit mit John L. Hall). Seit 1994 ist er Professor für Experimentalphysik am Institut für Quantenoptik der Leibniz Universität Hannover. 1997 erhielt er den Gottfried Wilhelm Leibniz Preis, seit 2009 ist er Vorstand der QUEST Leibniz-Forschungsschule und seit 2013 Vizepräsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft sowie Sprecher des Wissenschaftlichen Direktoriums des Laser Zentrums Hannover e.V.

Prof. Dr. Meinhard Schilling studierte und promovierte an der Universität Hamburg, er wurde dort ebenfalls in Experimentalphysik habilitiert. Seit 2001 ist er Professor im Fachbereich Elektrotechnik (C4) und Leiter des Instituts für Elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik an der Technische Universität Braunschweig. Meinhard Schilling übt seit 2007 die Funktion des Sprechers der International Graduate School of Metrology und seit 2014 des DFG Graduiertenkollegs 1952 „Metrologie für komplexe Nanosysteme“ aus. Desweiteren ist er Mitglied des Vorstands des Forschungszentrums „Laboratory of Emerging Nanometrology“ (LENA) der TU Braunschweig.

Prof. Dr. Philip Tinnefeld, Institut für Physikalische und Theoretische Chemie, ist seit 2010 Leiter der Arbeitsgruppe NanoBioSciences an der TU Braunschweig. Er studierte Chemie in Münster, Montpellier und Heidelberg. 2002 promovierte Philip Tinnefeld in Physikalischer Chemie an der Universität Heidelberg. Nach Forschungsaufenthalten in Leuven (Belgien) und an der University of California (UCLA, Los Angeles) fertigte er seine Habilitation in Physik an der Universität Bielefeld an. Von 2007 bis 2010 war er Professor für Biophysik an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Dann folgte er dem Ruf auf die Professur für Biophysikalische Chemie an die TU Braunschweig. Von Bedeutung sind vor allem seine Beiträge zur Einzelmoleküldetektion und zur Superauflösungsmikroskopie. In den letzten Jahren hat er sich verstärkt mit Anwendungen der DNA Nanotechnologie beschäftigt und funktionale molekulare Bauteile wie Nanolineale, Nanofederwaagen, Nanoadapter und plasmonische Signalverstärker entwickelt. Philip Tinnefeld erhielt verschiedene Auszeichnungen, darunter den Schloessmann Preis der Max-Planck-Gesellschaft und den Preis für Chemie der Göttinger Akademie der Wissenschaften.

Wintersemester 2016/17

Ringvorlesung

Die Vermessung der Welt: Metrologie in der Forschungsallianz Hannover – Braunschweig

Montag, 18.30 – 20.00 Uhr

Hörsaal PK 11.1

Pockelsstr. 11, Haus der Wissenschaft

Gesamtleitung

Prof. Dr. Henning Hopf
Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade
Prof. Dr. Herbert Oberbeck
Prof. Dr. Andreas Waag

Programm

- **24. Oktober 2016**
 Prof. Dr. Andreas Waag, Institut für Halbleitertechnik, TU Braunschweig
Die Zahlenverstehler: Richtig Messen auf allen Skalen
- **07. November 2016**
 Prof. Dr. Harald Bosse, Abteilung Fertigungsmesstechnik, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
Maßeinheiten – Messen – Fertigen: gestern – heute – morgen?
- **14. November 2016**
 Prof. Dr. Karsten Danzmann, Albert-Einstein-Institut, AEI Hannover; Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik und Institut für Gravitationsphysik der Leibniz Universität Hannover
Gravitationswellenastronomie: Wir können das dunkle Universum hören!
- **21. November 2016**
 Prof. Dr. Fritz Riehle, Abteilung Optik, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig
Die vierte Dimension: von der Zeitmessung zur Satellitennavigation
- **16. Januar 2017**
 Prof. Dr. Wolfgang Ertmer, Institut für Quantenoptik, Leibniz Universität Hannover
Das Quanten-Manifest: Unschärfe trifft Präzision
- **23. Januar 2017**
 Prof. Dr. Meinhard Schilling, Institut für Elektrische Messtechnik und Grundlagen der Elektrotechnik, TU Braunschweig
Metrologie komplexer Nanosysteme – Von Mikrochips bis zu Mikroben
- **30. Januar 2017**
 Prof. Dr. Philip Tinnefeld, Institut für Physikalische & Theoretische Chemie – NanoBioSciences and Braunschweig Integrated Center of Systems Biology (BRICS) and Laboratory for Emerging Nanometrology (LENA), TU Braunschweig
Sanfte Röntgenaugen: Mikroskope mit Superauflösung

Die Vermessung der Welt: Metrologie in der Forschungsallianz Hannover – Braunschweig

Die Vorträge der Ringvorlesung

Die Zahlenverstehler: Richtig Messen auf allen Skalen

Metrologie ist die Wissenschaft vom richtigen Messen. Während viele Größen des täglichen Lebens präzise genug bestimmbar sind, ergeben sich in der Nano- und Quantentechnologie große Herausforderungen. Oft ist das mit einer Messung verbundene Unsicherheitsbudget z. B. im Bereich der Umweltanalytik oder der medizinischen Diagnostik schwer bestimmbar oder so groß, dass das Resultat einer Messung nur noch wenig Aussagekraft hat. Ohne Unsicherheitsbudget täuschen Zahlen und Messwerte zwar Präzision vor, sind aber nicht mehr verlässlich interpretierbar. Im Forschungsschwerpunkt „Quanten- und Nanometrologie (QUANOMET)“ ist die Forschungsallianz Hannover-Braunschweig angetreten, um auch die Nano- und Quantenwelt der aller kleinsten Objekte richtig zu vermessen. **Prof. Dr. Andreas Waag** führt in seinem Auftaktvortrag in die Wissenschaft des richtigen Messens ein und gibt einen Überblick der Aktivitäten im Forschungsschwerpunkt „Quanten- und Nanometrologie“.

Maßeinheiten – Messen – Fertigen: gestern – heute – morgen

Seit den frühen Hochkulturen wurde die Bewahrung und Weiterentwicklung eines Systems von Maßeinheiten als staatliche Aufgabe gesehen, um die Vergleichbarkeit und Zuverlässigkeit von Messungen sicherzustellen und so zum Fortschritt der Gesellschaften beizutragen. Die Metrologie als Wissenschaft vom Messen und seiner Anwendung ist dabei unverzichtbare Basis für eine zuverlässige Messtechnik. Heute ist es Aufgabe der nationalen Metrologieinstitute, wie der PTB in Deutschland, für eine auf das internationale Einheitensystem (SI) rückgeführte metrologische Infrastruktur zu sorgen und die internationale Vergleichbarkeit von Messungen sicherzustellen. Am Beispiel der für 2018 geplanten Revision des SI zeigt **Prof. Dr. Harald Bosse**, wie Fortschritte in der Präzisionsfertigung und in der dimensionellen Präzisionsmesstechnik zu der Weiterentwicklung der Einheitensysteme entscheidend beitragen.

Gravitationswellenastronomie: Wir können das dunkle Universum hören!

Seit Tausenden von Jahren schauen wir das Universum mit unseren Augen an. Aber über 99 % des Universums sind dunkel und werden niemals mit elektromagnetischen Wellen beobachtet werden können. Seit dem 14. September 2014 ist alles anders, da Gravitationswellen entdeckt wurden! **Prof. Dr. Karsten Danzmann** wird in seinem Vortrag über diese Entdeckung und deren Folgen referieren. „Wir haben ein neues Sinnesorgan bekommen und können endlich die dunkle Seite des Universums hören. Die ersten Töne, die wir hörten, stammten von völlig unerwartet schweren Schwarzen Löchern. Und niemand weiß, welche anderen dunklen Geheimnisse dort draußen noch auf uns warten.“

Die vierte Dimension: von der Zeitmessung zur Satellitennavigation

Die besten Atomuhren sind heute so genau, dass sie nach 30 Millionen Jahren um weniger als eine Sekunde falsch gehen und sie werden alle 10 Jahre um noch einmal eine Größenordnung genauer. Damit erlauben Zeit- und Frequenzmessungen die genauesten Messungen überhaupt. Sie führen zu neuen Ufern in der Wissenschaft und zu vielfältigen neuartigen Anwendungen für jedermann. **Prof. Dr. Fritz Riehle** erläutert die Gründe für die rasante Entwicklung an verschiedenen Beispielen wie dem Navi, wo nur die genaue Messung der Zeit als vierte Dimension eine genaue Bestimmung des Ortes in den drei Raumdimensionen erlaubt. Ein Ausblick in die Zukunft wird zeigen, wie Laseruhren zu neuartigen Anwendungen in der Geodäsie für Umwelt- und Klimaforschung führen.

Das Quanten-Manifest: Unschärfe trifft Präzision

Eine wesentliche, nicht nur philosophisch viel diskutierte Eigenart der Quantenmechanik ist die „Heisenberg'sche“ Unschärferelation. Dennoch hat sich jüngst die Europäische Kommission zur Einrichtung eines zukünftigen Flagships „Quantum Technology“ entschieden und dieses in einem Quanten-Manifest motiviert. Hier wird u. a. auf die zu erwartende Steigerung der Präzision für zukünftige technologische Anwendungen hingewiesen: ein Paradoxon oder eine kluge Entscheidung? In seinem Vortrag wird **Prof. Dr. Wolfgang Ertmer** prominente Beispiele für die hohe Präzision „quantentechnologischer“ Methoden – teilweise auch Dank der Unschärferelation – erläutern.

Metrologie komplexer Nanosysteme – Von Mikrochips bis zu Mikroben

Die Nanometrologie untersucht die Messung der Eigenschaften von sehr kleinen Objekten mit Abmessungen unter 100 nm. Hierbei geht es zunächst um die geometrische Größe der Partikel und Nanokristalle. Sehr interessant sind aber auch – so die These von **Prof. Dr. Meinhard Schilling** – die elektrischen, magnetischen und optischen und chemischen Eigenschaften so kleiner Teilchen. Die Metrologie untersucht, wie diese Eigenschaften sehr genau bestimmt werden können. Dies ist wichtig, da die Nanoteilchen beispielsweise in der Biologie und Medizin als bildgebende Kontrastmittel und für die Labormedizin eingesetzt werden sollen, um die medizinische Diagnostik exakter werden zu lassen.

Sanfte Röntgenaugen: Mikroskope mit Superauflösung

Für mehr als 100 Jahre schien die Auflösung von Mikroskopie mit Licht durch das Beugungslimit begrenzt. Höchste Auflösungen konnten nur mit Elektronen und Röntgenstrahlen erzielt werden. In den letzten Jahren gelang es in der Fluoreszenzmikroskopie, diese scheinbar unüberwindbare Grenze zu überschreiten, was u. a. mit dem Nobelpreis für Chemie 2014 belohnt wurde. **Prof. Dr. Philip Tinnefeld** wird auf anschauliche Weise erklären, welcher Zuteil es für die spannenden Entwicklungen in der Mikroskopie bedurfte und wie heute sogenannte Superauflösungsmikroskopie gemacht wird. Es sind damit beeindruckende neue Einblicke in die Biologie der Zellen möglich. Neue Herausforderungen bezüglich der Rückführung, der Qualitätskontrolle und der Demonstration von Superauflösungsmikroskopen werden nicht zuletzt von Braunschweiger Wissenschaftlern bearbeitet.