

# Hannover

## Albert-Einstein-Institut Hannover

Institut für Gravitationsphysik, Leibniz Universität Hannover  
und  
Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut)

Callinstr. 38, 30167 Hannover  
Tel. (0511) 762-2229, Telefax: (0511) 762-2784  
E-Mail: [office-hannover@aei.mpg.de](mailto:office-hannover@aei.mpg.de)  
WWW: <http://www.aei-hannover.de>

## 0 Allgemeines

Am 1. April 2005 wurde aus den bisherigen Fachbereichen Physik und Mathematik der Leibniz Universität Hannover (LUH) die Fakultät für Physik und Mathematik. Im Rahmen dieser Neugründung wurde das bisherige Institut für Atom- und Molekülphysik in Institut für Gravitationsphysik umbenannt. Seit 1. April 1993 ist Prof. Dr. Karsten Danzmann der Leiter des Instituts. In enger Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Quantenoptik in Garching erfolgte seit 1995 der Aufbau des laserinterferometrischen Gravitationswellenobservatoriums GEO600. Der Betrieb wurde Ende 2001 aufgenommen.

Am 1. Januar 2002 wurde in Hannover in Kooperation mit der LUH ein Teilinstitut des in Potsdam-Golm befindlichen Max-Planck-Instituts für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut, AEI) eingerichtet. Prof. Dr. Karsten Danzmann ist Leiter des AEI und Direktor der Abteilung „Laserinterferometrie und Gravitationswellennachweis“; Prof. Dr. Bruce Allen ist seit 2007 Direktor der neu eingerichteten zweiten Abteilung „Experimentelle Relativität und Kosmologie“.

## 1 Personal und Ausstattung

### 1.1 Personalstand

#### *Direktoren und Professoren:*

Prof. Dr. Bruce Allen [-17148], Prof. Dr. Karsten Danzmann [-2356], Prof. Dr. Klemens Hammerer [-17056], PD Dr. Gerhard Heinzel [-17123], Jun.Prof. Dr. Michèle Heurs [-17037], em. Prof. Dr. Manfred Kock [-2798], Prof. Dr. Roman Schnabel [-19169], PD Dr. Benno Willke [-2360].

#### *Wissenschaftliche Mitarbeiter:*

Dr. Peter Aufmuth [-2386], Dr. Carsten Aulbert [-17185], Oliver Bock [-17165], Dr. Johanna Bogenstahl [-4912], Rolf Bork, Dr. Michael Born [-17064], Dr. Kate Dooley [-17146], Dr. Juan José Esteban Delgado [-17020], Dr. Henning Fehrmann [-17135], Dr. Tobin Fricke [-17007], Dr. Evan Goetz [-17097], Dr. Stefan Goßler [-19133], Dr. Hartmut Grote [-17158], Dr. Felipe Guzman Cervantes [-17023], Dr. Martin Hewitson [-17121], Dr. Fumiko Kawazoe

[-17027], Dr. Drew Keppel [-17019], Dr. Alexander Khalaidovski [-17025], Dr. Hyunjoo Kim [-17153], Dr. Benjamin Knispel [-14005], Dr. Badri Krishnan [-17134], Dr. Gerrit Kühn [-2785], Dr. Paola Leaci [-17096], Dr. Jonathan Leong [-17188], Dr. Harald Lück [-4777], Dr. Andrew Lundgren [-14005], Bernd Machenschalk [-19463], Dr. Moritz Mehmet [-17093], Dr. Maria Alessandra Papa [-17160], Dr. Holger Pletsch [-17171], Dr. Reinhard Prix [-17154], Dr. Jens Reiche [-5844], Dipl.-Phys. Albrecht Rüdiger, Dr. Francesco Salemi [-17138], Dipl.-Phys. Roland Schilling, Dr. Benjamin Sheard [-17534], Dr. Sascha Skorupka [-2783], Dr. Kenneth A. Strain [-17173], Dr. Jergy Tarabrin [-17191], Dr. Michael Tröbs [-19841], Dr. Henning Vahlbruch [-17092], Dr. Rutger van Haasteren [-17055], Dr. Gudrun Wanner [-17137], Dr. Michal Was, Dr. Karl Wette [-17181], Karsten Wiesner [-17152], Dipl.-Phys. Holger Wittel [17067], Dr. Walter Winkler.

*Doktoranden:*

Dipl.-Phys. Christoph Affeldt [-17061], Dipl.-Phys. Stefan Ast [-17032], Heather Audley, M.Sc. [-17017], Robin Bähre [-17178], Dipl.-Phys. Simon Barke [-17184], Dipl.-Phys. Dipl.-Ing. (FH) Jöran Bauchowitz [-17074], Christoph Baune [-2522], Berit Behnke [-17054], Gerald Bergmann [-2551], Christina Bogan [-4994], Nils Brause [-17001], Dipl.-Phys. Michael Britzger [-17086], Dipl.-Phys. Katrin Dahl [-17139], Tito Dal Canton [-17019], Dipl.-Phys. Marina Dehne [-17102], Timo Denker [-17099], Irene Di Palma, M.Sc. [-17187], Dipl.-Phys. Christian Diekmann [-17005], Dipl.-Phys. Tobias Eberle [-17079], Dipl.-Phys. Oliver Gerberding [14002], Dipl.-Phys. Christian Gräf [-17068], Vitus Händchen [-17079], Manuela Hanke [-14007], Dipl.-Phys. Henning Kaufer [-17033], David Keitel [-17016], Lisa Kleybolte, Dipl.-Phys. Evgenia Kochkina [-17015], Natalia Korsakova [-17010], Christoph Krüger [-17112], Dipl.-Phys. Joachim Kullmann [-17029], Maike Lieser [-17005], Nils Lörch, Dipl.-Phys. Christoph Mahrtdt [-17533], Giulio Mazzolo, M.Sc. [-17063], Vitali Müller [-19135], Patrick Oppermann [-17048], Dipl.-Phys. Markus Otto [-17002], Jan Hendrik Pöld [-17053], Dipl.-Phys. Mirko Prijatelj [-17051], Pablo Antonio Rosado Gonzalez [-17090], Dipl.-Phys. Aiko Sambrowski [-17133], Andreas Sawadsky [-14011], Dirk Schütte [-17189], Daniel Schütze [-17021], Dipl.-Phys. Miroslav Shaltev [-17103], Dipl.-Phys. Dmitry Simakov [-17057], Gunnar Stede [-19135], Dipl.-Phys. Jessica Steinlechner [-17077], Dipl.-Phys. Sebastian Steinlechner [-17076], Gunnar Tackmann [-4107], Christina Vollmer [-17073], Yan Wang [-17003], Dipl.-Phys. Alexander Wanner [-5845], Dipl.-Phys. Tobias Westphal [-17430], Maximilian Wimmer [-17099].

*Diplomanden, Bachelor- und Masterstudenten:*

Thimoteus Alig, Steffen Kaufer, Sina Köhlenbeck, Dimitri Lavrinov, Melanie Meinders, Ramon Moghadas Nia, Amrit Pal-Singh, Daniela Schulze, Thomas Schwarze, Sandra Weber.

*Sekretariat und Verwaltung:*

Karina Beiman [-17052], Brigitte Gehrman [-17163], Birgit Gemmeke [-17072], Gina Gerlach [-17052], Heidi Kruppa [-3543], Kirsten Labove [-2229], Dr. Kasem Mossavi [-4780], Michaela Pook-Kolb [-17052], Sabine Rehmert [-17164], Karin Salatti-Tara [-17145].

*Technische Mitarbeiter:*

Felix Barthel [-2147], Stefan Bertram [-2147], Jens Breyer [-17104], Marc Brinkmann [-6138], Dr. Iouri Bykov [-17030], Guido Conrad [-17131], Jan Diedrich [-2147], Ingo Diepholz [-17151], Claus Ebert [-17130], Walter Graß [-6165], Klaus-Dieter Haupt [-3542], Stephan Herdam [-17167], Hans-Jörg Hochecker [-17177], Philipp Kormann [-17177], Volker Kringel [-6151], Nils Mangelsen [-17185], Hans-Joachim Melching [-2147], Dipl.-Geophys. Konrad Mors [-5842], Dipl.-Ing. (FH) Michaela Pickenpack [-2502], Philipp Schauzu [-2147], Matthias Schlenk [-17116], Dipl.-Ing. (FH) Andreas Weidner [-19464], Michael Weinert [-6139], Heiko zur Mühlen [-2368], Dipl.-Ing. Karl-Heinz Zwick-Meinheit [-3544].

*Studentische Mitarbeiter:*

Wolfgang Bartosch, Sebastian Gleicher, Alexander Görth, Jan-Simon Hennig, Robin Hothan, Jonas Matthias, Holger Petzholdt, Christian Pfennig, Axel Schönbeck, Sönke Schuster, Gerrit Visscher, Holger Wittel, Lina-Ellen Wittrock.

## 1.2 Personelle Veränderungen

*Ausgeschieden:*

Dr. Alessandro Bertolini, Dr. Roland Fleddermann, Dr. Daniel Friedrich, Dr. Patrick Kwee, Dr. Nico Lastzka, Dr. Tobias Meier, Dr. Felicitas Mokler, Dr. Christian Röver, Dr. André Thüring,

## 1.3 Instrumente und Rechenanlagen

Das Gravitationswellenobservatorium GEO600 ist ein Laserinterferometer in Michelson-Anordnung mit 600 Meter langen Armen. Es hat Ende 2001 den Betrieb aufgenommen und 2005 die geplante Empfindlichkeit erreicht. GEO600 wird aber noch laufend verbessert; hier ist auch die Technik für die zweite Generation von Gravitationswellendetektoren entwickelt worden: Signal-Recycling, monolithische Aufhängung der Spiegel, stabile Hochleistungslaser. GEO600 ist momentan der einzige Detektor, der gequetschtes Licht standardmäßig einsetzt.

In Zusammenarbeit mit ESA und NASA wird das Weltraumprojekt LISA („Laser Interferometer Space Antenna“) vorbereitet, ein satellitengestützter Gravitationswellendetektor im All mit fünf Millionen km langen Meßstrecken. Zunächst soll 2014 eine Probemission („LISA Pathfinder“) gestartet werden. Während GEO600 oberhalb von 40 Hertz nach Gravitationswellen sucht, ist LISA für den Millihertz-Bereich zuständig.

Zur Auswertung der Messdaten wurde der Computer-Cluster ATLAS aufgebaut und im Mai 2008 in Betrieb genommen. Er umfasst in der gegenwärtigen Ausbaustufe 1680 Rechenknoten mit jeweils vier CPU-Kernen, die mit 2,4 GHz getaktet sind, und 900 Terabyte Festplattenplatz. Damit erreicht er eine extrapolierte effektive Rechenleistung von etwa 40 Teraflops pro Sekunde. Die einzelnen Komponenten sind mit insgesamt rund sechs Kilometer handelsüblicher Ethernet-Kabel verbunden.

Das AEI ist auch an der Entwicklung von Einstein@Home beteiligt. Hierbei stellen Freiwillige die ungenutzte Rechenleistung ihrer Heim- oder Bürocomputer für die Datenanalyse zur Verfügung. Einstein@Home ist eines der weltweit größten Projekte dieser Art mit mehr als 300 000 Teilnehmern. Zum einen werden die Daten der erdgebundenen Gravitationswellendetektoren nach Signalen von Gravitationswellen schnell rotierender Neutronensterne durchsucht (bisher ohne Erfolg). 35 % der verfügbaren Rechenleistung werden andererseits verwendet, um im Rahmen der PALFA-Kollaboration Daten des Arecibo-Radioteleskops zu durchmustern. Hierbei wurden bereits neun neue Radiopulsare entdeckt. Ferner wird seit August 2011 auch in den Daten des „Large Area Telescope“ auf dem Nasa-Satelliten Fermi (FGST) nach Gamma-Pulsaren gesucht; es wurden bereits neun neue Gamma-Pulsare identifiziert. – Anmeldung bei Einstein@Home unter: <http://einstein.phys.uwm.edu/>

## 1.4 Gebäude und Bibliothek

Die Zunahme der Mitarbeiterzahl in den letzten Jahren hat zu einem erheblichen Raumbedarf geführt. Zwei Arbeitsgruppen („Prototyp“ und „Theorie“) sind in einer Etage des Gebäudes Appelstr. 11A untergebracht; die Arbeitsgruppe „LISA“ befindet sich im Gebäude Appelstr. 36.

## 2 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

### 2.1 Lehrtätigkeiten

Prof. K. Danzmann hielt im WS 2010/11 die Vorlesung „Physik mit Experimenten I: Mechanik und Relativität“, im SS 2011 „Physik mit Experimenten II: Elektrizität“ und im WS 2011/12 „Physik mit Experimenten I: Mechanik und Relativität“.

Prof. R. Schnabel hielt im WS 2010/2011 die Vorlesung „Gravitationsphysik“ (zusammen mit Prof. D. Giulini), im SS 2011 „Nichtklassische Interferometrie“ (zusammen mit Prof. K. Hammerer) und im WS 2011/12 „Laserinterferometrie“ (zusammen mit Jun.Prof. M. Heurs).

Das Institut bot folgende Seminare zum Scheinerwerb an: Im SS 2011 „Astrophysikalische Quellen von Gravitationswellen“ und im WS 2011/12 „Aktueller Fokus: Einstein im Experiment! – Vom Michelson-Morley-Experiment über die Relativitätstheorie zur Gravitationswellendetektion“.

## 3 Wissenschaftliche Arbeiten

Das Auftreten von Gravitationswellen ist eine immer noch nicht direkt bestätigte Voraussage der Allgemeinen Relativitätstheorie (1916). Sie entstehen, wenn große, mit einem Quadrupolmoment versehene Massen sich beschleunigt bewegen. Sie bewirken eine geringe Abstandsänderung zwischen zwei Punkten des Raumzeit-Kontinuums. Wellen beobachtbarer Stärke erwartet man von astrophysikalischen Objekten (Pulsare, Binärsysteme aus Neutronensternen und/oder Schwarzen Löchern) oder Ereignissen (Supernovae, Urknall). Die erfolgreiche Beobachtung von Gravitationswellen wird einen völlig neuen Zweig der Astronomie eröffnen und uns grundlegend neue Erkenntnisse über Entstehung, Aufbau und Entwicklung des Universums liefern.

Ziel unserer Forschungen sind Entwicklung und Betrieb von erdgebundenen sowie satellitengestützten laserinterferometrischen Detektoren für Gravitationswellen. GEO600 wurde von September 1995 bis Ende 2001 in Ruthe bei Hannover gebaut. Im Jahr 2002 begann die Erprobungsphase; seitdem konnte die Empfindlichkeit der Anlage um einen Faktor 3000 gesteigert werden. GEO600 kann gegenwärtig Längenänderungen von  $3 \cdot 10^{-19}$  m messen. Die Anlage läuft heute mit einer Verlässlichkeit von 98% im Dauerbetrieb. Bei GEO600 handelt es sich um eine deutsch-britische Zusammenarbeit. GEO600 arbeitet im Rahmen der LIGO-Virgo Scientific Collaboration mit den US-amerikanischen Detektoren (LIGO) und dem französisch-italienischen Detektor (Virgo) eng zusammen.

Wir sind ebenfalls an der internationalen Studiengruppe für LISA, einem Gravitationswellendetektor im All mit 5 Millionen km Armlänge, federführend beteiligt. Im Frühjahr 2011 zog sich die NASA aus Kostengründen aus dem Projekt zurück. Das europäische LISA-Team erarbeitete daraufhin eine Version, die in den Budget-Rahmen der ESA für ihre *Large Missions* paßt („New Gravitational Wave Observatory“ oder „evolved LISA“). Mit einer Armlänge von „nur“ 1 Million km und nur zwei aktiven Armen wird NGO/eLISA aber doch einen Großteil der für LISA erwarteten wissenschaftlichen Erträge einbringen können. Zur Zeit bereiten wir in enger Zusammenarbeit mit der Industrie „LISA Pathfinder“ vor, eine Probemission für LISA, die Anfang 2014 starten soll.

Die Forschungsarbeit des Instituts befaßt sich mit der Suche nach neuen Techniken zur Vorbereitung der nächsten Generation von zehnmal empfindlicheren Gravitationswellendetektoren. Die Schwerpunkte liegen auf dem Gebiet der Quantenoptik (Einsatz von gequetschtem Licht, Verschränkung makroskopischer Spiegel), der Laserentwicklung und der nichtklassischen Interferometrie (Einsatz von nichtdurchstrahlter Optik). Zur Erprobung neuer Techniken dient der Prototyp eines interferometrischen Gravitationswellendetektors in Michelson-Anordnung mit einer Armlänge von 10 m.

## 4 Akademische Abschlussarbeiten

### 4.1 Diplomarbeiten

Brause, Nils: Bau und Test eines Phasenmeters. Leibniz Universität Hannover, Diplomarbeit, 2011.

Kaune, Brigitte: Kontrolle und Charakterisierung von piezobetriebenen Kipp- und Linearaktuatoren für die optische Bank von LISA. Leibniz Universität Hannover, Bachelorarbeit, 2011.

Libman, Igor: Design and characterisation of a thermal shield for LISA optical bench testing. Leibniz Universität Hannover, Bachelorarbeit, 2011.

Rybicki, Jan: LISA back-link fibre: back reflection of a polarisation maintaining single-mode optical fibre. Leibniz Universität Hannover, Diplomarbeit, 2011.

Stede, Gunnar: Interferometrische Charakterisierung von Retroreflektoren für satellitengestützte Erdschwerefeldbestimmung. Leibniz Universität Hannover, Diplomarbeit, 2011.

### 4.2 Dissertationen

Khalaidovski, Alexander: Beyond the Quantum Limit - A Squeezed-Light Laser in GEO 600. Leibniz Universität Hannover, Dissertation, 2011.

Knispel, Benjamin: Pulsar Discoveries by Volunteer Distributed Computing and The Strongest Continuous Gravitational Wave Signal. Leibniz Universität Hannover, Dissertation, 2011.

Meier, Tobias: High-Power CW Green Lasers for Optical Metrology and Their Joint Benefit in Particle Physics Experiments. Leibniz Universität Hannover, Dissertation, 2011.

## 5 Tagungen, Projekte am Institut und Beobachtungszeiten

### 5.1 Tagungen und Veranstaltungen

GEO Meetings, Data Analysis Workshops, November im Albert-Einstein-Institut, Einstein-Mobil.

### 5.2 Projekte und Kooperationen mit anderen Instituten

Am Aufbau und Betrieb von GEO600 sind folgende Institutionen beteiligt: Leibniz Universität Hannover; University of Glasgow; Cardiff University; Universität de les Illes Balears, Palma de Mallorca; Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching; Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut), Potsdam-Golm; Rutherford Appleton Laboratory, Chilton; Laser Zentrum Hannover; Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig.

LISA ist ein Gemeinschaftsprojekt mit: Leibniz Universität Hannover; University of Glasgow; Cardiff University; Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching; Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut), Potsdam-Golm; Rutherford Appleton Laboratory, Chilton; Imperial College, London; Università di Trento; University of Colorado, Boulder; Jet Propulsion Laboratory, Pasadena; CNRS, Nice; ONERA, Chatillon; CNR, Frascati; ESA-ESTEC, Noordwijk; NASA, Washington.

### 5.3 Beobachtungszeiten

Im Rahmen der „LIGO and Virgo Scientific Collaboration“ werden gemeinsame Meßzeiten der europäischen und amerikanischen Gravitationswellendetektoren vereinbart. LIGO und Virgo werden zur Zeit ausgebaut mit dem Ziel, die Empfindlichkeit um einen Faktor 10 zu erhöhen, und erst ca. 2015 wieder meßbereit sein. Bis dahin läuft GEO600 allein mindestens zu 80 % der Zeit im Dauerbetrieb („Astrowatch“).

## 6 Auswärtige Tätigkeiten

### 6.1 Nationale und internationale Tagungen

Frühjahrstagung der DPG in Dresden und Karlsruhe; Foundational Aspects of Cosmology in Hamburg; Rencontres de Moriond in La Thuile, Italien; Gravitational Waves Advanced Detectors Workshop 2011, Isola d'Elba, Italien; 9th Edoardo Amaldi Conference on Gravitational Waves, Cardiff, United Kingdom; Cargèse Summer School on Gravitational Waves, Corsica, Frankreich; 6th Astro-GR meeting, Mallorca, Spanien.

### 6.2 Kooperationen

**SFB/TR7:** An dem Sonderforschungsbereich/Transregio „Gravitationswellenastronomie: Methoden – Quellen – Beobachtung“ sind beteiligt: das Max-Planck-Institut für Gravitationsforschung (Albert-Einstein-Institut) in Potsdam-Golm und Hannover, das Max-Planck-Institut für Astrophysik in Garching, die Leibniz Universität Hannover, die Friedrich-Schiller-Universität Jena und die Eberhard Karls Universität Tübingen. Seine Aufgabe besteht in einer aufeinander abgestimmten Forschung der beteiligten Gruppen auf dem Gebiet der theoretischen und experimentellen Astrophysik. Die Weiterentwicklung von Theorie und Experiment zur Gravitationsstrahlung muss neue mathematische Methoden nutzbar machen, das Studium der kompakten astrophysikalischen Strahlungsquellen (Neutronensterne, Schwarze Löcher, Binärsysteme, kollabierende Materie) vorantreiben und die experimentelle Technik der Detektoren ständig verbessern. Im Rahmen dieses SFB sollen Design, Darstellung und Anwendung von effektiven Reflexionsoptiken zur Strahlteilung und Strahlsuperposition in unterschiedlichen Interferometertypen auf der Grundlage diffraktiver Strukturen untersucht werden, die mit Mikro- und Nanostrukturtechnik auf hochreflektierende Schichtsysteme aufgebracht wurden. Der Einsatz neuer Interferometer-Topologien (Signal-Recycling, Resonant-Sideband-Extraction, aktive Schwingungsisolation, Kühlung, gequetschtes Licht, QND-Techniken) wird die Empfindlichkeit und damit die Reichweite von Gravitationswellendetektoren wesentlich steigern.

**QUEST:** An der Leibniz Universität Hannover wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Albert-Einstein-Institut der Exzellenzcluster „Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research“ (QUEST) entwickelt. In QUEST haben sich die führenden Institute auf den Gebieten der Forschung mit einzelnen Atomen, Atominterferometern, atomaren Quantensensoren, hochstabilen Lasern und Atomuhren sowie der Astronomie mit Gravitationswellen, der Erdbeobachtung und der Geodäsie zusammengetan. Ziel der beteiligten Wissenschaftler ist es, Quantenphysik und Relativitätstheorie in einem physikalischen Modell zu vereinen. Dabei können sie auf neu entwickelte Verfahren zur Präzisionsmessung von Länge, Zeit, Beschleunigung und Rotation zurückgreifen, die in den vergangenen Jahren durch neue Quanten-Technologien und Methoden des *Quanten Engineering* geschaffen worden sind. Hierzu zählen zum Beispiel Atomlaser oder Bose-Einstein-Kondensate. Die neuen Erkenntnisse werden wesentliche Informationen für Anwendungsbereiche wie die Satellitennavigationssysteme der nächsten Generation liefern. Hierzu gehören unter anderem das europäische Navigationssystem „Galileo“, neue Erdbeobachtungssatelliten oder erheblich genauere geodätische Referenzsysteme.

## 7 Veröffentlichungen

### 7.1 In Zeitschriften und Büchern

- Winkelmann, L., O. Puncken, R. Kluzik, C. Veltkamp, P. Kwee, J. Poeld, C. Bogan, B. Willke, M. Frede, J. Neumann, P. Wessels, D. Kracht: Injection-locked single-frequency laser with an output power of 220 W. *Appl. Phys. B* **102** (2011) 529–538
- Punturo, M., H. Lück: Toward a third generation of gravitational wave observatories. *Gen. Relativ. Grav.* **43** (2011) 363–385
- Chen, Y., S.L. Danilishin, F.Ya. Khalili, H. Müller-Ebhardt: QND measurements for future gravitational-wave detectors. *Gen. Relativ. Grav.* **43** (2011) 671–694
- Goetz, E. K. Riles: An all-sky search algorithm for continuous gravitational waves from spinning neutron stars in binary systems. *Class. Quantum Grav.* **28** (2011) 215006 [23 p]
- Eberle, T., V. Händchen, J. Duhme, T. Franz, R.F. Werner, R. Schnabel: Strong Einstein-Podolsky-Rosen entanglement from a single squeezed light source. *Phys. Rev. A* **83** (2011) 052329 [4 pp]
- McClelland, D.E., N. Mavalvala, Y. Chen, R. Schnabel: Advanced interferometry, quantum optics and optomechanics in gravitational wave detectors. *Laser Photonics Rev.* **5** (2011) 677–696
- Knispel, B., P. Lazarus, B. Allen, D. Anderson, C. Aulbert, N.D.R. Bhat, O. Bock, S. Bogdanov, A. Brazier, F. Camilo, S. Chatterjee, J.M. Cordes, F. Crawford, J.S. Deneva, G. Desvignes, H. Fehrmann, P.C.C. Freire, D. Hammer, J.W.T. Hessels, F.A. Jenet, V.M. Kaspi, M. Kramer, J. van Leeuwen, D.R. Lorimer, A.G. Lyne, B. Machenschalk, M.A. McLaughlin, C. Messenger, D.J. Nice, M.A. Papa, H.J. Pletsch, R. Prix, S.M. Ransom, X. Siemens, I.H. Stairs, B.W. Stappers, K. Stovall, A. Venkataraman: Arecibo PALFA Survey and Einstein@Home: Binary Pulsar Discovery by Volunteer Computing. *Ap. J.* **732** (2011) L1–L5

### 7.2 Konferenzbeiträge

- Aufmuth, P.: On the threshold of gravitational wave astronomy. In: Klapdor-Kleingrothaus, H.V., I.V. Krivosheina, R. Viollier (eds.): *Physics Beyond the Standard Models of Particles, Cosmology and Astrophysics*. Singapore: World Scientific (2011) 707–719
- Sambrowski, A., C. E. Laukötter, N. Grosse, P. K. Lam, R. Schnabel: Two Color Entanglement. *AIP Conf. Proc.* **1363** (2011) 219–222
- Röver, C., C. Messenger, R. Prix: Bayesian versus frequentist upper limits. In: Prosper, H.B., L. Lyons (eds.): *Proceedings of the PHYSTAT 2011 Workshop on Statistical Issues Related to Discovery Claims in Search Experiments and Unfolding*. Geneva: CERN. CERN-2011-006 (2011) 158–163

### 7.3 Populärwissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen

- Otto, M.: *Rechenmethoden für Studierende der Physik im ersten Jahr*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag (2011) [380 S.]
- Mokler, F.: Die Kräuselungen der Raumzeit. *Max Planck Forschung, H. 2* (2011) 48–56

## 8 Sonstiges

Adressen der Webseiten unserer Projekte:

GEO600: <http://geo600.aei.mpg.de>

NGO/eLISA: <http://www.elisa-ngo.org>

Prototyp: <http://10m-prototype.aei.uni-hannover.de>

SFB/TR7: <http://www.sfb.tpi.uni-jena.de>

QUEST: <http://www.quest.uni-hannover.de>

## 9 Abkürzungsverzeichnis

CNR: Consiglio Nazionale delle Ricerche

CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique

eLISA: evolved LISA

ESA: European Space Agency

ESTEC: European Space Research and Technology Centre

FGST: Fermi Gamma-ray Space Telescope

LIGO: Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory

LISA: Laser Interferometer Space Antenna

NASA: National Aeronautics and Space Administration

NGO: New Gravitational wave Observatory

ONERA: Office National d'Études et de Recherches Aéropaciales

PALFA: Pulsar Surveys Using the Arecibo L-band Feed Array

QUEST: Centre for Quantum Engineering and Space-Time Research.

Peter Aufmuth