

## GRAVITATION UND RELATIVITÄTSTHEORIE (GR)

PD Dr. Jörg Frauendiener  
 Theoretische Astrophysik  
 Universität Tübingen  
 Auf der Morgenstelle 10  
 72076 Tübingen  
 E-Mail: joerg.frauendiener@uni-tuebingen.de

 ÜBERSICHT DER HAUPTVORTRÄGE UND FACHSITZUNGEN  
 (Hörsaal K)

## Hauptvorträge

GR 101.1	Mo	14:00	(K)	<b>Ernst Equation and Riemann Surfaces</b> , <a href="#">Christian Klein</a> , Olaf Richter
GR 201.1	Di	10:30	(K)	<b>Surprises with Rotating Black Holes</b> , <a href="#">Jutta Kunz</a> , Burkhard Kleihaus, Francisco Navarro-Lerida
GR 202.1	Di	14:00	(K)	<b>A modern Michelson-Morley experiment using ultrastable optical resonators</b> , <a href="#">Achim Peters</a>
GR 203.1	Di	16:30	(K)	<b>The Pioneer Anomaly</b> , <a href="#">Claus Lämmerzahl</a> , Hans-Jörg Dittus
GR 301.1	Mi	14:00	(K)	<b>Zur Geometrie und Topologie des Universums</b> , <a href="#">Frank Steiner</a>
GR 302.1	Mi	16:30	(K)	<b>Albert Einstein oder David Hilbert – wer entdeckte die Gravitationsgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie?</b> , <a href="#">Daniela Wünsch</a>
GR 401.1	Do	10:30	(K)	<b>Is general relativity ‘essentially understood’ ?</b> , <a href="#">Helmut Friedrich</a>
GR 401.2	Do	11:10	(K)	<b>Elasticity, a matter model for isolated systems</b> , <a href="#">Bernd Schmidt</a>
GR 402.1	Do	11:50	(K)	<b>Quantum Fields in Curved Space</b> , <a href="#">Stefan Hollands</a>
GR 502.1	Fr	10:30	(K)	<b>Numerical implementation of a fully-constrained formulation of Einstein equations</b> , <a href="#">Jerome Novak</a> , Silvano Bonazzola, Eric Gourgoulhon, Philippe Grandclement, Lap-Ming Lin
GR 502.2	Fr	11:10	(K)	<b>Post-Newtonian dynamics of binaries and its relevance to relativistic astrophysics</b> , <a href="#">Achanveedu Gopakumar</a>

## Fachsitzungen

GR 101	<b>Eigenschaften von klassischen Lösungen</b>	Mo	14:00–16:00	K	GR 101.1–101.5
GR 102	<b>Mathematische Methoden</b>	Mo	16:30–17:50	K	GR 102.1–102.4
GR 103	<b>Quintessenz, Machsches Prinzip</b>	Mo	17:50–18:30	K	GR 103.1–103.2
GR 201	<b>Einstein-Yang-Mills-Higgs, Skymionen und Bosonensterne</b>	Di	10:30–12:30	K	GR 201.1–201.5
GR 202	<b>Experimentelle Tests</b>	Di	14:00–16:00	K	GR 202.1–202.5
GR 203	<b>Experimentelle Tests: Satellitenmissionen</b>	Di	16:30–18:10	K	GR 203.1–203.4
GR 204	<b>Postersitzung</b>	Di	15:30–17:00	P	GR 204.1–204.1
GR 301	<b>Kosmologie</b>	Mi	14:00–16:00	K	GR 301.1–301.5
GR 302	<b>Geschichte der Relativitätstheorie</b>	Mi	16:30–17:10	K	GR 302.1–302.1
GR 303	<b>Alternative Ansätze und grundlegende Probleme</b>	Mi	17:10–18:50	K	GR 303.1–303.5
GR 401	<b>Mathematische Relativitätstheorie</b>	Do	10:30–11:50	K	GR 401.1–401.2
GR 402	<b>Quantenfeldtheorie auf gekrümmten Raumzeiten</b>	Do	11:50–12:30	K	GR 402.1–402.1
GR 403	<b>Quantengravitation: Loops</b>	Do	14:00–16:00	K	GR 403.1–403.6
GR 404	<b>Quantengravitation: andere Zugänge</b>	Do	16:30–19:10	K	GR 404.1–404.8
GR 501	<b>Plenarvortrag Kramer</b>	Fr	08:30–09:15	A	GR 501.1–501.1
GR 502	<b>Gravitationswellen</b>	Fr	10:30–12:30	K	GR 502.1–502.4

**Ergänzende Hinweise**

Prof. Michael Kramer hält den Plenarvortrag des FV **Gravitation und Relativitätstheorie** am Freitag, 24. März im Audimax zum Thema *Was Einstein right? – Unique tests of GR with the Double Pulsar*.

Alle Vorträge des FV finden im Hörsaal K statt. Dieser ist mit Beamer samt Laptop und Overheadprojektor ausgestattet. Elektronische Vorträge sollten als pdf oder ppt Datei auf CD, Disk oder Stick bereitgehalten werden und *mindestens drei Stunden* vor der jeweiligen Sitzung auf einen zentralen Rechner kopiert werden. Die örtliche Tagungsleitung gibt weitere Hinweise unter <http://muenchen06.dpg-tagungen.de/resource/technisches.html> . Es ist nicht erlaubt, eigene Laptops bzw. Notebooks an den Beamer anzuschließen.

Die aktuellste Version des Programms ist online unter [www.dpg-tagungen.de](http://www.dpg-tagungen.de) zu bekommen.

**Mitgliederversammlung des Fachverbands Gravitation und Relativitätstheorie**

Di 18:30–19:30 K

**Vorläufige Tagesordnung**

Eröffnung und Festsetzung der endgültigen Tagesordnung

Verlesen und Genehmigung des Protokolls der letzten Mitgliederversammlung

Wahlen zum Vorsitz und Beirat des Fachverbandes

Bericht über vergangene Aktivitäten

Bericht über geplante Aktivitäten

Büchertisch

Verschiedenes

## Fachsitzungen

– Haupt-, Kurzvorträge und Posterbeiträge –

### GR 101 Eigenschaften von klassischen Lösungen

Zeit: Montag 14:00–16:00

Raum: K

#### Hauptvortrag

GR 101.1 Mo 14:00 K

**Ernst Equation and Riemann Surfaces** — •CHRISTIAN KLEIN<sup>1</sup> and OLAF RICHTER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>MPI für Mathematik in den Naturwissenschaften, Inselstr. 22-26, 04103 Leipzig — <sup>2</sup>Institut für Theoretische Physik, Universität Leipzig, Postfach 100 920, 04009 Leipzig

In a general relativistic framework stars and galaxies in thermodynamical equilibrium lead to stationary axisymmetric spacetimes. Therefore it is of special physical interest that the Einstein equations in this case are equivalent to the completely integrable Ernst equation. The integrability of the Ernst equation implies the knowledge of many explicit exact solutions, the most prominent being the Kerr solution which describes the exterior of a rotating black hole. We discuss applications of the Ernst equation in various fields of physics and mathematics as in the context of Yang-Mills-Higgs monopoles and Bianchi surfaces. Rich classes of solutions to integrable equations can be constructed with methods from the theory of Riemann surfaces which were originally introduced to generate periodic solutions to integrable wave equations such as the Korteweg-de Vries equation. The corresponding solutions to the Ernst equation, which contain the Kerr solution as a limit, are not periodic and are related to deformations of the underlying Riemann surface. We study these solutions to the Ernst equation in detail and discuss physical properties of this class.

GR 101.2 Mo 14:40 K

**Slowly Rotating Homogeneous Stars and the Heun Equation** — •DAVID PETROFF — Friedrich-Schiller-Universität Jena

The scheme developed by Hartle for describing slowly rotating bodies in 1967 was applied to the simple model of constant density by Chandrasekhar in 1974. The pivotal equation one has to solve turns out to be one of Heun's equations. After a brief discussion of this equation and the chances of finding a closed form solution, I will present quickly converging series solutions of it. A comparison with numerical solutions of the full Einstein equations allows one to truncate the series at an order appropriate to the slow order approximation.

GR 101.3 Mo 15:00 K

**The Transition from Quark Matter to a Black Hole** — •HENDRICK LABRANCHE and DAVID PETROFF — Theoretisch-Physikalisches Institut der Friedrich-Schiller-Universität Jena

It has recently been proved that the only permissible quasi-stationary transition from a fluid body to a (Kerr) Black Hole necessarily results in the extreme Kerr Black Hole. In this talk I will consider such a transition for quark matter using numerical methods. Particular attention will be paid to the behaviour of the multipole moments at infinity and to the gradual appearance of the "throat geometry".

GR 101.4 Mo 15:20 K

**The Extreme Distortion of Black Holes due to Matter** — •MARCUS ANSORG<sup>1</sup> and DAVID PETROFF<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Max Planck Institute for Gravitational Physics (Albert Einstein Institute), Am Muehlenberg 1, D-14476 Potsdam, Germany — <sup>2</sup>Theoretisch-Physikalisches Institut, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Max-Wien-Platz 1, D-07743 Jena

A highly accurate computer program is used to study axially symmetric and stationary spacetimes containing a Black Hole surrounded by a ring of matter. It is shown that the matter ring affects the properties of the Black Hole drastically. In particular, the absolute value of the ratio of the Black Hole's angular momentum to the square of its mass not only exceeds one, but can be greater than ten thousand ( $|J|/M^2 > 10^4$ ). Indeed, the numerical evidence suggests that this quantity is unbounded.

GR 101.5 Mo 15:40 K

**Zur Gravitationslinsenwirkung eines geladenen rotierenden Schwarzen Lochs** — •VOLKER PERLICK und WOLFGANG HASSE — TU Berlin, Sekr. PN 7-1, Institut für Theoretische Physik, 10623 Berlin

$M_+$  sei der Außenraum eines geladenen rotierenden Schwarzen Lochs, d.h., der Bereich außerhalb des äußeren Horizonts in einer Kerr-Newman-Raumzeit. Wir fixieren einen Punkt  $p \in M_+$  (Beobachtungsereignis) und eine zeitartige Kurve  $\gamma$  in  $M_+$  (Weltlinie einer Lichtquelle). Wir setzen voraus dass  $\gamma$  (i) in der Vergangenheitsrichtung maximal ist, (ii) in der Vergangenheit weder zum Horizont noch in's Unendliche geht und (iii) nicht die Kaustik des Vergangenheitslichtkegels von  $p$  trifft. Unter diesen sehr milden Voraussetzungen zeigen wir mithilfe von Morse-Theorie, dass der Beobachter in  $p$  abzählbar unendlich viele Bilder der Lichtquelle  $\gamma$  sieht. Außerdem machen wir deutlich, dass es in der Kerr-Newman-Raumzeit einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten unendlich vieler Bilder und der Umkehr von Zentrifugal-plus-Coriolis-Kraft gibt.

### GR 102 Mathematische Methoden

Zeit: Montag 16:30–17:50

Raum: K

GR 102.1 Mo 16:30 K

**The change of differential structure and the resolution of singularities** — •TORSTEN ASSELMAYER-MALUGA — FhG FIRST, Kekulestr. 7, 12489 Berlin

The space-time seen as 4-dimensional manifold can admit a variety of different differential structures or non-equivalent reference frames by a fixed topology. By the general formalism of singular connections, developed by Harvey and Lawson, it is shown that a singularity in Einstein's general relativity theory can be resolved by using the change of the differential structure. The consequences are discussed.

GR 102.2 Mo 16:50 K

**A Relativistic Fluctuation Theorem** — •AXEL FINGERLE — Max Planck Institute for Dynamics and Self-Organization, Bunsenstrasse 10, 37073 Goettingen

In the description of nonequilibrium systems, powerful general statements on the entropy production have become known as Fluctuation Theorems within the last ten years. Based on recent results of P. Hänggi

and J. Dunkel [Phys. Rev. E, **71** 016124; Phys. Rev. E, **72** 036106 (2005)], a Fluctuation Theorem for special-relativistic Brownian motion is proven that remains valid in the high temperature limit. Beyond special relativity, the Fluctuation Theorem is stated for cosmological standard models. Since the Fluctuation Theorem establishes the existence of a thermodynamic arrow of time, two formulations are given: one for a time reversion map  $\Pi$  inverting the cosmic expansion, and one for  $\Pi$  acting only locally.

GR 102.3 Mo 17:10 K

**The Averaging Problem in General Relativity** — •JULIANE BEHREND<sup>1</sup>, OTTO NACHTMANN<sup>1</sup>, and THOMAS RICHTER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Institut für Theoretische Physik, Universität Heidelberg, Philosophenweg 16 — <sup>2</sup>Institut für Angewandte Mathematik, Universität Heidelberg, INF 293

We present a generally covariant averaging process which provides a possible way of smoothing spacetime geometry within the framework of general relativity. Such an averaging process is primarily needed for a correct description of the average dynamics of matter inhomogeneities in the universe. The process is visualized on the specific example of a

perturbed two sphere, which involves the numerical solution of a partial differential equation by the aid of the simulation toolkit Gascoigne. The results are discussed particularly with regard to their possible cosmic relevance.

GR 102.4 Mo 17:30 K

**Puzzles of isotropic and anisotropic conformal cosmologies.** — •TOMASZ DENKIEWICZ<sup>1</sup>, DAVID BLASCHKE<sup>2</sup>, and MARIUSZ DABROWSKI<sup>3</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik, Universitätsplatz 3, D-18051 Rostock, Germany — <sup>2</sup>Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) mbH, Planckstrasse 1, D-64291 Darmstadt, Germany — <sup>3</sup>Instytut fizyki, 70-451 Szczecin, ul. Wielkopolska 15, Poland

Conformal relativity is the theory which allows the invariance with respect to conformal transformations of the metric. It is shown that in the vacuum conformal relativity there are no isotropic Friedmann solutions of non-zero spatial curvature. Only flat isotropic models are consistent with the field equations. On the other hand, it is shown explicitly that the anisotropic non-zero spatial curvature models of Kantowski-Sachs type are admissible in vacuum conformal relativity. It then seems that an additional scale factor which appears in anisotropic models gives an extra degree of freedom to the theory and makes it less restrictive than in an isotropic Friedmann case.

Acknowledgement: Thanks to DFG-Graduiertenkolleg 567 at University of Rostock.

## GR 103 Quintessenz, Machsches Prinzip

Zeit: Montag 17:50–18:30

Raum: K

GR 103.1 Mo 17:50 K

**Quintessenz und klassische allgemeine Relativitätstheorie (GRT)** — •JÜRGEN BRANDES — Danziger Str. 65 D-76307 Karlsbad

Gibt es die Quintessenz (Wetterich), dann gilt das Äquivalenzprinzip der GRT nur näherungsweise und die gekrümmte Raumzeit im philosophischen Sinne kann es nicht geben. Was bleibt, ist eine mathem.-geometrische Methode zur Beschreibung der physikalischen Eigenschaften von Gravitationsfeldern - so wie es die Lorentz-Interpretation der GRT auch sieht [1]. Es gibt weitere, experimentell überprüfbare Konsequenzen: Schwarze Löcher werden zu einem theoretischen Grenzfall der supermassiven, entarteten stellaren Objekte, die Formeln für den radialen freien Fall der Schwarzschild-Metrik und für die gravitative Masse von Sternen finden eine geänderte Deutung.

[1] J. Brandes, Die relativistischen Paradoxien und Thesen zu Raum und Zeit - Interpretationen der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie. VRI-Verlag 2001 sowie Tagungs-CD der Fachgruppe Didaktik der Physik - Berlin 2005, Berlin: Lehmanns Media, <http://www.LOB.de>

GR 103.2 Mo 18:10 K

**Mach's Principle and a Variable Speed of Light** — •ALEXANDER UNZICKER — Pestalozzi-Gymnasium München

Mach's principle, according to which the origin of gravitational interaction depends on the presence of all the masses in the universe, was expressed in a quantitative form by Sciama (MNRAS 113,34 (1953)). Since this idea suggests a variable speed of light (VSL), it is shown here that a variable  $c$  causes a spacetime curvature which is agreement with the classical tests of general relativity. The locally measured  $c_0$  however does not change, since time and length scales defined by atomic transitions change as well. Similar arguments were given by Dicke (Rev.Mod.Phys 29, 363 (1957)). A VSL opens the possibility to write the total energy of a particle as  $E = mc^2$ ; this necessarily leads to the proportionality of inertial and gravitating mass, the equivalence principle. Furthermore, a formula for  $c$  depending on the mass distribution is given that reproduces Newton's law of gravitation. This mass distribution allows to calculate a slightly variable term that corresponds to the 'constant'  $G$ . The present proposal may also supply an alternative explanation to the flatness problem and the horizon problem in cosmology.

## GR 201 Einstein-Yang-Mills-Higgs, Skymionen und Bosonensterne

Zeit: Dienstag 10:30–12:30

Raum: K

### Hauptvortrag

GR 201.1 Di 10:30 K

**Surprises with Rotating Black Holes** — •JUTTA KUNZ<sup>1</sup>, BURKHARD KLEIHAUS<sup>1</sup>, and FRANCISCO NAVARRO-LERIDA<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Oldenburg — <sup>2</sup>Universidad Complutense de Madrid, Spain

In  $D = 4$  Einstein-Maxwell theory rotating black holes with regular horizons are uniquely characterized by their global charges. This black hole "no-hair" theorem does not generalize to theories with non-Abelian fields nor to higher dimensions.

In Einstein-Yang-Mills theory rotating hairy black holes arise. These stationary axially symmetric black holes are asymptotically flat, and possess non-trivial non-Abelian electric and magnetic fields outside their regular event horizon. The black holes possess an electric dipole moment. But the rotation can also induce a non-Abelian electric charge. The rotating black hole solutions satisfy a mass formula, similar to the Smarr formula.

In  $D = 4$  Einstein-Maxwell-dilaton theory and  $D = 5$  Einstein-Maxwell-Chern-Simons (EMCS) theory stationary charged black holes exist, whose horizon angular velocities vanish. Thus their horizon is non-rotating, although their angular momentum is nonzero. The effect of rotation on the horizon is not to make it rotate but to deform it into a squashed sphere. Furthermore, rotating black holes appear, whose horizon can rotate in the opposite sense to their angular momentum. Moreover, in  $D = 5$  EMCS theory, black holes with a rotating horizon but vanishing total angular momentum are present, and black holes are no longer uniquely determined by their global charges.

GR 201.2 Di 11:10 K

**Gravitating stationary dyons and rotating vortex rings** — •ULRIKE NEEMANN, BURKHARD KLEIHAUS und JUTTA KUNZ — Universität Oldenburg

We discuss dyons and electrically charged monopole-antimonopole pairs and vortex rings in Einstein-Yang-Mills-Higgs theory. The solutions

are stationary, axially symmetric and asymptotically flat. In monopole-antimonopole pair solutions the Higgs field vanishes at two discrete points along the symmetry axis. In vortex solutions the Higgs field vanishes on a ring, centered around the symmetry axis. The dyons with magnetic charge  $n \geq 2$  represent non-static solutions with vanishing angular momentum. In contrast to the dyons the monopole-antimonopole pairs and vortex rings possess vanishing magnetic charge, but finite angular momentum, equaling  $n$  times their electric charge. We observe that two branches of solutions cross at a certain value of the coupling constant  $\alpha_{cr}$  before they merge. Monopole-antimonopole pairs with doubly charged poles show a transition to vortex rings at a value  $\alpha_{cr}$ .

GR 201.3 Di 11:30 K

**Platonic sphalerons in Einstein-Yang-Mills and Yang-Mills-dilaton theory** — •KARI MYKLEVOLL, BURKHARD KLEIHAUS, and JUTTA KUNZ — Universität Oldenburg

Gravitating classical solutions in Yang-Mills (YM) theories have many surprising properties. For instance, black holes in these theories can possess "hair", i. e. non-trivial YM fields not corresponding to global charges. In contrast Einstein-Maxwell (EM) black holes are completely determined by their global charges. Moreover in EM theory, all static black holes are spherically symmetric, whereas static axially symmetric black hole solutions have been found in Einstein-Yang-Mills (EYM) theory.

We here present new sphaleron solutions in EYM and Yang-Mills-dilaton theory. These sphalerons have no continuous rotational symmetries at all, but have the symmetries of crystals or of platonic bodies, and we therefore call them platonic sphalerons. Their symmetries are related to certain rational maps of degree  $N$ .

Since the gravitating platonic sphalerons are static regular solutions without continuous symmetries, they belong to a completely new kind of gravitating solutions, and most importantly these solutions indicate the existence of static black holes with only discrete symmetries of the horizon.

GR 201.4 Di 11:50 K

**Gravitating Multi-Skyrmions** — ●BURKHARD KLEIHAUS<sup>1</sup>, THEODORA IOANNIDOU<sup>2</sup>, and JUTTA KUNZ<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Universität Oldenburg — <sup>2</sup>Aristotle University of Thessaloniki

Gravitating multi-Skyrmion configurations with either discrete planar symmetry or axial symmetry are investigated numerically. We use the harmonic map Ansatz for the Skyrmion field and a simplified Ansatz for the metric to obtain approximate solutions of multi-Skyrmions coupled to gravity. These solutions are static and asymptotically flat. The symmetry of the solutions is imposed by the choice of the harmonic map. We present axially symmetric solutions with baryon number  $B = 2, 3, 4$ , as well as the tetrahedral  $B = 3$  and cubic  $B = 4$  solutions. We show that for fixed baryon number (and given symmetry) two branches of

gravitating multi-Skyrmions exist, which merge at a maximal value of the coupling parameter.

GR 201.5 Di 12:10 K

**Rotating Boson Stars and Q-Balls** — ●MEIKE LIST<sup>1</sup>, JUTTA KUNZ<sup>2</sup>, and BURKHARD KLEIHAUS<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Universität Bremen, Am Fallturm, 28359 Bremen — <sup>2</sup>Carl v. Ossietzky Universität Oldenburg, Postfach 2503, 26111 Oldenburg

We consider rotating boson stars, corresponding to rotating generalisations of the scalar soliton stars of Friedberg, Lee and Pang. They are axially symmetric and asymptotically flat. Their flat space limits represent spinning  $Q$ -balls.

## GR 202 Experimentelle Tests

Zeit: Dienstag 14:00–16:00

Raum: K

### Hauptvortrag

GR 202.1 Di 14:00 K

**A modern Michelson-Morley experiment using ultrastable optical resonators** — ●ACHIM PETERS — Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Physik, Hausvogteiplatz 5-7, 10117 Berlin

This talk will present a modern version of the classic Michelson-Morley experiment testing the isotropy of light propagation and thus the foundations of Special Relativity. From a modern perspective, this measurement is one out of a more general class of experiments investigating the validity of Lorentz-Invariance in the light of new theoretical approaches — such as string theory or loop quantum gravity — suggesting small violations.

The experiment itself is performed by monitoring the resonance frequency of an optical resonator continuously rotating on a precision turntable, making it possible to achieve a sensitivity at the  $\Delta c(\theta)/c \sim 10^{-16}$  level for a direction dependent variation of the speed of light. I will analyze the experimental results in the context of modern test theories and discuss the potential for improvements in sensitivity by up to three orders of magnitude.

GR 202.2 Di 14:40 K

**Lorentz invariance violation in higher order electrodynamics** — ●DENNIS LOREK and CLAUS LÄMMERZAHL — ZARM, University of Bremen

The low energy limit of, e.g., loop quantum gravity suggests that the effective Maxwell equations contain beside an arbitrary constitutive tensor also higher derivatives. The consequences based on an ordinary linear constitutive tensor have already been discussed extensively. Here we consider violations of Lorentz invariance which may come in through higher orders of derivatives. We present a general scheme for the influence of these higher order terms on the propagation of light and on the solution for point charges. This results in a modified, non-homogeneous dispersion relation, which is also predicted by non-commutative approaches, and in modifications of the energy levels in hydrogen atoms due to the additional appearance of electric multipole fields. A comparison with experiments yields estimates on the Lorentz violating terms.

GR 202.3 Di 15:00 K

**Exact deformation of cavities by means of the gravitational gradient** — ●EVA HACKMANN und CLAUS LÄMMERZAHL — Zarm, Uni Bremen

For high precision experiments in space the elastic deformation of optical resonators by the means of the gravitational gradient has to be considered. Therefore question on the solution of the basic equilibrium equation of the theory of elasticity and thus to the solution of the bi-harmonic equation in three variables under certain boundary conditions arises. In order to estimate the dimension of the error of the numerical

result an analytical solution is desirable. Different approaches to obtain such a solution depending on the boundary conditions are presented here.

GR 202.4 Di 15:20 K

**Quantenzustände ultrakalter Neutronen im Gravitationsfeld der Erde** — ●CLAUDE KRANTZ und HARTMUT ABELE — Physikalisches Institut, Philosophenweg 12, 69120 Heidelberg, Deutschland

In unserem Experiment an der Neutronenquelle des Instituts Laue-Langevin (Frankreich) werden seit einigen Jahren gebundene Quantenzustände im Gravitationsfeld der Erde beobachtet. Auf Längenskalen von wenigen Mikrometern wird dabei das Verhalten von ultrakalten Neutronen untersucht, die über einem reflektierenden Spiegel frei fallen. In dem aus Spiegel und Schwerfeld entstehenden Potential besetzen die Neutronen nach den Gesetzen der Quantenmechanik ein diskretes Zustandsspektrum. Obwohl die untersten Energieeigenwerte nur einige Pico-eV betragen, ist es möglich, das System derart zu präparieren, dass nur der Grundzustand und die nächsten benachbarten Niveaus besetzt und damit Quanteneffekte beobachtbar werden, die vom klassischen Rahmen abweichen.

Mit Hilfe höchstauflösender Neutronendetektoren ist es nun gelungen, die Höhenverteilung der Teilchen über dem Spiegel direkt zu messen, also das Betragsquadrat der Wellenfunktion im Ortsraum abzubilden. Es zeigt sich, dass die Messdaten der quantenmechanischen Erwartung entsprechen, durch ein rein klassisches Modell aber nicht reproduziert werden können.

GR 202.5 Di 15:40 K

**String-Motivated Torsion Effects on Spin Precession** — ●THORSTEN FELDMANN<sup>1</sup>, ROBERT GRAHAM<sup>1</sup>, AXEL PELSTER<sup>1</sup>, and URS SCHREIBER<sup>2</sup> — <sup>1</sup>Fachbereich Physik, Universität Duisburg-Essen, Universitätsstraße 5, 45117 Essen, Germany — <sup>2</sup>Zentrum für mathematische Physik, Bundesstraße 55, Universität Hamburg, D-20146 Hamburg, Germany

In the low-energy limit string theory predicts that Einstein's gravitation theory is modified by the occurrence of the Kalb-Ramond and the dilaton field. At first, we show that all these string-inspired gravitational fields can be considered as constituents of a Riemann-Cartan differential geometry. Then we analyze in detail how a constant torsion tensor, induced by a Kalb-Ramond field, modifies the equations of motion of a classical particle with spin in a flat space-time, leading, for instance, to a precession of a myon spin in a storage facility. Such effects might be candidates for an explanation of the current discrepancy between the predictions of the standard model of elementary particle physics for the anomalous magnetic moment of the myon and the recent precision measurements at Brookhaven National Laboratory.

## GR 203 Experimentelle Tests: Satellitenmissionen

Zeit: Dienstag 16:30–18:10

Raum: K

**Hauptvortrag**

GR 203.1 Di 16:30 K

**The Pioneer Anomaly** — •CLAUS LÄMMERZAHN and HANS-JÖRG DITTUS — ZARM, University of Bremen

The observed blue-shift of the Doppler tracking signal of the Pioneer spacecrafts observed between 20 and 80 AU remained unexplained until now. This blue shift when interpreted as acceleration of the Pioneer spacecrafts towards the Sun is called the Pioneer anomaly. In this talk we discuss the (i) status of this observation, (ii) the relevance of the influence of the cosmological expansion on the physics within the Solar system, (iii) possible explanations within modified gravity theories, and (iv) possible relations to other unexplained phenomena like dark matter, dark energy and the fly-by anomaly. Furthermore, the importance of a new analysis of the complete set of the Pioneer tracking data will be outlined.

GR 203.2 Di 17:10 K

**FEM Modellierung für die OPTIS Satellitenmission** — •SILVIA SCHEITHAUER, CLAUS LÄMMERZAHN und HANSJÖRG DITTUS — ZARM, Universität Bremen, Am Fallturm, 28359 Bremen

OPTIS ist eine geplante wissenschaftliche Satellitenmission zur Durchführung verbesserter Tests der Grundlagen der Speziellen und Allgemeinen Relativitätstheorie im Weltraum. OPTIS strebt eine Verbesserung der Genauigkeit von Tests der Isotropie und Konstanz der Lichtgeschwindigkeit um bis zu drei Größenordnungen an. Dabei werden optische Resonatoren verwendet. Die Resonatorfrequenz ist abhängig vom Verhältnis der Lichtgeschwindigkeit und der Resonatorlänge. Störungen der Resonatorform durch z.B. nichteliminierbarer Gravitationsgradienten induzieren Frequenzänderungen, die das Messergebnis verfälschen. Daher muss der Einfluss solcher Störungen genauestens modelliert werden. Dies geschieht mit Hilfe von FEM-Programmen (Finite Elemente Methode). Die hohe relative Genauigkeit der anvisierten Messung von besser als  $10^{-18}$  bringt auch eine hohe Anforderung an die FEM-Modellierung mit sich. In diesem Vortrag sollen Ergebnisse der Modellierung eines Weltraumresonators mit dieser Genauigkeit mit Hilfe von FEM Programmen präsentiert werden.

GR 203.3 Di 17:30 K

**Numerische Modellierung der MICROSCOPE-Mission** — •MEIKE LIST, STEFANIE GROTTJAN, HANNS SELIG, STEPHAN THEIL und HANSJÖRG DITTUS — Am Fallturm, 28359 Bremen

Das Ziel des französischen Raumfahrtprojektes MICROSCOPE ist die experimentelle Überprüfung des schwachen Äquivalenzprinzips mit einer Genauigkeit von  $\eta = 10^{-15}$ . Das Experiment wird voraussichtlich im Jahr 2009 auf einer erdnahen Umlaufbahn auf einem Kleinsatelliten der CNES- $\mu$ -Sat-Line durchgeführt. Das französische Institut ONERA entwickelt und baut die hochgenauen Differential-Accelerometer, mit deren Hilfe die angestrebte Messgenauigkeit erreicht werden soll. Das ZARM verfügt über das Erstzugriffsrecht auf die Missionsdaten. Für die Datenanalyse und die In-Orbit-Kalibrationsphasen des Satelliten werden am ZARM umfangreiche Missionsmodellierungen durchgeführt. Sowohl die verschiedenen Störeinflüsse als auch die verschiedenen Regelkreise zur Steuerung des Experimentes können mit dem Modell simuliert werden. Über den aktuellen Stand wird im Rahmen des Vortrages berichtet.

GR 203.4 Di 17:50 K

**Freifalltests der Differential-Accelerometer der MICROSCOPE-Mission** — •HANNS SELIG, MEIKE LIST, STEFANIE GROTTJAN, STEFAN THEIL und HANSJÖRG DITTUS — ZARM Universität Bremen, Am Fallturm, 28359 Bremen

Das Ziel des französischen Raumfahrtprojektes MICROSCOPE ist die experimentelle Überprüfung des schwachen Äquivalenzprinzips mit bisher unerreichter Genauigkeit. Das Experiment wird im Jahr 2009 in einer erdnahen Umlaufbahn auf einem Kleinsatelliten der CNES-micro-Sat-Line durchgeführt. Die Messgenauigkeit wird mit Hilfe von hochgenauen kapazitiven Differential-Accelerometern (DA) erreicht, die von dem französischen Institut ONERA entwickelt und gebaut werden. Am ZARM werden die DA in umfangreichen Testreihen auf Sensorcharakteristik und Sensorperformance im freien Fall getestet. Simulationen der DA-Dynamik unter Berücksichtigung der Testbedingungen liefern wichtige Ergebnisse im Hinblick auf die Freifalltests und die DA-Dynamik im Erdorbit, deren Analyse für die Missionsdatenanalyse entscheidend ist. Über den aktuellen Stand wird im Rahmen des Vortrages berichtet.

## GR 204 Postersitzung

Zeit: Dienstag 15:30–17:00

Raum: P

GR 204.1 Di 15:30 P

**Precision test of the isotropy of speed of light using rotating ULE optical resonators** — •CHRISTIAN EISELE<sup>1</sup>, ALEXANDER YU. NEVSKY<sup>1</sup>, MAXIM OKHAPKIN<sup>1,2</sup>, and STEPHAN SCHILLER<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Experimentalphysik, Heinrich-Heine-Universität, 40225 Düsseldorf — <sup>2</sup>Institute of Laser Physics, Novosibirsk, Russia

Recently, three high-precision Michelson-Morley-type experiments have been performed using lasers [1,2,3]. They led to strong tests of Local Lorentz Invariance for electromagnetic waves by comparing the resonance frequencies of two orthogonal resonators as a function of orientation in space. We are currently developing a new apparatus for such a test. The cavities are embedded in a rectangular ULE (ultra-low expansion glass) block, which is placed inside a vacuum

chamber stabilized to a temperature where ULE has near-zero expansion coefficient. A Nd:YAG laser at 1064 nm is frequency stabilized to the cavities. Laser powers inside the cavities are stabilized using acousto-optical modulators. To minimize the influence of mechanical vibrations, the setup is placed on top of active-vibration isolation supports. The whole system can be continuously rotated. Variations of the tilt of the apparatus are actively compensated at the several microradian-level. We analyze the frequency of the beat signal between the two cavities as a function of orientation in space. We will report about the current status of the experiment.

[1] P. Antonini et al., Phys. Rev. A 71, 050101 (2005); S. Schiller et al. arXiv:physics/0510169 [2] P.L. Stanwix et al., Phys. Rev. Lett. 95, 040404 (2005). [3] S. Herrmann et al., arXiv:physics/0508097.

## GR 301 Kosmologie

Zeit: Mittwoch 14:00–16:00

Raum: K

**Hauptvortrag**

GR 301.1 Mi 14:00 K

**Zur Geometrie und Topologie des Universums** — •FRANK STEINER — Abteilung Theoretische Physik, Universität Ulm, Albert-Einstein-Allee 11, D-89069 Ulm

Im „Konkordanzmodell“ der Kosmologie wird u.a. angenommen, dass das Universum im Großen flach und einfach zusammenhängend ist. Da die Einsteinschen Feldgleichungen weder die räumliche Krümmung noch die Topologie des Universums festlegen und die Voraussagen der inflatonären Modelle, die zur Begründung herangezogen werden, bei Ermangelung einer Theorie der Quantengravitation nicht zwingend sind, müssen

Krümmung und Topologie aus Untersuchungen z.B. der Anisotropie der Mikrowellenhintergrundstrahlung bestimmt werden.

Im Vortrag wird ein Überblick über den gegenwärtigen Stand der „Kosmischen Topologie“ gegeben. Im Falle positiver Krümmung ist es vor kurzem gelungen, die Topologie auf wenige Möglichkeiten einzuschränken dank der vollständigen Klassifizierung aller homogenen sphärischen 3-Mannigfaltigkeiten. Der Fall negativer Krümmung ist komplizierter, da die Klassifizierung der hyperbolischen 3-Mannigfaltigkeiten ein offenes mathematisches Problem ist.

GR 301.2 Mi 14:40 K

**Homogene sphärische Mannigfaltigkeiten und die kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung** — ●SVEN LUSTIG, RALF AURICH und FRANK STEINER — Universität Ulm, Abteilung Theoretische Physik, Albert-Einstein-Allee 11, D-89069 Ulm

Die Einsteinschen Feldgleichungen sind lokale Gleichungen und legen keineswegs die Topologie des Universums fest. Darum stellt sich die Frage: wie beeinflusst die Topologie des Universums die kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung? Diese Frage wird für homogene sphärische mehrfach zusammenhängende Mannigfaltigkeiten beantwortet, und es werden durch einen Vergleich mit den WMAP-Daten daraus die wahrscheinlichsten Modelle bestimmt.

GR 301.3 Mi 15:00 K

**Die Suche nach der „circle-in-the-sky“ Signatur in der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung** — ●SVEN LUSTIG, RALF AURICH und FRANK STEINER — Universität Ulm, Abteilung Theoretische Physik, Albert-Einstein-Allee 11, D-89069 Ulm

Betrachtet man das Universum als mehrfach zusammenhängende Mannigfaltigkeit, so können aufgrund der Periodizität im Überlagerungsraum in der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung Strukturen auftreten, die als „circle-in-the-sky“ Signatur oder gepaarte Kreise bekannt sind. Es wird diskutiert, welche Größen für eine Suche nach dieser topologischen Signatur theoretisch geeignet sind und wie signifikant die Ergebnisse einer Analyse der WMAP-Daten tatsächlich sind.

GR 301.4 Mi 15:20 K

**S und D Statistik, Vordergrundeffekte versus gepaarte Kreise in der kosmischen Mikrowellenhintergrundstrahlung** — ●HOLGER THEN — Abteilung Theoretische Physik, Universität Ulm, Albert-Einstein-Allee 11, 89069 Ulm

Im Fall einer nichttrivialen Topologie unseres Universums erwartet man Korrelationen im kosmischen Mikrowellenhintergrund entlang gepaarter Kreise. Zur quantitativen Beschreibung führten Cornish, Spergel und Starkman die *S* Statistik ein. Allerdings werden die Korrelationen durch Sekundär- und Vordergrundeffekte empfindlich beeinflusst. Es wird gezeigt, dass die *S* Statistik geeignet ist, Vordergrundeffekte zu detektieren. Durch verallgemeinern der *S* Statistik gelangen wir zur *D* Statistik, welche folgende Vorteile bietet: Die *D* Statistik kann Vordergrundeffekte lokalisieren. Sie kann entscheiden, welches Verfahren zur Vordergrunderreinigung der Himmelskarten am geeignetsten ist. Sie kann den zuvor lokalisierten Vordergrund mit Masken ausblenden. Und sie kann die Korrelationen im kosmischen Mikrowellenhintergrund nach der Genauigkeit der Beobachtungen gewichten.

GR 301.5 Mi 15:40 K

**Das Picard-Universum** — ●HOLGER THEN, RALF AURICH, SVEN LUSTIG und FRANK STEINER — Abteilung Theoretische Physik, Universität Ulm, Albert-Einstein-Allee 11, 89069 Ulm

Das Picard-Universum ist eine hyperbolische Orbifold, die es erlaubt, den Einfluß der Topologie in sehr allgemeiner Form zu untersuchen. Die zugrundeliegende Struktur ist mathematisch bereits ausführlich untersucht und steht in tiefgreifendem Zusammenhang mit der analytischen Zahlentheorie. Über die interessanten topologischen Eigenschaften und deren Einfluß – insbesondere auf den kosmischen Mikrowellenhintergrund – wird berichtet. Neben anderen erfolgversprechenden Modellen ist das Picard-Universum ein möglicher Kandidat für die Beschreibung unseres Universums. Es ist mit den WMAP Beobachtungen verträglich und erklärt zudem einige der beobachteten großskaligen Anomalien, welche das Konkordanzmodell in Frage stellen.

## GR 302 Geschichte der Relativitätstheorie

Zeit: Mittwoch 16:30–17:10

Raum: K

### Hauptvortrag

GR 302.1 Mi 16:30 K

**Albert Einstein oder David Hilbert – wer entdeckte die Gravitationsgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie?** — ●DANIELA WÜNSCH — Institut für Wissenschaftsgeschichte, Georg-August-Universität Göttingen, Papendiek 16, 37073 Göttingen

Am 25. November 1915 reichte Einstein seine Arbeit mit den endgültigen Gleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie ein. Doch schon am 20. November hatte Hilbert in seiner Arbeit “Die Grundlagen der Physik” die endgültigen Gravitationsgleichungen aufgestellt. Es war bis jetzt aber umstritten, ob Hilberts Abhandlung, die nach Umarbeitung durch Hilbert erst im März 1916 erschien, schon am 20.11. diese Gleichungen in expliziter Form enthielt, da aus der einzigen überlieferten

Quelle dieser Fassung – einer Umbruchkorrektur – wegen eines Ausschnittes ein Teil des Textes fehlt. Der Vortrag befasst sich eingehend mit der Untersuchung dieser historischen Quelle, die zeigt, dass der Ausschnitt nicht historischen Ursprungs ist, sondern in neuerer Zeit mit der Absicht gemacht worden sein muss, die historische Wahrheit zu verfälschen: Zahlreiche Argumente werden dafür gegeben, dass Hilbert bereits am 20. November 1915 die endgültigen Gravitationsgleichungen in expliziter Form entwickelt hatte und sie auf dem Ausschnitt standen. Hilbert muss demnach zwar als derjenige gelten, der als erster die Gravitationsgleichungen aufgestellt hat, aber dennoch ist die Allgemeine Relativitätstheorie Einsteins Leistung. Hilbert entwickelte dagegen in den “Grundlagen der Physik” eine zukunftsweisende Vereinheitlichte Theorie der Gravitation und des Elektromagnetismus.

## GR 303 Alternative Ansätze und grundlegende Probleme

Zeit: Mittwoch 17:10–18:50

Raum: K

GR 303.1 Mi 17:10 K

**Representation of the dimensionless constants of nature as function of proton and electron properties** — ●KARL OTTO GREULICH — FLI Beutenbergstr.11 07745 Jena

The spectroscopic fine structure constant  $\alpha = 1 / 137.037$  and the gravitation factor  $\gamma = 2.2683 \cdot 10 \exp 39$  are expressed as combination of proton, electron and Planck - mass and electron radius and Planck - length. When  $m_e$ ,  $m_{\text{prot}}$  and  $r_e$  are expressed as multiples of the corresponding Planck quantities, i. e. with  $m_{\text{prot}} = M_{\text{prot}} \cdot m_{\text{Planck}}$ ,  $m_e = M_e \cdot m_{\text{Planck}}$  and  $r_e = R_e \cdot 0.5 \cdot l_{\text{Planck}}$ , the system of universal constants of nature becomes

$$\alpha = R_e \cdot M_e, \quad \beta = M_{\text{p}} / M_e, \quad \gamma = R_e / M_{\text{p}}.$$

The quantitative values of  $\alpha$  and  $\gamma$  can thus be derived from physically well defined quantities. The longstanding question whether  $\alpha$  or  $\gamma$  may have changed during the evolution of the Universe can now be reduced to the question whether the properties of the electron and proton have changed.

GR 303.2 Mi 17:30 K

**Ist  $c$  absolut konstant zum Beobachter?** — ●KARL-HERBERT DARMER — Plänterstraße 11, 56856 Zell

Ist  $c$  absolut konstant zum Beobachter? Beobachtungen wie der Cassini-Effekt oder Lense-Thirring-Effekt legen nahe das für die Grenzgeschwindigkeit  $c$  die Raum-Zeit der entscheidende Bezug ist. Das ermöglicht dann auch solche Effekte wie die Überlichtschnelle Raumausdehnung oder Wurmlöcher. Welche Konsequenzen ergeben sich daraus für unser Weltbild? Messen wir eine Probemasse an unterschiedlichen Stellen mit einer Balkenwaage, erhalten wir immer das gleiche Meßergebnis. Können wir daraus schließen, daß überall dieselben Verhältnisse herrschen? Messen wir die Probemasse an den selben Stellen mit einer Federwaage erhalten wir unterschiedliche Meßergebnisse. Können wir daraus schließen, daß sich unsere Probe verändert hat? Fragen die sich mathematisch nicht unbedingt lösen lassen.  $2 + 2 = 4$  läßt sich mathematisch lösen. Aber ist 1 Apfel = 1 Apfel? Anders gefragt: Ist 1 m den der Erdzwilling mißt der selbe, den der raumfahrende Zwilling mißt? Oder ist es wie beim Messen der Probemasse mit der Balkenwaage: nur der Meßwert ist immer der gleiche, die Umgebungsbedingungen sind aber andere? Die-

ser Vortrag ist ein Versuch die sich aus den modernen Erkenntnissen der Physik ergebenden Konsequenzen in einen logischen Zusammenhang zu bringen.

GR 303.3 Mi 17:50 K

**Special Relativity - Derived from a General Particle Structure** — ●ALBRECHT GIESE — Taxusweg 15, 22605 Hamburg

During the 20th century, the thinking of physicists was strongly governed by the paradigm that the laws of physics should be based on general principles, like the Relativity Principle of Einstein. This was the driving force behind such theories as Relativity and QM.

In spite of this prevailing mindset, the talk presented here will show, that the principle governing SR can in fact be deduced from lower level structural facts in particle physics. For the electron these have been uncovered in the 1920ies (P. Dirac, E. Schrödinger), but were later "forgotten". Following the considerations of these authors, every elementary particle can be assumed to be composed of two 'basic' particles with zero mass, that orbit each other at the speed of light 'c'. It will be shown that this approach results in the same formalism as given by Einstein (i.e. the Lorentz transformation), and it explains the phenomena contraction, dilation, mass increase, the mass-energy relation in an easy way. Also it provides additional insight into other issues, like the constancy of the speed of light 'c' and related physical constants.

GR 303.4 Mi 18:10 K

**General Relativity - Derived from QM and a General Particle Structure** — ●ALBRECHT GIESE — Taxusweg 15, 22605 Hamburg

Like Special Relativity, also General Relativity is governed by the paradigm of the 20th century, that the modern physical theories should be based on general principles. This way of thought was the base for such theories as Relativity and QM.

In spite of this prevailing mindset it will be shown in this talk, that there is a way of understanding which is related to lower level structural

facts in particle physics. The very basic assumption of QM, that forces are represented by exchange particles, is able to explain the reduction of 'c' in a gravitational field. This, together with the general structure of elementary particles, is sufficient to understand gravity. In this view, gravity is a very weak side effect of the other physical forces. This concept is more easily comprehensible than the one of Einstein. Nevertheless it is mostly compatible with the formalism of Schwarzschild, and so it provides similar results for all those phenomena of GR which are assured by observations and experiments. And, as the concept derives gravity from QM-compatible forces, it is in no conflict with QM.

In addition, it provides explanations for the actual phenomena Dark Matter and Dark Energy without the need for new particles.

GR 303.5 Mi 18:30 K

**Zwei experimentelle Messergebnisse als Beweis für Antigravitation durch Künstlichen Schwerpunktversatz** — ●PETER KÜMMEL — Amselweg 15 c; 21256 Handeloh

I. Die empfindlichen Ausschläge eines Torsionspendels aus der Null-Position dienen zum Nachweis des erlangten Vortriebs. Dieser kommt klar erkennbar durch gegenläufige Massenrotation im "hermetisch abgeschlossenen System" zustande. Wegen geringer Vortriebswirkung ist die Torsionsdämpfung in Grenzen zu halten. Dadurch wird eine grössere Anzahl von kontinuierlich ausgeführten Dokumentationsvorgängen erforderlich. Sie dienen dazu, den Messschmutz auszusondern. Vibrationsausschläge aus der Null-Position werden per Laserstrahl in ihrer Häufigkeit und Ausschlagsweite erfasst. Links- und Rechtswerte werden getrennt mit Sensoren und einzelnen Zählern elektrisch aufaddiert. Die Differenz erklärt den Vortrieb.

II. Durch Umpolen der Gleichstrombeschickung und damit ein Wechsel der Drehsinnänderung für die innere gegenläufige Massenrotation erfolgt ein Richtungswechsel des Vortriebs um 180°.

## GR 401 Mathematische Relativitätstheorie

Zeit: Donnerstag 10:30–11:50

Raum: K

**Hauptvortrag**

GR 401.1 Do 10:30 K

**Is general relativity 'essentially understood' ?** — ●HELMUT FRIEDRICH — Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik, Am Mühlenberg 1, 14476 Golm

The content of Einstein's theory of gravitation is encoded in the properties of the solutions to his field equations. There has been obtained a wealth of information about these solutions in the ninety years the theory has been around. It led to the prediction and the observation of physical phenomena which confirm the important role of general relativity in physics. The understanding of the domain of highly dynamical, strong field configurations is, however, still quite limited. The gravitational wave experiments are likely to provide soon observational data on phenomena which are not accessible by other means. Further theoretical progress will require, however, new methods for the analysis and the numerical calculation of the solutions to Einstein's field equations on large scales and

under general assumptions. We discuss some of the problems involved, describe the status of the field and recent results, and point out some open problems.

**Hauptvortrag**

GR 401.2 Do 11:10 K

**Elasticity, a matter model for isolated systems** — ●BERND SCHMIDT — Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik, Am Mühlenberg 1, 14476 Golm

Formulations of elasticity in General Relativity were given by various authors in the second half of the last century. No effort, however, was made to study existence questions under various circumstances. This is even so in Newtonian gravity.

I will describe some existence results and conjectures for elastic bodies with and without gravitation.

## GR 402 Quantenfeldtheorie auf gekrümmten Raumzeiten

Zeit: Donnerstag 11:50–12:30

Raum: K

**Hauptvortrag**

GR 402.1 Do 11:50 K

**Quantum Fields in Curved Space** — ●STEFAN HOLLANDS — Universität Göttingen

While the principle of general covariance is, of course, the cornerstone of general relativity, and of many modern physical theories, it is not obvious how to implement this idea in the context of quantized fields on a curved spacetime. This is mainly because quantum field theory is traditionally formulated in terms of concepts ("vacuum", "particles", etc.) that are tied to the very rigid structures of Minkowski space. Recently, it has been understood how to implement the general covariance principle in

quantum field theory. This has opened the door—together with new mathematical methods from microlocal analysis—to many important new developments. For example, it has led to an understanding of the renormalization of perturbative interacting quantum field theory on general Lorentzian spacetimes, and to the proof of important general theorems in quantum field theory (spin-statistics, CPT) in the curved spacetime setting. I will review the main new ideas in this field in a pedagogical way, addressed to an audience of non-experts, and outline the prospective directions for future research, especially with regards to applications to the physics of the Early Universe.



## GR 403 Quantengravitation: Loops

Zeit: Donnerstag 14:00–16:00

Raum: K

GR 403.1 Do 14:00 K

**The (Extended) Master Constraint Programme for Loop Quantum Gravity** — ●THOMAS THIEMANN — Albert Einstein Institut

The Master Constraint Programme constructs the Hilbert space of physical states in Loop Quantum Gravity (LQG). After outlining the programme we show how to obtain approximate physical states and how to perform LQG calculations which relate to physical applications.

GR 403.2 Do 14:20 K

**Semiclassical Analysis of the Master Constraint of Loop Quantum Gravity** — ●KRISTINA GIESEL and THOMAS THIEMANN — Albert-Einstein-Institut

The whole dynamics of Loop Quantum Gravity is encoded in the so called Master Constraint. We show that the expectation values of the Master Constraint of Loop Quantum Gravity with respect to coherent states reproduce the correct semiclassical limit.

GR 403.3 Do 14:40 K

**On the physical inner product of Quantum Gravity** — ●BENJAMIN BAHR — Albert-Einstein Institut, Am Muehlenberg 1, 14476 Golm/Potsdam

Additionally to solving the constraints in Loop Quantum Gravity, one of the still unsettled questions is how to equip the space of solutions with an inner product that allows for a physical interpretation of the theory. It will be shown how the combined techniques of Master constraint and coherent states provide an error-controlled approximation scheme for such a physical inner product. Furthermore, the scheme is tested on a simple cosmological model.

GR 403.4 Do 15:00 K

**Inhomogeneities in Loop Quantum Gravity** — ●MARTIN BOJOWALD — Institute for Gravitational Physics and Geometry, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802, USA

While several characteristic properties of general relativity, such as singularities, can already be seen in homogeneous situations, detailed physical applications require inhomogeneities. This is relevant for cosmology and black holes, and can be introduced by perturbations or by midisuperspace reduction. Corresponding derivations at the quantum level then show modifications to classical equations on small length scales which can have significant implications. Applications are the fate of classical singularities, structure formation in cosmology, and black hole evaporation.

GR 403.5 Do 15:20 K

**Discrete Geometry from Loop Quantum Gravity?** — ●JOHANNES BRUNNEMANN<sup>1</sup> and DAVID RIDEOUT<sup>2</sup> — <sup>1</sup>MPI fuer Gravitationsphysik, Am Muehlenberg 1, 14476 Potsdam (Golm), GERMANY — <sup>2</sup>Imperial College London, South Kensington campus, Prince Consort Road, London SW7 2AZ, UK

A quantum theory of gravity is expected to contain a discrete geometrical structure at scales close to the Planck length  $\ell_P$ . In this talk we will present first results of a detailed study towards answering this question within the framework of Loop Quantum Gravity (LQG). Here the operator  $\hat{V}$  corresponding to the classical expression of the volume  $V(R)$  of a spatial region  $R$  plays a central role: it nicely relates classical geometrical properties to the abstract combinatorial structure of LQG, moreover it is a crucial object to enable calculations in order to gain information about physical properties of the full theory.

GR 403.6 Do 15:40 K

**Quantum Cosmological Perturbation Theory** — ●STEFAN HOFMANN — Perimeter Institute for Theoretical Physics

Within a minisuperspace truncation of Loop Quantum Gravity we derive the deviations from scale invariance in the power spectrum of the CMBR.

## GR 404 Quantengravitation: andere Zugänge

Zeit: Donnerstag 16:30–19:10

Raum: K

GR 404.1 Do 16:30 K

**Quantum Phantom Cosmologies** — ●BARBARA SANDHÖFER — Institut für Theoretische Physik, Universität zu Köln

Phantom cosmologies have recently attracted much attention. The classical behavior of these models is by now fairly well understood. Here, a quantum cosmological treatment of phantom models will be presented. As phantom cosmologies, Friedmann-Robertson-Walker cosmologies filled with scalar field with reversed sign of the kinetic energy term will be used. The potential of the phantom field is chosen to be exponential. Apart from the pure phantom model, models with additional degrees of freedom, namely cosmological constant, dust and radiation, are analysed. The additional matter degrees of freedom are implemented via a conventional scalar field. I present solutions to the Wheeler-DeWitt equation and discuss their physical interpretation.

GR 404.2 Do 16:50 K

**Spin-Schaum-Modelle und Topologische Quantenfeldtheorie** — ●HENDRYK PFEIFFER — Max-Planck-Institut fuer Gravitationsphysik, Am Muehlenberg 1, 14476 Potsdam

Topologische Quantenfeldtheorien (TQFTs) sind Modelle, die die Eigenschaften einer Quantentheorie mit einer Symmetrie unter (Raumzeit-)Diffeomorphismen vereinigen. Das Spielzeugmodell von (2+1)-dimensionaler Quantengravitation mit positiver kosmologischer Konstante und Riemannscher statt Lorentzischer Metrik liefert die Turaev-Viro-Invariante von 3-Mannigfaltigkeiten und bildet das Paradebeispiel einer TQFT. Ich gebe einen Ueberblick ueber Zugaenge, dieses Resultat auf 3+1 Dimensionen zu verallgemeinern, und erlaeuere, warum es aus mathematischen Gruenden hochinteressante solche Modelle geben sollte, warum sie so schwer zu finden sind und welche Methoden noch entwickelt werden muessen, um diese Modelle zu konstruieren.

GR 404.3 Do 17:10 K

**Phase space reduction through horizon constraints** — ●DANIEL GRUMILLER — Institute for Theoretical Physics, University of Leipzig, Augustusplatz 10-11, D-04109 Leipzig

Requiring the presence of a horizon imposes constraints on the physical phase space. After a careful analysis of dilaton gravity in 2D with boundaries (including the Schwarzschild and Witten black holes as prominent examples), it is shown that the classical physical phase space is smaller as compared to the generic case if horizon constraints are imposed. Conversely, the number of gauge symmetries is larger for the horizon scenario. In agreement with a recent conjecture by 't Hooft, we thus find that physical degrees of freedom are converted into gauge degrees of freedom at a horizon.

GR 404.4 Do 17:30 K

**Quantizing Dilaton Gravity with Fermions** — ●RENÉ MEYER — Universität Leipzig, Institut für theoretische Physik, Vor dem Hospital-tore 1, 04103 Leipzig

Generalized Dilaton Theories (GDTs) in two dimensions arise in numerous contexts, e.g. from spherical reduction of Einstein-Hilbert gravity from higher dimensions, in the low energy effective limit in string theory or as toy models for black hole evaporation. They can be subsumed into one general action, matter can be added and supersymmetry can be imposed.

The purpose of the talk is to show that in non-supersymmetric GDTs coupled to fermions the path integration over the geometric fields can be carried out exactly. The result is a non-local effective action which already contains all the backreactions between matter and geometry. Perturbation theory in the fermion fields shows that already on tree level intermediary states corresponding to Virtual Black Holes exist.

GR 404.5 Do 17:50 K

**Space-time fluctuations and inertia** — ●ERTAN GÖKLÜ<sup>1</sup>, ABEL CAMACHO<sup>2</sup>, ALFREDO MACIAS<sup>2</sup>, and CLAUS LÄMMERZAH<sup>1</sup> — <sup>1</sup>ZARM - Universität Bremen, Am Fallturm, 28359 Bremen — <sup>2</sup>Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Mexico

The effects upon the Klein-Gordon field of nonconformal stochastic metric fluctuations are analyzed. We characterize the properties of the stochastic fluctuations by a spectral noise density which is parametrized in order to consider different types of noise. These fluctuations lead to an effective mass which is different from the 'bare' mass. We show that the energy-momentum tensor of the Klein-Gordon field adopts these stochastic fluctuations and that a particle, which is immersed in a region where the tensor is present, sustains decoherence.

GR 404.6 Do 18:10 K

**Differential structures and quantum gravity** — ●TORSTEN ASSELMAYER-MALUGA und HELGE ROSE — FhG FIRST, Kekulestr. 7, 12489 Berlin

As shown in gr-qc/0511089, the algebra of fermionic field operators is related to the infinite number of different differential structures on a topologically fixed 4-manifold. This algebra, also known as Temperley-Lieb algebra, can be geometrically constructed by using self-intersecting manifolds and linked curves. The description of differential structures via a special class of bundles, the so-called virtual flat bundles, and by the geometric structures on 3-manifolds leads to a dynamical theory. The relation to Loop quantum gravity is discussed.

GR 404.7 Do 18:30 K

**Von G zu G<sub>i</sub><sup>\*</sup>: Gravitation als elektromagnetische Quantenwirkung** — ●MANFRED BÖHM — Telphykas, Stuttgart

Die Betrachtung von G nicht als universell gültiger Konstanter, sondern als spezifischem, von der jeweiligen inertialen Geschwin-

digkeit abhängigem Gravitationskoeffizienten G<sub>i</sub><sup>\*</sup>, liefert ganz neue Erklärungen experimenteller physikalischer Ergebnisse und Zugang zu ergebnisreichen Forschungsfeldern mit wirtschaftlicher Nutzbarkeit von deren Ergebnissen.

Ausgehend von der Feinstrukturkonstanten  $\alpha$ , dem Klitzing-Koeffizienten  $A_k$  und dem Wellenwiderstand des Vakuums  $(\mu_0/\epsilon_0)^{1/2}$  wird die Struktur des Vakuums quantitativ analysiert. Dabei wird deutlich, wie elektromagnetische und gravitatorische Kräfte sich im Gleichgewicht erhalten. Auch die unterschiedlichen Ausbreitungsprozesse für Licht (Photonen) und Gravitation (Gravitonen) werden erörtert, wobei sich als Vorteil ergibt, elektromagnetische Größen mit Quanten zu verknüpfen.

Der beschriebene Ansatz wird auf bekannte experimentelle Ergebnisse angewendet. Dazu gehören neben anderen Kreisbahnen von Satelliten, transversaler Doppler-Effekt, Michelson-Interferometer-Experiment und auch 3°K-Hintergrundstrahlung. Der Beitrag schließt mit einem Ausblick auf die großen wissenschaftlichen, technologischen und auch wirtschaftlichen Chancen, die mit dem Ausbau des geschilderten neuen Ansatzes zum Verständnis der Gravitation verknüpft sind.

GR 404.8 Do 18:50 K

**Hidden symmetries in a dimensionally reduced theory of supergravity** — ●CHRISTIAN HILLMANN — MPI für Gravitationsphysik, Am Mühlberg 114476, Golm

In a Kaluza-Klein reduction of 11 dimensional supergravity to a  $d$ -dimensional supergravity, a hidden  $E_{11-d}$  symmetry could be proved for  $d > 1$ , involving for  $d = 2$  the infinite-dimensional affine Kac-Moody algebra  $E_9$ . I am working on the extension of this chain to  $d = 1$ , for which the hyperbolic Kac-Moody algebra  $E_{10}$  is proposed to be the relevant symmetry. That this symmetry could restore the original 11-dimensional space-time dependence was recently hinted at by Damour, Henneaux and Nicolai, which, if true, would have major implications on string and M-theory.

## GR 501 Plenarvortrag Kramer

Zeit: Freitag 08:30–09:15

Raum: A

**Was Einstein right? - Unique tests of GR with the Double Pulsar** — Beitragstext siehe Programmbereich Plenarvorträge.

## GR 502 Gravitationswellen

Zeit: Freitag 10:30–12:30

Raum: K

### Hauptvortrag

GR 502.1 Fr 10:30 K

**Numerical implementation of a fully-constrained formulation of Einstein equations** — ●JEROME NOVAK, SILVANO BONAZZOLA, ERIC GOURGOLHON, PHILIPPE GRANDCLEMENT, and LAP-MING LIN — Laboratoire de l'Univers et de ses Theories, CNRS / Observatoire de Paris, F-92195 Meudon, France

A maximally-constrained scheme for 3+1 numerical relativity is described using maximal slicing and spherical tensor components. Thanks to the additional introduction of a flat 3-metric on spatial hypersurfaces, corresponding to their asymptotic structure, it is possible to generalize the Dirac gauge to spherical coordinates. Thus, the Einstein equations can be written as a coupled system of five elliptic equations (including Hamiltonian and momentum constraints) and two scalar wave equations, which correspond to the dynamical degrees of freedom of the gravitational field. High-precision numerical models of rotating relativistic stars and evolution of 3D gravitational wave spacetime are presented as numerical examples. In particular, the accuracy of the resolution of the constraints equations is shown, as well as of those evolution equations which are not actually solved.

### Hauptvortrag

GR 502.2 Fr 11:10 K

**Post-Newtonian dynamics of binaries and its relevance to relativistic astrophysics** — ●ACHAMVEEDU GOPAKUMAR — Theoretisch-Physikalisches Institut, FSU, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena, Germany

The dynamics of compact binaries in post-Newtonian (PN) approximation is recently determined, both in near-zone orbital dynamics and in far-zone flux computations, to  $\{ \backslash \text{em third and half} \}$  PN order. I describe briefly importance and implications of these results for i) gravitational wave astronomy, realizable with Laser Interferometers and Square Kilometre Array, ii) timing of binary pulsars, iii) numerical relativity involv-

ing compact binaries, iv) N-body simulations to model globular clusters and supermassive black hole mergers and v) infra-red observations of stars orbiting our galactic center.

GR 502.3 Fr 11:50 K

**Computationally effective gravitational waveforms for compact binaries with arbitrary eccentricity** — ●MANUEL TESSMER and ACHAMVEEDU GOPAKUMAR — Friedrich - Schiller - Universität, Max-Wien-Platz 1, 07743 Jena

Compact binaries in highly eccentric orbits are possible sources of gravitational waves for Laser Interferometer Space Antenna (LISA). We present an algorithm to compute highly accurate and efficient gravitational wave polarizations associated with bound compact binaries of arbitrary eccentricity and mass ratio moving in slowly precessing orbits. We also present reasons for the superior nature of our approach.

GR 502.4 Fr 12:10 K

**Nachweis von Gravitationswellen: Bisherige Ergebnisse** — ●PETER AUFMUTH und DIE GEO600 KOLLABORATION — Albert-Einstein-Institut, Universität Hannover, Callinstr. 38, D-30167 Hannover

Seit Ende 2001 arbeiten die laserinterferometrischen Gravitationswellendetektoren in den USA (LIGO, zwei Detektoren mit 4 km langen Meßstrecken) und in Deutschland (GEO600, 600 m lange Meßstrecken) in der LIGO Scientific Collaboration (LSC) zusammen. Seitdem hat sich die Empfindlichkeit der Detektoren um mehr als das hundertfache verbessert, so daß die Anlagen die gewünschte Empfindlichkeit fast erreicht haben. Die Anlagen laufen mit großer Zuverlässigkeit. Ende 2005 wurde eine Meßphase gestartet, die mindestens ein Jahr dauern soll.

Der Vortrag berichtet über die Ergebnisse der bisherigen Meßphasen,

die jeweils einige Wochen gedauert haben. Dabei sind auch Messungen des japanischen Detektors TAMA300 (300 m lange Meßstrecken) berücksichtigt worden. Bisher konnten keine Gravitationswellen nachgewiesen werden, aber die erzielten Obergrenzen rücken immer mehr in den

astrophysikalisch relevanten Bereich.