

6. August 1999

Liebe Kollegen,

in dieser Mitteilung finden Sie Teilnehmerliste, Programm und Abstracts unserer Offenen Konferenz "Aktuelle Entwicklungen der Gravitationstheorie", die im Physikzentrum Bad Honnef vom 6. 9. bis zum 9. 9. 1999 stattfinden wird.

Das Physikzentrum befindet sich in der Hauptstraße 5 in Bad Honnef. Teilnehmer, die mit der Bahn anreisen, möchten wir darauf aufmerksam machen, dass der Bahnhof Rhöndorf näher am Physikzentrum liegt als der Bahnhof Bad Honnef. Detaillierte Hinweise zur Anreise und weitere Informationen über das Physikzentrum findet man unter <http://www.pbh.de>.

Wir gehen davon aus, dass die Teilnehmer am Sonntag, dem 5. 9., spätnachmittags oder abends anreisen und am Mittwoch, dem 9. 9., nachmittags abreisen. In diesem Fall beträgt die Tagungsgebühr 220.00 DM. Für eine begrenzte Zahl von Teilnehmern besteht auch die Möglichkeit, bis zum Donnerstagvormittag im Physikzentrum zu bleiben. In diesem Fall erhöht sich die Tagungsgebühr auf 275.00 DM. Wenn Sie von dieser Möglichkeit Gebrauch machen möchten, dann teilen Sie es uns bitte im Voraus mit. Die Tagungsgebühr kann bis zum 30. 8. 1999 überwiesen werden an

Physikzentrum Bad Honnef  
Konto-Nr. 224 2030 18  
Deutsche Bank Bad Honnef  
BLZ 380 700 59  
Stichwort : "Gravitation"

Sie kann auch bei Ankunft im Physikzentrum bar bezahlt werden. Wer den Weg der Banküberweisung wählt, sollte zweckmäßigerweise den Beleg zur Tagung mitbringen. Die Tagungsgebühr umfasst die Unterbringung im Physikzentrum mit Vollpension, nur Getränke sind extra zu bezahlen. Die jüngeren Teilnehmer werden in Doppelzimmern untergebracht sein.

Am Anreisetag (Sonntag) ist das Physikzentrum ab ca. 16.30 Uhr besetzt. An diesem Tag steht ab 18.30 Uhr das Abendessen (kalt) in der Bürgerstube im Keller des Physikzentrums bereit.

Da es noch einige Nachmeldungen gegeben hat, mussten wir für jeden Redner die Vortragsdauer auf 35 Minuten (plus 5 Minuten Diskussion) beschränken. Die Tagungssprache ist Deutsch, Vorträge können aber natürlich auch auf Englisch gehalten werden. Bitte bedenken Sie bei der Vorbereitung Ihres Vortrags, dass unter den Teilnehmern viele Diplomanden und Doktoranden sind. Ihr Vortrag sollte nicht nur für Personen verständlich sein, die auf demselben Spezialgebiet arbeiten wie Sie.

Wir freuen uns darauf, Sie bald in Bad Honnef begrüßen zu können und verbleiben mit herzlichen Grüßen

Claus Kiefer  
Volker Perlick  
Gerhard Schäfer

## Teilnehmerliste

Beig, Robert (U Wien)	beig@ap.univie.ac.at
Benger, Werner (MPI Golm)	werner@aei-potsdam.mpg.de
Brandes, Jürgen (Karlsbad)	Brandes@SBrandes.DE
Brügmann, Bernd (MPI Golm)	bruegmann@aei-potsdam.mpg.de
Chrobok, Thoralf (TU Berlin)	chrobok@physik.tu-berlin.de
Döring, Andreas (U Frankfurt/Main)	adoering@math.uni-frankfurt.de
Dzhunushaliev, Vladimir (U Potsdam)	dzhun@rz.uni-potsdam.de
Garecki, Janusz (U Szczecin)	garecki@wmf.univ.szczecin.pl
Grumiller, Daniel (TU Wien)	grumil@hep.itp.tuwien.ac.at
Hanauske, Matthias (U Frankfurt/Main)	hanauske@th.physik.uni-frankfurt.de
Hehl, Friedrich Wilhelm (U Köln)	hehl@thp.uni-koeln.de
Hirshfeld, Allen (U Dortmund)	hirsh@hall.physik.uni-dortmund.de
Hübner, Peter (MPI Golm)	pth@aei-potsdam.mpg.de
Ibrahim, Fathy (U Greifswald)	schimmin@mail.uni-greifswald.de
Jurke, Thomas (MPI Golm)	jurke@aei-potsdam.mpg.de
Kiefer, Claus (U Freiburg)	kiefer@physik.uni-freiburg.de
Lämmerzahl, Claus (U Konstanz)	claus@spock.physik.uni-konstanz.de
Lanfermann, Gerd (MPI Golm)	lanfer@aei-potsdam.mpg.de
Matschull, Hans-Jürgen (U Mainz)	matschul@zino.physik.uni-mainz.de
Nerger, Lars (MPI Golm)	lnerger@aei-potsdam.mpg.de
Perlick, Volker (TU Berlin)	vper0433@itp4.physik.tu-berlin.de
Petroff, David (U Jena)	petroff@tpi.uni-jena.de
Rainer, Martin (U Potsdam)	mrainer@rz.uni-potsdam.de
Röpke, Fritz (U Jena)	roepke@tpi.uni-jena.de
Schäfer, Gerhard (U Jena)	gos@tpi.uni-jena.de
Scherfner, Mike (TU Berlin)	mike0433@itp4.physik.tu-berlin.de
Schlicht, Sebastian (U Freiburg)	schlicht@asterix.physik.uni-freiburg.de
Schwarzweller, Thomas (U Dortmund)	thomas@doom.physik.uni-dortmund.de
Seifert, Hans-Jürgen (UBW Hamburg)	Hans-Juergen.Seifert@unibw-hamburg.de
Selleri, Franco (U Bari)	Franco.Selleri@ba.infn.it
Then, Holger (U Ulm)	holger.then@physik.uni-ulm.de
Thorwart, Joerg (Imperial College London)	j.thorwart@ic.ac.uk
Toussaint, Marc (U Köln)	mt@thp.uni-koeln.de
Unzicker, Alexander (U München)	sascha@imp.med.uni-muenchen.de
Zacek, Miroslav (U Prag)	zacek@mbox.troja.mff.cuni.cz

# Programm

## Montag

09.00–09.40	Bernd Brügmann (MPI Golm) Numerische Relativitätstheorie in 3+1 Dimensionen
09.40–10.20	Gerd Lanfermann (MPI Golm) Gravitationskollaps von Gravitationswellen
10.20–10.50	Pause
10.50–11.30	Lars Nерger (MPI Golm) Anfangsdaten für streifende Kollisionen Schwarzer Löcher: Numerische Untersuchung und Evolution
11.30–12.10	Peter Hübner (MPI Golm) Die numerische Berechnung von lokalen und globalen Eigenschaften 4-dimensionaler Raumzeiten mit Hilfe konformer Techniken
12.30	Mittagessen
14.40–15.20	Gerhard Schäfer (U Jena) The binary black-hole dynamics at the 3PNA in the orbital motion
15.20–16.00	Martin Rainer (U Potsdam) Space-time geometries, Lie algebras, and classifying spaces
16.00–16.30	Pause
16.30–17.10	Mike Scherfner (TU Berlin) Über die kosmische Rotation und weitere kinematische Invarianten
17.10–17.50	Thoralf Chrobok (TU Berlin) Beobachtungen in kosmologischen Modellen mit Rotation
17.50–18.30	Volker Perlick (TU Berlin) Zur Anisotropie der Kosmischen Hintergrundstrahlung
19.00	Abendessen
20.30–21.10	Werner Bengel (MPI Golm) Numerische Relativitätstheorie – der Film

## Dienstag

- 09.00–09.40 Claus Kiefer (U Freiburg)  
Decoherence of primordial fluctuations
- 09.40–10.20 Jörg Thorwart (Imperial College London)  
Quantum cosmology and the decoherent histories approach  
to quantum theory
- 10.20–10.50 Pause
- 10.50–11.30 Andreas Döring (U Frankfurt/Main)  
Quantenkonfigurationsraum und diffeomorphismeninvariante Maße
- 11.30–12.10 Matthias Hanauske (U Frankfurt/Main)  
Eigenschaften von rotierenden Neutronensternen  
in QCD-motivierten Modellen
- 12.30 Mittagessen
- 14.40–15.20 Miroslav Zacek (U Prag)  
Structure of the equatorial orbits in Weyl-spacetimes
- 15.20–16.00 Thomas Jurke (MPI Golm)  
Asymptotische Eigenschaften expandierender Universen
- 16.00–16.30 Pause
- 16.30–17.10 Friedrich Wilhelm Hehl (U Köln)  
On the physical interpretation of a possible nonmetricity of spacetime
- 17.10–17.50 Janusz Garecki (U Szczecin)  
Are there any reasons to introduce torsion into the geometrical  
model of the physical space–time?
- 17.50–18.30 Alexander Unzicker (U München)  
Einsteins Veröffentlichung zum Fernparallelismus 1930:  
Betrachtung mit Differentialformen
- 19.00 Abendessen
- 20.30–21.10 Claus Lämmerzahl (U Konstanz)  
On the experimental foundations of Maxwell's equations

## Mittwoch

09.00–09.40	Vladimir Dzhunulaiev (U Potsdam) 2+2 decomposable solutions of Weyl gravity
09.40–10.20	Hans-Jürgen Matschull (U Mainz) The creation of a rotating BTZ wormhole
10.20–10.50	Pause
10.50–11.30	Thomas Schwarzweller (U Dortmund) Poisson- $\sigma$ -Modelle
11.30–12.10	Daniel Grumiller (TU Wien) Hamiltonian approach to 2d first order gravity non-minimally coupled to matter
12.30	Mittagessen
14.00–14.40	Franco Selleri (U Bari) Rotating platforms and the definition of time in inertial systems
14.40–15.20	Jürgen Brandes (Karlsbad) Die lorentzianische Interpretation der Relativitätstheorie
15.20	Kaffee

# Abstracts

## Numerische Relativitätstheorie – der Film

Werner Bengel (MPI Golm)

Visualisierungen (Animationen) von Supercomputersimulationen, die im Juni 1999 auf Rechnern des NCSA (National Center for Supercomputing Applications in Champaign, IL) durchgeführt wurden. Themenbereiche dabei sind:

- (a) Streifende Kollision und Verschmelzung von Schwarzen Löchern und dabei entstehende Gravitationswellen
- (b) Brillwellen – Kollaps von Gravitationsenergie zu einem Schwarzen Loch
- (c) Binärsysteme von Neutronensternen
  - Frontalkollision und Entstehung eines Schwarzen Loches
  - Sich umkreisende und letztlich verschmelzende Neutronensterne
  - Newtonsche Simulation einer Neutronensternverschmelzung

Aus jedem der Themenbereiche können eine oder mehrere Videosequenzen gezeigt werden.

## Die lorentzianische Interpretation der Relativitätstheorie

Jürgen Brandes (Karlsbad)

Die lorentzianische Interpretation der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie setzt die Existenz eines absoluten Inertialsystems voraus, erklärt die Lorentzkontraktion und Zeitdilatation als reale physikalische Effekte, deren Ursache in der absoluten Bewegung liegt und wird von bekannten Wissenschaftlern (J. S. Bell, F. Selleri) vertreten sowie von ebenso bekannten Wissenschaftlern (R. U. Sexl, H. J. Treder) als widerspruchsfrei akzeptiert. Formeln und Experimente ändern sich gegenüber der Einsteinschen Interpretation nicht, deshalb ist diese Interpretation nicht von vornherein falsch. Die Mehrheit der Physiker lehnt sie jedoch ab und es nicht das Ziel dieses Vortrages, das zu ändern. Es soll aber gezeigt werden, dass es von Vorteil ist, diese Interpretation z. B. bei der Lösung der Ehrenfest-Paradoxie (2) anzuwenden, auch dann, wenn man diese Alternative nicht für richtig hält.

Diskussionspunkt ist die Frage: Stimmen Sie der These zu, dass sich rotierende dünne Scheiben auf Grund der Lorentzkontraktion wölben können (2) oder sehen Sie in einem solchen Experiment die Möglichkeit zwischen beiden Interpretationen zu unterscheiden? Ganz analog zu Straumann (1) bietet die lorentzianische Interpretation durch ihre Dreidimensionalität einen didaktischen Vorzug, in der allgemeinen Relativitätstheorie (schwarze Löcher) ergibt sich außerdem eine experimentell überprüfbare Abweichung, obwohl auch für die lorentzianische Interpretation die Schwarzschild-Metrik unverändert richtig ist und schwarze Löcher nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Sofern es die Zeit zulässt, soll auch darauf eingegangen werden.

(1) N. Straumann, The Membrane Model of Black Holes and Applications, S. 111 in: F.W. Hehl, C. Kiefer, R. J. K. Metzler, Black Holes: Theory and Observation, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1998

(2) F. Selleri et al., Die Einsteinsche und lorentzianische Interpretation der speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie, Karlsbad: VRI 1998

## **Numerische Relativitätstheorie in 3+1 Dimensionen**

Bernd Brügmann (MPI Golm)

Die vollständigen Einsteingleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie für z.B. Gravitationswellen, Schwarze Löcher und Neutronensterne können in gewissem Umfang numerisch behandelt werden. Ich gebe einen Einblick in aktuelle Methoden der numerischen Relativitätstheorie.

## **Beobachtungen in kosmologischen Modellen mit Rotation**

Thoralf Chrobok (TU Berlin)

Innerhalb der Näherung der geometrischen Optik und einer schwach variierenden Metrik werden Beobachtungsrelationen abgeleitet (Kristian-Sachs-Verfahren). Insbesondere wird auf die Notwendigkeit von Relationen zwischen Beobachtungsgrößen hingewiesen. Die Beobachtungsrelationen werden für allgemeine scherungsfreie Raumzeiten abgeleitet und hinsichtlich der Isotropie der Hubblefunktion und der Beobachtung einer kosmischen Rotation besprochen. Ein spezielles scherungsfreies Modell wird eingehender untersucht und die Auswirkungen der Kinematik auf die Beobachtung werden aufgezeigt. – Der Vortrag benötigt die von Mike Scherfner gegebene Information zur Kinematik von Geschwindigkeitsfeldern. Auf die zugrunde liegende Näherung der geometrischen Optik kann nicht eingegangen werden.

## **Quantenkonfigurationsraum und diffeomorphismeninvariante Maße**

Andreas Döring (U Frankfurt/Main)

Ausgehend von den Ashtekar-Variablen lässt sich ein Schema der kanonischen Quantisierung für die ART entwickeln. Dabei spielt  $A/G$ , der Raum der Zusammenhänge modulo Eichtransformationen, die Rolle des klassischen Konfigurationsraumes, als Konfigurationsvariablen dienen die Wilson-Loop-Funktionen. Stellt man deren Algebra durch Operatoren dar, so erhält man eine bestimmte kompakte Vervollständigung von  $A/G$  als Quantenkonfigurationsraum. Die Struktur dieses Raumes und die Konstruktion eines diffeomorphismeninvarianten Maßes darauf werden beleuchtet. Dabei werden einige bekannte Resultate genauer gefasst.

## **2+2 decomposable solutions of Weyl gravity**

Vladimir Dzhunulaiev (U Potsdam)

Coauthor: Hans-Jürgen Schmidt (U Potsdam)

1) The Bach equation, i.e., the vacuum field equation following from the Lagrangian  $L = C_{ijkl}C^{ijkl}$ , will be completely solved for the case that the metric is conformally related to the cartesian product of two 2-spaces; this covers the spherically and the plane symmetric space-times as special subcases. Contrary to other approaches, we make a covariant 2+2-decomposition of the field equation, and so we are able to apply results from 2-dimensional gravity. Finally, some cosmological solutions will be presented and discussed.

2) The spherically symmetric solutions in the Weyl gravity interacting with the gauge fields are examined. It is shown that these solutions are conformally equivalent to an infinite flux tube with the constant (color) electrical and/or magnetic fields. This allows us to say that the Weyl gravity has in some sense a classical confinement mechanism. We discuss a possible connection with flux tubes in quantum chromodynamic.

## Are there any reasons to introduce torsion into the geometrical model of the physical space–time?

Janusz Garecki (U Szczecin)

It is well known that General Relativity (**GR**) uses Lorentzian Manifold  $(M_4; g)$  as a geometrical model of the physical space–time.  $M_4$  means here a four–dimensional differentiable manifold endowed with Lorentzian metric  $g$ . The metric  $g$  satisfies Einstein equations (see eg. [1]). Since the 1970s many authors have tried to generalize this geometrical model of the physical space–time by introducing torsion (see eg. [2,3,4]) and even more general metric–affine geometry (see eg. [5]). In the lecture we present our actual point of view on status of torsion. At first, we emphasize that up to now we have no experimental evidence for the existence of torsion in nature. Contrary, the all experiments performed in weak gravitational field (Solar System) or in strong regime (double pulsars) and tests of the Einstein Equivalence Principle (**EIP**) confirm **GR** and Lorentzian manifold  $(M_4; g)$  as correct geometrical model of the physical space–time. Then, by use theoretical consideration we give more than ten geometrical, topological and physical arguments against introducing of torsion into geometrical model of the physical space–time. At last, we conclude that there are no reasons introducing of torsion and that the general–relativistic model of the physical space–time is the most satisfactory.

- [1] C. W. Misner, K. S. Thorne, J. A. Wheeler: "Gravitation", W. H. Freeman and Company, San Francisco, 1973.
- [2] A. Trautman: "On the Structure of the Einstein–Cartan Equations", *Istituto Nazionale di Alta Matematica, Symposia Mathematica*, **12** (1973), 139.
- [3] F. W. Hehl: *Gen. Relativ. Grav.*, **5** (1973), 333; *ibidem* **5** (1974), 491.
- [4] J. Garecki: *Gen. Relativ. Grav.*, **22** (1990), 111.
- [5] F. W. Hehl, J. D. McCrea, E. W. Mielke and Y. Ne'eman: *Found. Phys.*, **19** (1989), 1075.
- [6] C. M. Will: "The Confrontation Between General Relativity and Experiment: A 1998 Update", gr–qc/9811036.
- [7] G. Esposito–Farese: "Comparing Solar–System, Binary–Pulsar, and Gravitational–Wave Tests of Gravity", gr–qc/9903058.
- [8] T. Damour: "Experimental Tests of Relativistic Gravity", gr–qc/9904057.
- [9] M. A. Schweizer: "Gauge Theory and Gravitation", PhD, Zürich, 1980.
- [10] A. Trautman: "Differential Geometry for Physicists", Stony Brook Lectures, Bibliopolis, Napoli 1984.
- [11] J. A. Schouten: "Ricci–Calculus", Springer–Verlag, Berlin, 1954.
- [12] S. Kobayashi and K. Nomizu: "Foundations of Differential Geometry", Interscience Publishers, Vol. I (1963); Vol. II (1969).



## Hamiltonian approach to 2d first order gravity non-minimally coupled to matter

Daniel Grumiller (TU Wien)

After an introductory review of (generalized) first order gravity in two dimensions a phenomenologically relevant model is presented: Spherically reduced gravity non-minimally coupled (in  $d=2$ ) to a massless scalar field reproducing (at least classically) the spherically symmetric EMKG-model (in  $d=4$ ). A Hamiltonian analysis is performed and after a discussion of the secondary constraints' algebra the BRST-charge is constructed. After the presentation of the gauge fixing fermion for "temporal gauge" I briefly discuss the advantages and drawbacks of this particular gauge with respect to path integral quantization.

## Eigenschaften von rotierenden Neutronensternen in QCD-motivierten Modellen

Matthias Hanauske (U Frankfurt/Main)

Eigenschaften von Neutronensternen werden maßgeblich durch die starke und gravitative Wechselwirkung bestimmt. Der Ansatz der Metrik hängt von der Symmetrie des betrachteten Systems ab und wird in den dargestellten Rechnungen zu rotierenden Neutronensternen in der Hartley-Störungsmethode behandelt [1,2]. Da die Zustandsgleichung, die durch die Wechselwirkung der Hadronen bestimmt wird, stark von dem benutzten Modell abhängt, werde ich einige mehr oder weniger stark QCD-motivierte Modelle vorstellen und deren Auswirkungen auf observable Größen diskutieren [3,4]. Hyperonenfreiheitsgrade [5] und Phasenübergänge zu einem möglichen Quark-Gluon-Plasma [6] werden ebenfalls angesprochen.

- [1] F. Weber, *Pulsars as Astrophysical Laboratories for Nuclear and Particle Physics* (IoP, Bristol, 1999).
- [2] N. K. Glendenning, *Compact Stars* (Springer, New York, 1997).
- [3] P. Papazoglou *et al.*, Phys. Rev. C **57**, 2576 (1998).
- [4] S. Pal, M. Hanauske, I. Zakout, H. Stöcker and W. Greiner, Phys. Rev. C **60**, (1999).
- [5] J. Schaffner and I. Mishustin, Phys. Rev. C **43**, 1416 (1996).
- [6] N. K. Glendenning, S. Pei and F. Weber, Phys. Rev. Lett. **79**(9), 1603 (1997).

## On the physical interpretation of a possible nonmetricity of spacetime

Friedrich Wilhelm Hehl (U Köln)

Spacetime might become non-Riemannian above Planck energies in string theory or, in the very early universe, in the inflationary model. The simplest such geometry is metric-affine geometry, in which *nonmetricity* appears as a field strength, side by side with curvature and torsion. In matter, the shear and dilation currents couple to nonmetricity, and they are its sources. After reviewing the equations of motion and the Noether identities, we study two recent vacuum solutions of the metric-affine gauge theory of gravity. We then use the values of the nonmetricity in these solutions to study the motion of the appropriate test-matter. As a Regge-trajectory like hadronic excitation band, the test matter is endowed with shear degrees of freedom and described by a world spinor.

Literature: Y. Ne'eman & F. W. Hehl: Class. Quantum Grav. 14: (1997) A251.

## **Die numerische Berechnung von lokalen und globalen Eigenschaften 4-dimensionaler Raumzeiten mit Hilfe konformer Techniken**

Peter Hübner (MPI Golm)

Die globalen Eigenschaften von Raumzeiten sind in der Allgemeinen Relativitätstheorie von besonderem Interesse, da sie große Bedeutung für die Konsistenz der Theorie und die Interpretation von Beobachtungsdaten haben. An einem numerischen Programmcode, der ein Studium von globalen Eigenschaften erlaubt, besteht daher großes Interesse. Konforme Techniken erlauben es, das gesamte Abhängigkeitsgebiet einer unendlich ausgedehnten, raumartigen Anfangshyperfläche abzudecken und ermöglichen damit eine Berechnung globaler Eigenschaften.

In meinem Vortrag werde ich die Eigenschaften der konformen Feldgleichungen auflisten, welche für die Vorteile der konformen Methode verantwortlich sind. Aufgrund dieser Eigenschaften ist auch eine Behandlung der Gitterränder im Einklang mit den Einsteingleichungen sehr einfach. Dies gilt auch für Verfahren höherer Ordnung, deren höhere Genauigkeit vor allem in  $3 + 1$ -dimensionalen Rechnungen von großem Vorteil ist.

Mit dem in diesem Vortrag beschriebenen Programm kann die Zeitentwicklung einer Vielzahl verschiedener Raumzeitszenarien, einschließlich der Verschmelzung mehrerer schwarzer Löcher, berechnet werden. Die emittierte Gravitationsstrahlung kann durch Ablesen der Werte bestimmter Variablen an bestimmten Gitterpunkten bestimmt werden. Die physikalische Zeit, welche durch die numerische Integration abgedeckt werden kann, wird weder durch Gitterrandeffekte noch durch numerische Instabilitäten begrenzt. Reguläre zeitartige Unendlichs können zu einem Teil des Gitters gemacht werden.

Anfangsdaten für die konformen Feldgleichungen können durch Lösen der Yamabegleichung berechnet werden. Ich zeige, wie im Fall von toroidalen Nullunendlichs, dem einfachsten Fall, vorgegangen wird, und diskutiere die Veränderungen der Raumzeiteigenschaften mit zunehmender Stärke der Daten.

## **Asymptotische Eigenschaften expandierender Universen**

Thomas Jurke (MPI Golm)

Eine der noch ausstehenden Fragen der klassischen allgemeinen Relativitätstheorie ist die nach dem asymptotischen Verhalten generischer Lösungen der Einsteinschen Feldgleichungen. Diesbezügliche Probleme stellen sich sowohl auf das Verhalten für asymptotisch kleine als auch für asymptotisch große Zeiten.

Ziel des Vortrages soll es sein, nach einer Einführung in die Thematik und einem kurzen Abriß der Ideen, die in den vergangenen Jahrzehnten dazu geäußert wurden, diese Fragen an einem konkreten Modell mit zweidimensionaler räumlicher Homogenität zu demonstrieren.

## **Decoherence of primordial fluctuations**

Claus Kiefer (U Freiburg)

In the inflationary scenario of the early Universe, the origin of large-scale structure can be traced back to vacuum quantum fluctuations of a scalar field and the metric. I show how these primordial fluctuations become classical entities which leave their imprint as anisotropies in the cosmic background radiation. I also discuss their entropy which arises from quantum entanglement.

## **On the experimental foundations of Maxwell's equations**

Claus Lämmerzahl (U Konstanz)

In order to be able to present a thorough experimental foundation of the Maxwell equations one first needs a constructive way to derive these equations. This is the first step of our considerations. It follows a discussion of already performed and proposed tests and observations which support the various assumptions needed for the derivation of the Maxwell equations. In addition, the connection to the Equivalence Principle is discussed.

## **Gravitationskollaps von Gravitationswellen**

Gerd Lanfermann (MPI Golm)

Numerische Relativistik ermöglicht die Behandlung von drei-dimensionalen, stark nicht-linearen Gravitationswellen. Wir haben die numerische "3+1"-Evolution von zeit-symmetrischen, achsensymmetrischen und nicht achsensymmetrischen Brillwellen-Anfangsdaten untersucht. In dieser Gruppe von Anfangsdaten befanden sich auch Konfigurationen mit einer so starken Amplitude, dass es zum Kollaps unter der Eigengravitation der Welle kommt. Untersucht wurden insbesondere die kritische Amplitude, bei der es im Laufe der Evolution zu einem Kollaps der Welle kommt und Wellenformen, die von dem durch Kollaps entstandenen schwarzen Loch ausgehen.

## **The creation of a rotating BTZ wormhole**

Hans-Jürgen Matschull (U Mainz)

We have considered the motion of two massless point particles coupled to gravity in  $2 + 1$  dimensions, with a negative cosmological constant. Under certain initial conditions, they collapse into a BTZ like black hole, pass through a timelike wormhole, and fall out of a white hole into another region of the universe. The total spacetime can be constructed by cutting and gluing together pieces of anti-de Sitter space. It is the anti-de Sitter analogue of the flat Gott universe, in which closed timelike curves arise due to the presence of two point particles.

S Holst and H-J Matschull:

The anti-de Sitter Gott universe: a rotating BTZ wormhole, gr-qc/9905030.

## **Anfangsdaten für streifende Kollisionen Schwarzer Löcher: Numerische Untersuchung und Evolution**

Lars Nerges (MPI Golm)

Der Vortrag berichtet über die Charakterisierung von Anfangsdaten mit denen sich eine raumartige Hyperfläche darstellen lässt, die aus mehreren Schwarzen Löchern gebildet wird und als Anfangsdaten einer numerischen Zeitentwicklung zur Verfügung steht. Den Schwarzen Löchern kann jeweils eine Masse, ein linearer Impuls sowie ein Drehimpuls zugewiesen werden. Hiermit können Hyperflächen ohne Symmetrien erreicht werden. Die Charakterisierung schließt auch die numerische Ermittlung von Scheinbaren Horizonten ein. Letztendlich stellt der Vortrag Ergebnisse von numerischen Evolutionen dieser Hyperflächen dar.

## **Zur Anisotropie der Kosmischen Hintergrundstrahlung**

Volker Perlick (TU Berlin)

Koautor: Wolfgang Hasse (TU Berlin)

Die kosmische Hintergrundstrahlung lässt sich in sehr guter Näherung als stoßfreies Photongas im Rahmen der Kinetischen Theorie beschreiben. Abweichungen von der Isotropie machen sich dann als höhere Multipolmomente in der Photonen-Verteilungsfunktion bemerkbar. In diesem Vortrag werden einige Methoden diskutiert, wie man mit Hilfe der beobachteten Schranken dieser höheren Multipolmomente Informationen über Scherung, Expansion und Beschleunigung des ausgezeichneten kosmologischen Beobachterfeldes (d.h., des Ruhesystems der Hintergrundstrahlung) gewinnen kann.

## **Space-time geometries, Lie algebras, and classifying spaces**

Martin Rainer (U Potsdam)

The classification of local homogeneous Riemannian 3-geometries in terms of scalar geometric invariants has been completed recently (see gr-qc/9607067).

Given the principal anisotropies, the invariants can be calculated directly from a certain normal form of the Lie-algebra. The topologically Euclidean classifying space of local homogeneous 3-geometries projects to a nonseparating topological  $T_0$ -space of corresponding 3-dimensional real Lie-algebras (see gr-qc/9602059). The analogous classification of Lorentzian geometries is still an open problem with some progress recently.

The complete parametrization of local 3-geometries within a definite class like the homogeneous one is of particular relevance for a systematic approach to their canonical quantization. The spatially homogeneous class is of primary importance for quantum cosmology.

Presently also the structure of the  $T_0$ -space of 4-dimensional real Lie algebras is already known (see alg-geom/9508006). In this context it is possible to obtain rigidity theorems for inhomogeneous space-times admitting locally the transitive action of a 4-dimensional Lie group.

## **The binary black-hole dynamics at the 3PNA in the orbital motion**

Gerhard Schäfer (Jena)

Coauthor: Piotr Jaranowski (U Białystok)

The paper treats the conservative orbital dynamics of binary black-hole systems up to the third post-Newtonian approximation (3PNA) of the Einstein theory applying the ADM formalism. It is shown that from the 3PNA level on the two black holes cannot be treated any further as being point-like. Ambiguities which result from point-mass models are presented. The Brill-Lindquist and Misner-Lindquist solutions of the time-symmetric initial value problem will play clarifying rôles. The time-asymmetric initial data of Bowen and York are discussed in view of a remaining free parameter in the 3PNA dynamics.

PJ and GS: Third post-Newtonian higher order ADM Hamilton dynamics for two-body point-mass systems, Phys. Rev. D 57 (1998) 7274; Nonuniqueness of the third post-Newtonian binary point-mass dynamics, Phys. Rev. D 57 (1998) R5948; The binary black-hole problem at the third post-Newtonian approximation in the orbital motion: Static part (gr-qc/9906092); On bare masses in time-symmetric initial-value solutions for two black holes (gr-qc/9907025).

## Über die kosmische Rotation und weitere kinematische Invarianten

Mike Scherfner (TU Berlin)

Der Beginn der ernsthaften Untersuchungen zur kosmischen Rotation ist in das Jahr 1949 zu legen, in welchem Kurt Gödel ein Modell vorstellte, welches eine von Null verschiedene Rotation aufweist. Die seit dieser Zeit durchgeführten Betrachtungen zeigten jedoch, daß eine alleinige Untersuchung der Rotation keinen Sinn macht, da mit den vorgeschlagenen Modellen weitere kinematische Invarianten verknüpft sind und unter Umständen Kausalitätsverletzungen auftreten. – In diesem Beitrag soll kurz der Entwicklungsweg bis zu den aktuellen Ergebnissen der Theorie aufgezeigt werden, wobei auch auf die Bedeutung der sogenannten “shearfree fluid conjecture” eingegangen werden soll, welche für scherungsfreie Modelle Aussagen über kinematische Invarianten (und Materiemodelle) in gewissem Umfang zulässt. Speziell soll im Anschluß auf scherungsfreie Modelle ohne Beschleunigung eingegangen werden, welche sich mathematisch gut behandeln lassen. Zum Abschluß wird die Hubblefunktion vorgestellt, die eine Verallgemeinerung der Hubblekonstanten darstellt. Ferner wird ein Ansatz aufgezeigt, wie diese (beim Vorliegen eines speziellen Beobachterfeldes) verwendet werden kann, um Modelle an eine eventuell zu beobachtende Hubble-Anisotropie anzupassen. – Der Vortrag liefert auch grundlegende Informationen, welche zum Verständnis des Vortrages von Thoralf Chrobok nötig sind, der speziell auf den Zusammenhang zur Beobachtung eingeht.

## Poisson- $\sigma$ -Modelle

Thomas Schwarzweller (U Dortmund)

Das Poisson- $\sigma$ -Modell ordnet jeder Poisson-Struktur auf einer endlich-dimensionalen Mannigfaltigkeit eine zwei-dimensionale Feldtheorie zu. Die Wahl verschiedener Poisson-Strukturen führt zu unterschiedlichen Modellen, die die meisten topologischen und semi-topologischen Feldtheorien von Interesse beinhalten. Unter anderem gelangt man zu nicht-abelschen Eichtheorien. Betrachtet man nichtlineare Poisson-Strukturen, so erhält man auch eine zwei-dimensionale Gravitationstheorie. – Ich werde explizit zeigen, wie sich aus der Wirkung des Poisson- $\sigma$ -Modells die Wirkung der  $R^2$ -Gravitation mit kosmologischer Konstante ergibt. Weiterhin werde ich die Quantisierung mit Hilfe des Pfadintegrals für das allgemeine Poisson- $\sigma$ -Modell durchführen und auf eine bekannte Darstellung für die 2d Yang-Mills reduzieren.

## Rotating platforms and the definition of time in inertial systems

Franco Selleri (U Bari)

An isotropic inertial reference frame (stationary) is assumed to exist and in it a uniformly rotating circular disk of radius  $R$ . The velocity of light relative to the rim of the disk is shown under very general assumptions not to be isotropical. This velocity of light remains the same if  $R$  is increased but the peripheral velocity of the disk is kept constant. Since by so doing any small part of the circumference for a short time can be considered better and better at rest in a moving inertial system, there is a discontinuity between accelerated reference frames with arbitrarily small acceleration and inertial frames, if the velocity of light is assumed to be  $c$  in the latter. Elimination of the discontinuity is shown to imply for moving inertial systems a non-isotropical velocity of light. The transformations of time between inertial systems must then preserve the relativistic retardation of moving clocks but must be based on absolute simultaneity.

## **Quantum cosmology and the decoherent histories approach to quantum theory**

Jörg Thorwart (Imperial College London)

In der Quantenkosmologie lautet eine wesentliche Frage: Wie kommt es zum Auftreten einer klassisch erscheinenden Raumzeit, wenn es in der zugrunde liegenden Quantengravitation den Begriff der Raumzeit und insbesondere der Zeit selbst nicht gibt? In den letzten Jahren ist durch Anwendung einer Born-Oppenheimer-ähnlichen Approximation und durch Dekohärenzbetrachtungen für die semiklassische Gravitation eine Herleitung möglich gewesen, wobei noch einige Fragen offen bleiben. Um diese zu klären, soll nun der "decoherent histories" Zugang zur Quantentheorie bei diesem Problem angewendet werden. Dieser zeichnet sich gerade dadurch aus, dass er untersucht, unter welchen Umständen "Geschichten" von Quanteneigenschaften abgeschlossener Systeme (wie das Universum) klassischen Wahrscheinlichkeitsregeln gehorchen, und somit präzisiert, wann ein Quantensystem klassische Eigenschaften zeigt.

## **Einsteins Veröffentlichung zum Fernparallelismus 1930: Betrachtung mit Differentialformen**

Alexander Unzicker (U München)

Einsteins Veröffentlichung in den Annalen der Mathematik 102 (1930), S. 685-697, die eine Zusammenfassung der Fernparallelismus-Diskussion mit E. Cartan darstellt, ist unter anderem für die Entwicklung der Differentialgeometrie historisch bedeutsam. Es wird untersucht, inwieweit sich die von Einstein betrachteten Größen und Identitäten von der veralteten Tensorschreibweise in die einsichtigere Notation der Differentialformen übertragen lassen. Demnach werden z.B. die Konnexion und der Riemannsche Krümmungstensor zu tensorwertigen 1- bzw. 2-formen, während die von Cartan eingeführte Torsion eine vektorwertige 2-form darstellt. Es zeigt sich, dass unter diesem Gesichtspunkt eine vorgeschlagene Feldgleichung sehr ungewöhnlich ist. Andererseits tauchen in Einsteins Ansatz erstmals einige Größen auf, die aktuell diskutiert werden, so z.B. die axiale Torsion. Diese lassen sich hervorragend veranschaulichen, indem man den gut 20 Jahre später entdeckten Zusammenhang der Torsion mit topologischen Defekten in Festkörpern benutzt. Dadurch ergeben sich interessante Interpretationen der von Einstein im Kapitel 'erste Näherung' vorgeschlagenen Größen.

## **Structure of the equatorial orbits in Weyl-spacetimes**

Miroslav Zacek (U Prag)

We investigate circular equatorial orbits in a particular static axisymmetric spacetime which is interesting astrophysically: it represents a Schwarzschild black hole surrounded by a gravitating equatorial thin disc made of counterrotating dust particles in circular motion. The conditions that this motion be possible and stable within the whole disc constrain the disc mass and its inner radius. The disc is chosen to be the so-called inverted Morgan–Morgan disc, but some features can be expected in other discs too.