

## Potsdam

Institut für Mathematik der Universität Potsdam  
und Institut für Theoretische Physik  
der Freien Universität Berlin  
Projektgruppe Kosmologie

Am Neuen Palais 10, Haus 2, 14469 Potsdam,  
Tel.: (0331) 9 77 13 47, Telefax: (0331) 9 77 14 69  
E-Mail: [hjschmi@rz.uni-potsdam.de](mailto:hjschmi@rz.uni-potsdam.de)  
<http://www.math.uni-potsdam.de/grg>  
<http://www.physik.fu-berlin.de/~hjschmi>

### 0 Allgemeines

Mit Auslaufen des WIP-Programmes am 31.12.1996 wurde der ehemals an die Universität Potsdam angegliederte Projekt-Verbund „Astronomie“ zum 1.1.1997 in das Institut für Astronomie (Finanzierung durch HSP-III- und Drittmittel) überführt. Ein Teil der Wissenschaftler ist in der Kosmologiegruppe tätig, die 1997 und 1998 ihren Sitz ausschließlich in der Universität Potsdam hatte. 1999 kam es auf dem Gebiet der Kosmologie zu einer Zusammenarbeit zwischen der FU Berlin und der Universität Potsdam.

### 1 Personal und Ausstattung

Jeannine Bonatz, Dr. Vladimir Dzhunushaliev (A.-v.-Humboldt-Stipendiat ab 1.5.99), Dr. habil. Claudia-Veronika Meister (ehrenamtl. Mitarbeiter, stellv. Sprecher), Dr. Volker Perlick, Dipl.-Päd. Renate Schmidt, Privatdozent Hans-Jürgen Schmidt (Leiter der Kosmologiegruppe, Sprecher, DFG\*/HSP III, ab 1.5.99)

\* Projektleiter: Prof. Hagen Kleinert (FU Berlin)

### 2 Lehrtätigkeit und Gremientätigkeit

#### 2.1 Lehrtätigkeit

H.-J. Schmidt: Early Universe Cosmology, SS 99, Universität Salerno (Blockveranstaltung).

M. Klein, H.-J. Schmidt, B.-W. Schulze, H. Friedrich, B. Schmidt, V. Dzhunushaliev: Partielle Differentialgleichungen und Gravitationsphysik, gemeinsames Seminar mit MPI für Gravitationsphysik, SS 99 und WS 99/00.

## 2.2 Gremientätigkeit

J. Bonatz: Secretary of General Relativity and Gravitation (GRG), Plenum Press New York.

H.-J. Schmidt: Editor of General Relativity and Gravitation, 1999: 2024 Seiten.

R. Schmidt: Editorial Office GRG.

V. Perlick: Book review editor of GRG.

## 3 Wissenschaftliche Arbeiten

### 3.1 Differentialgeometrische Eigenschaften von feldtheoretischen Modellen der Kosmologie

(DFG-Projekt KL 256/31-2/)

Kosmologische Modelle wurden detailliert und mit mathematischer Strenge untersucht. Insbesondere wurde betrachtet, welche Voraussetzungen an das Modell mit welchen physikalischen Vorstellungen vereinbar sind und welche Beobachtungstatsachen diese Modelle unterstützen oder ausschließen. Als wichtige Hilfsmittel dazu wurden folgende Theoreme weiterentwickelt:

– Das kosmische „No Hair“-Theorem, das Aussagen dazu macht, unter welchen Bedingungen eine inflationäre Phase der kosmischen Entwicklung eine typische Lösung darstellt. Hier wurden moderne Gesichtspunkte der nichtlinearen Dynamik, der sogenannten „Chaostheorie“, berücksichtigt. Es wurden Bedingungen aufgestellt, die eine Aussage darüber machen, wann die Lösung ein Attraktor bzw. ein transienter Attraktor ist. Als transienten Attraktor bezeichnet man eine Attraktorlösung, die nach endlicher Zeit wieder verlassen wird; sie spielt bei der Lösung des „graceful exit“-Problems eine wichtige Rolle.

– Das Singularitätentheorem, das die Existenz von Krümmungssingularitäten klärt, und damit die Anwendbarkeitsgrenzen der Feldtheorie schon in der Theorie selbst aufzeigt. An den Voraussetzungen des Singularitätentheorems wird deutlich, beginnend mit welchen Bereichen die Quantenstruktur der Raum-Zeit berücksichtigt werden muß.

– Das Bicknell-Theorem, das die Konformäquivalenz zwischen ursprünglich völlig verschiedenen Feldtheorien nachweist. Das Hauptanwendungsgebiet dieses Theorems ist die Konformäquivalenz zwischen der Einsteinschen Theorie mit Skalarfeld einerseits und der Vakuum- $f(R)$ -Theorie andererseits. Damit werden zwei Felder zweiter Ordnung zu einem Feld vierter Ordnung äquivalent.

– Die topologische Struktur der Lösungsräume wurde systematisch untersucht, z.B. um aufzuzeigen, daß jedes räumlich flache kosmologische Modell als stetiger Grenzwert einer Folge geschlossener Modelle dargestellt werden kann. Dies hat zur Konsequenz, daß jede Menge von Beobachtungstatsachen, die in ihrer Gesamtheit im Rahmen der Meßgenauigkeit mit einem bestimmten räumlich ebenen Friedmann-Modell vereinbar sind, auch genauso gut mit einem gewissen geschlossenen Friedmann-Modell vereinbar sein können.

– Da es in vielen dieser Modelle um die Lösung von Differentialgleichungen in der Nähe singulärer Punkte geht, ist stets auch auf das Auffinden von Lösungen in geschlossener Form Wert gelegt worden, um etwaige numerische Scheinlösungen ausschließen zu können.

– Aussagen zur Dimensionsreduzierung von Modellen mit Symmetrien wurden systematisch hergeleitet und ausgenutzt.

– Die Diskussionen um mögliche Signaturänderungen der Metrik einerseits und die Dimensionsreduzierung von höherdimensionalen Modellen andererseits wurden bislang unabhängig voneinander diskutiert. Hier wurde ein Modell vorgestellt, in dem die in der 4-dimensionalen Projektion auftretende Singularität der Metrik an der Signaturänderungs-Hyperfläche aus einer regulären höherdimensionalen Metrik entstehen kann. Die Grundidee dabei ist, daß eine mit einem Horizont verbundene Koordinatensingularität des 5-dimensionalen

Raumes zu einer Signaturänderung in der effektiven physikalischen 4-dimensionalen Metrik führt (Bachmann (FU Berlin), Capozziello (Univ. Salerno), Dzhunushaliev, G. Lambiase (Univ. Salerno), Schmidt).

### 3.2 Nichtstationäre und turbulente Prozesse im Ionosphärenplasma (DFG-Projekt 436 RUS 113/458/ 0 S)

Eine Konsequenz von Plasmaturbulenz in ionosphärischen  $E$ -Schichten ist der nächtliche  $E_s$ -Spread, d.h. Verschmierungen von Spuren sporadischer  $E$ -Schichten auf den Ionogrammen von vertikalen Radarstationen. Untersuchungen von Ionogrammen der Radarstation Dushanbe, die von 1985 bis 1990 aufgenommen wurden, ergaben, daß die Intensität des  $E_s$ -Spread vor allem von der Sonnenaktivität abhängt. Während Maxima des solaren Aktivitätszyklus tritt  $E_s$ -Spread seltener und bei geringeren  $f_b E_s$ -Frequenzen auf. Das Verhältnis der Anzahl von  $E_s$ -Spread zur Anzahl der beobachteten sporadischen Schichten nimmt im Winter zu.  $E_s$ -Spread-Erscheinungen sind kontinuierlich nur einige Minuten lang registrierbar. Obwohl bisher  $E_s$ -Spread mit meteorologischen Erscheinungen, anthropogenen Einflüssen und Erdbebenvorboten in Zusammenhang gebracht wird, konnte kein genereller Zusammenhang mit Erdbebenvorboten 1-3 Tage vor dem Beben festgestellt werden. Während einiger Erdbeben war eine Zunahme von  $E_s$ -Spread zu verzeichnen (Silina, Liperovskaya, Liperovsky (UIPE Moskau); Meister).

Für die statistische Untersuchung ionosphärischer Vorboten von Erdbeben werden gewöhnlich Messungen ausgewertet, die aller 15 Minuten durchgeführt werden. Daten, die aller Stunden registriert werden, betrachtet man als irrelevant. Das Welt-Datenzentrum kann aber hauptsächlich nur letztgenannte Messungen (dafür im großen Umfang) für Auswertungen zur Verfügung stellen. Deshalb wurden buchtförmige Störungen der charakteristischen Frequenz  $f_o F2$  ausgewertet, die mit drei vertikalen Radarstationen einige Dezennien lang aller Stunden registriert wurden. Weiterhin wurden vier Jahre lang fast kontinuierlich durchgeführte Messungen der  $f_b E_s$ -Frequenz einer Radarstation analysiert. Damit konnten ca. 100 Erdbeben der Größe  $M > 5$  untersucht werden. Es zeigte sich, daß die Anzahl der buchtförmigen Störungen mit Skalen von 2-3 Std. etwa 1-2 Tage vor Erdbeben um einen Faktor 1,5-2 zunimmt. Hingegen fällt die Anzahl der Störungen mit Skalen von 0,5-1,5 Std. etwas ab. Die räumlichen Skalen der Erdbebenvorboten waren von der Größenordnung 500-1000 km. Die Forschungsergebnisse scheinen für die Praxis von Interesse zu sein (Popov, Liperovsky, Liperovskaya (UIPE Moskau); Meister; Biagi (Univ. Bari)).

## 4 Auswärtige Tätigkeiten

### 4.1 Nationale und internationale Tagungen

Seminar „Aktuelle Entwicklungen in der Gravitationstheorie“, Bad Honnef, 6.–8.9.99 (Dzhunushaliev, V)

„Journées Relativistes“, Weimar 13.–17.9.99 (Schmidt, P)

„Constrained dynamics and Quantum Gravity III“, Villasimius (Sardinien, Italien), 13.–17.9.99 (Dzhunushaliev, V)

### 4.2 Vorträge und Gastaufenthalte

Univ. Düsseldorf, Math. Institut, 15.1.99 (H.-J. Schmidt, V)

Univ. Salerno und Univ. Neapel (V) / Italien, 12.–27.04.99 (H.-J. Schmidt)

## 5 Veröffentlichungen

### 5.1 In Zeitschriften und Büchern

#### *Erschienen:*

- Dzhunushaliev, V., Schmidt, H.-J.: 4D wormhole with signature change in the presence of extra dimensions. gr-qc/9908076; Grav. Cosmol. **5** (1999), 187
- Dzhunushaliev, V., Singleton, D.: Einstein-Cartan-Heisenberg theory of gravity with dynamical torsion. Phys. Lett. **A 257** (1999), 7
- Dzhunushaliev, V., Singleton, D.: Quantization of spherically symmetric solution of SU(3) Yang-Mills theory. Int. J. Theor. Phys. **38** (1999), 2175–2184
- Liperovsky, V.A., Popov, K.V., Pochotelov, O.A., Meister, C.-V., Liperovskaya, E.V., Alimov, O.A.: Ionospheric  $f_b E_s$  frequency variations with time in a seismically active region. Phys. Solid Earth **35**(12) (1999), 1043–1048
- Schmidt, H.-J.: The classical solutions of two-dimensional gravity. gr-qc/9905051; Gen. Rel. Grav. **31** (1999), 1187–1210

#### *Eingereicht, im Druck:*

- Bachmann, M., Schmidt, H.-J.: Period-doubling bifurcation in strongly anisotropic Bianchi I quantum cosmology. gr-qc/9912068, eingereicht
- Capozziello, S., Lambiase, G., Schmidt, H.-J.: Nonminimal Derivative Couplings and Inflation in Generalized Theories of Gravity. gr-qc/9906051; Ann. Phys., im Druck
- Dzhunushaliev, V., Schmidt, H.-J.: New vacuum solutions of conformal Weyl gravity. gr-qc/9908049, J. Math. Phys., im Druck
- Dzhunushaliev, V., Schmidt, H.-J.: Flux tubes in Weyl gravity. gr-qc/9908074, Phys. Lett. **A**, im Druck
- Dzhunushaliev, V., Schmidt, H.-J.: Wormholes and flux tubes in 7D gravity with SU(2) gauge group as the extra dimensions. gr-qc/9911080, Phys. Rev. **D**, im Druck
- Schmidt, H.-J.: 3 Beiträge zum „Lexikon der Mathematik“. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg: Allgemeine Relativitätstheorie, Eichfeldtheorie, Elektrodynamik. Im Druck
- Schmidt, H.-J.: Topologische Aspekte in der Kosmologie. Beitrag zum Buch: „Mathematik – Interdisziplinär“. Shaker-Verlag Aachen, im Druck
- Schmidt, H.-J.: A new conformal duality of spherically symmetric space-times. gr-qc/9905103, eingereicht

### 5.2 Konferenzbeiträge

#### *Erschienen:*

- Dzhunushaliev, V., Schmidt, H.-J.: 2+2-decomposable solutions of Weyl gravity. In: Aktuelle Entwicklungen in der Gravitationstheorie. Seminar, Bad Honnef, 6.–8.9.99, Abstracts, p. 7
- Schmidt, H.-J.: On a new conformal duality of spherically symmetric space-times. In: Journées Relativistes 99, Weimar, 13.–17.9.99, Abstracts, p. 58
- Silina, A.S., Liperovskaya, E.V., Liperovsky, V.A., Meister, C.-V.: Spread of sporadic layer traces on ionogrammes – a characteristic of mid-latitudinal turbulization. In: Jahrestagung der AG Extraterrestrische Forschung, Gießen, 15.–17.3.99, Abstracts, p. 18

H.-J. Schmidt