

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)9771347, Telefax: (0331)9771469
E-Mail: 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 01. 01. 1997 in das Institut für Astronomie (Finanzierung durch HSP-III- und Drittmittel) überführt. Ein Teil der Wissenschaftler ist in der Kosmologiegruppe des Institutes für Mathematik der Universität Potsdam und am Institut für Theoretische Physik der Freien Universität Berlin tätig.

1 Personal

J. Bonatz, Dr. A. Chervyakov, (HSP III und DFG* 1.1.–31.12.), Dr. V. Dzhunushaliev (A.-v.-Humboldt-Stipendiat bis 30.7.00), Prof. Z. Haba (22.9.–21.12. HSP III), Dr. sc. Uwe Kasper (HSP III), Dr. habil. C.-V. Meister (ehrenamtl. Mitarbeiter, stellv. Sprecher), Dr. V. Perlick, PD H.-J. Schmidt (Leiter der Kosmologiegruppe, Sprecher, DFG* bis 30.4.00, HSP III ab 01.06.00), Dipl.-Päd. R. Schmidt.

* Projektleiter: Prof. H. Kleinert

2 Lehrtätigkeit und Gremientätigkeit

2.1 Lehrtätigkeit

Universität Potsdam

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

H.-J. Schmidt, Mitglied mehrerer Promotionskommissionen, laufend

Freie Universität Berlin

H.-J. Schmidt: Übungen, Physik II, SS 00

H.-J. Schmidt: Übungen, Mechanik, WS 00/01

Universität Salerno

H.-J. Schmidt: Early Universe Cosmology (Blockveranstaltung, Vorlesung), WS 00/01

2.2 Gremientätigkeit

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

H.-J. Schmidt: Herausgeber, GRG, 2000: 2300 Seiten.

H.-J. Schmidt: Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Zentralblatt MATH, Springerverlag Berlin.

R. Schmidt, Mitarbeiter, Editorial Office GRG.

V. Perlick: Book Review Editor GRG.

3 Gäste

O. Zaslavski, Charkov/Ukraine 27.4. (Vortrag)

V. Gurovich, Bishkek/Kirgistan 11.–26.5. (Vortrag)

V. Pervushin, Dubna/Russland, 17.5. (Vortrag)

S. Chervon, Uljanovsk/Russland, 26.5. (Vortrag)

M. Gorbatenko und A. Pushkin, Sarov/Russland, 5.–10.12.

4 Wissenschaftliche Arbeiten

4.1 Differentialgeometrische Eigenschaften von feldtheoretischen Modellen der Kosmologie

(DFG-Projekt KL 256/31-2 und HSP III-Projekt „Kosmologie“ Potsdam)

4.1.1 Pfadintegrale für die Quantenmechanik in gekrümmten Räumen

Eine störungstheoretische Definition der Pfadintegrale für die Quantenmechanik in gekrümmten Räumen wurde gefunden. Im Vergleich zu bisherigen Versuchen anderer Gruppen [J. de Boer, B. Peeters, K. Skenderis and P. van Nieuwenhuizen, Nucl. Phys. B 446, 211 (1995); B 459, 631 (1996); F. Bastianelli, K. Schalm, P. van Nieuwenhuizen, Phys. Rev. D 58, (1998) 44002.] weist diese Definition keine Abhängigkeit von den benutzten Koordinaten auf.

Dabei wurde zunächst die Methode der dimensional Regularisierung verwendet, sodann wurde eine einfachere Methode entwickelt, um die Feynman-Integrale eindeutig festzulegen. Letztendlich wurde die Distributionstheorie weiterentwickelt, die es erlaubt, Integrale von Produkten von Distributionen eindeutig so zu definieren, daß die Koordinaten-Invarianz sichergestellt ist. Damit ist ein wichtiges und seit langem offenes Problem befriedigend gelöst und eine neue mathematische Struktur eingeführt worden, die viel interessante und untersuchenswerte Eigenschaften hat. (Chervyakov, Kleinert)

4.1.2 Bewegung von Himmelskörpern und thermisches Bad von Gravitationswellen

In Zusammenarbeit mit Prof. Z. Haba aus Breslau wird seit Oktober 2000 versucht zu verstehen, wie die Bewegung von Himmelskörpern durch ein thermisches Bad von Gravitationswellen gebremst wird. Der Einfachheit halber wurde zunächst die Bewegung eines Punktteilchens in einem thermischen Bad von Photonen untersucht. Dabei wurde eine neue Master-Gleichung gefunden, die sowohl die natürliche Linienbreite als auch den Lamb-Shift der atomaren Spektrallinien auf eine neue Weise erklärt. Außerdem wurde eine Langevin-Gleichung abgeleitet, mit der diese beobachtbaren Größen auch auf andere Art und Weise bestimmt werden können. Gegenwärtig wird aufbauend auf den so gewonnenen Erfahrungen versucht, die äquivalenten Gravitationsfragestellungen zu lösen. (Haba, Kleinert)

4.1.3 Quantenkosmologie mit Einsteinscher Gravitationstheorie

Die Wheeler-DeWitt-Gleichung der Quantenkosmologie ist das Analogon der Schrödinger-Gleichung der Quantenmechanik. Durch Anwendung analytischer und neuer numerischer Methoden konnten jetzt auch Lösungen der Wheeler-DeWitt-Gleichung für das Bianchi-typ-I-Modell mit starker Anisotropie und massebehaftetem Skalarfeld gefunden werden. Es ergeben sich Bifurkationen, die zur Periodenverdopplung führen. Weiterhin wurde ein neuer Zugang zur Behandlung von Inhomogenitäten im geschlossenen Friedmannuniversum gefunden. (Kofinanzierung durch Projekt KR-154, EU-GUS-Projekt; hier mit Kirgisien) (Bachmann, Gurovich, Schmidt, Tokareva)

4.1.4 Kosmologie mit nichtlinearer gravitativer Wirkungsfunktion

Bisher wurde die Sacharovsche Idee einer induzierten Gravitation, in der der Lagrangian eine nichtlineare Funktion ist, meist nur mit R-Termen bzw. Polynomen $L(R)$ behandelt. Es gibt jedoch gute Argumente dafür, daß $L(R)$ für große R gegen eine Konstante konvergiert. Für diese „curvature-saturated“-Modelle wurden erste kosmologische Konsequenzen untersucht. (Kofinanzierung durch EU-Mittel für Italien) (Capozziello, Kleinert, Lambiasi, Schmidt)

4.1.5 Gravitationstheorien mit konforminvarianter Feldgleichung

Für hohe Energien wird ein immer höherer Anteil der Materie effektiv ruhmasselos und damit durch eine konforminvariante Theorie beschreibbar. In der Weylschen Gravitationstheorie von 1918 ergab sich die konforminvariante Bachgleichung. Es wurden neue kosmologische Lösungen dieser Theorie gefunden, und zwar durch Anwendung einer Konformrelation zu einer Theorie in $1 + 1$ Dimensionen: Jede $2 + 2$ -zerlegbare Lösung der Bachgleichung ist darstellbar durch das Produkt zweier $1 + 1$ -dimensionaler Lösungen einer aus der Stringtheorie her bekannten Feldgleichung. (Kofinanzierung durch Mittel der A.-v.-Humboldt-Stiftung und durch Mittel aus dem Konversionsprogramm, das Kernwaffenphysikern der ehemaligen Sowjetunion einen Anschluß an zivile Grundlagenforschung ermöglichen soll.) (Dzhunushaliev, Gorbatenko, Pushkin, Schmidt)

4.1.6 Höherdimensionale kosmologische Modelle

In höherdimensionalen Modellen werden die über $3 + 1$ Dimensionen hinausgehenden Koordinaten als Materiefelder interpretiert und mit Wurmlochern in Verbindung gebracht. Das ergab konkrete Beziehungen zu Yang-Mills-Theorien z. B. mit einer $SU(2)$ -Eichgruppe. (Dzhunushaliev, Kasper, Schmidt, Singleton)

4.2 Nichtstationäre und turbulente Prozesse im Ionosphärenplasma

(HSP-III-Projekt „Kosmische Plasmaphysik“ Potsdam)

4.2.1 Räumliche Skalen seismoionosphärischer Phänomene

Es wurde versucht, durch Analyse von Radardaten seismoionosphärische Effekte in der E-Schicht der Ionosphäre (etwa 100 km über der Erdoberfläche) aufzuzeigen. Lineare Korrelationskoeffizienten der mittleren nächtlichen (21–5 LT) f_oE_s -Frequenzen der mittelasiatischen Stationen Ashkhabad, Dushanbe, Alma-Ata und Tashkent wurden für Erdbeben der Stärke $M \geq 4,5$ berechnet. Es wurde gezeigt, daß die Korrelationskoeffizienten vor Erdbeben kleiner sind als während seismisch ruhiger Zeiten, wobei die Koeffizienten bei einem Abstand der Radarstationen von $600 \text{ km} \leq r < 1000 \text{ km}$ stärker abnahmen als bei einem Abstand $r < 600 \text{ km}$. Die Eruptionen selbst ereigneten sich $600\text{--}1000 \text{ km}$ entfernt von einer der Stationen. Die Auswertungen von Daten, die mit den europäischen Stationen Miedzczyn/Polen, Bekescsaba/Ungarn und Prudhonice/Tschechien im Abstand von mehr als 600 km von schwächeren Erdbeben entfernt registriert wurden, bestätigten die Abnahme der Korrelationskoeffizienten. Das heißt, Vorboten sehr starker Erdbeben variieren die ionosphärische E-Schicht in Abständen von $500\text{--}1000 \text{ km}$ von Epizentren. Die Ionosphärenvariationen mit Skalen von ca. 1000 km scheinen durch niederfrequente akustische Schwerewellen verursacht zu werden. (Liperovsky, Liperovskaya, Pokhotelov, Senchenkov (UIPE Moskau); Meister; Molchanov (NASDA Tokyo))

4.2.2 Zeitliche Skalen seismoionosphärischer Phänomene

Die charakteristischen Zeitskalen von Vorboten stärkerer Erdbeben, die man bisher Stunden bis Tage vor Beben in der Ionosphäre feststellte, scheinen Minuten bis Stunden zu betragen. Die sogenannten „operativen“ Vorboten, die Minuten bis Stunden vor Eruptionen auftreten und anscheinend erstmals im Zusammenhang mit dem Spitak-Erdbeben festgestellt wurden, besitzen Skalen von einigen Sekunden bis zu Dutzenden von Minuten. Es wurde eine generelle Analyse möglicher Erdbebenvorboten in den D -, E - und F -Schichten der Ionosphäre durchgeführt. Es zeigte sich, daß bei eventuellen zukünftigen Erdbebenprognosen möglicherweise Ionosphärenvariationen mit Skalen von 2–3 Stunden eine Bedeutung besitzen. Im Falle sehr starker Erdbeben mit $M \geq 5.5$ sollten weiterhin auch Ionosphärenvariationen mit Skalen von einigen Minuten analysiert werden. (Liperovsky, Popov, Liperovskaya, Pokhotelov, Silina (UIPE Moskau); Meister; Molchanov (NASDA Tokyo))

5 Auswärtige Tätigkeiten

5.1 Nationale und internationale Tagungen

Evangelische Forschungsakademie Berlin, Berlin 07.–09.01 und Chorin 09.–12.06 (H.-J. Schmidt)

Marcel Grossmann Meeting MG9, Rom, 02.–08.07 (H.-J. Schmidt, Vortrag)

5.2 Vorträge und Gastaufenthalte

Universität Greifswald, 30.–31.03. (H.-J. Schmidt, 31.03., Vortrag)

Universität Salerno/Italien, 16.10.–02.11. (H.-J. Schmidt, 26.10. und 30.10., Vortrag)

6 Veröffentlichungen

6.1 In Zeitschriften und Büchern

Erschienen:

Bachmann, M., Schmidt, H.-J.: Period-doubling bifurcation in strongly anisotropic Bianchi I quantum cosmology. gr-qc/9912068; Phys. Rev. D **62** (2000), 043515

Capozziello, S., Lambiase, G., Schmidt, H.-J.: Nonminimal derivative couplings and inflation in generalized theories of gravity. gr-qc/9906051; Ann. Phys. **9** (2000), 39–48

Dzhunushaliev, V., Schmidt, H.-J.: 4D wormhole with signature change in the presence of extra dimensions. gr-qc/9908076; Grav. Cosmol. **5** (1999), 187–190

Dzhunushaliev, V., Schmidt, H.-J.: New classes of vacuum solutions of conformal Weyl gravity. gr-qc/9908049; J. Math. Phys. **41** (2000), 3007–3015

Dzhunushaliev, V., Schmidt, H.-J.: Wormholes and flux tubes in 7D gravity on the principal bundle with SU(2) gauge group as the extra dimensions. gr-qc/9911080; Phys. Rev. D **62** (2000), 044035

Dzhunushaliev, V., Schmidt, H.-J.: Flux tubes in Weyl gravity. gr-qc/9908074; Phys. Lett. A **267** (2000), 1–6

Dzhunushaliev, V., Kasper, U., Singleton, D.: Gravitational flux tubes. Phys. Lett. B **479** (2000), 249–256

Ferrari, F., Kleinert, H., Lazzizzera I.: Second topological moment $\langle m^2 \rangle$ of two closed entangled polymers. Phys. Lett. A **276** (2000), 31–36

Kleinert, H., Chervyakov, A.: Coordinate independence of quantum-mechanical path integrals. quant-ph/0003095; Phys. Lett. A **273** (2000), 1

Kleinert, H., Chervyakov, A.: Reparametrization invariance of path integrals. hep-th/9906156; Phys. Lett. B **464** (1999), 257

- Kleinert, H., Chervyakov, A.: Reparametrization invariance of perturbatively defined path integrals. II. Integrating products of distributions. quant-ph/9912056; Phys. Lett. B **477** (2000), 373
- Schmidt, H.-J.: Beiträge zum „Lexikon der Mathematik“, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Band 1 (2000): S. 59–60: Allgemeine Relativitätstheorie, S. 473–474: Eichfeldtheorie
- Schmidt, H.-J.: Editor’s note to A. Sakharov. Gen. Relat. Grav. **32** (2000), 361
- Eingereicht, im Druck:*
- Capozziello, S., et al.: Asymptotic Freedom in Curvature-Saturated Gravity. FU-Preprint 2000
- Gurovich, V., Schmidt, H.-J., Tokareva, I.: Tunneling of the closed Friedmann Universe with generation of scalar waves. gr-qc/0007046; Gen. Relat. Grav., im Druck.
- Haba, Z., Kleinert, H.: Master equation for electromagnetic dissipation and decoherence of density matrix. FU-Preprint 2000
- Haba, Z., Kleinert, H.: Langevin equation for electromagnetic dissipation and decoherence. FU-Preprint 2000
- Kleinert, H., Chervyakov, A.: Identities relating integrals over products of distributions to ordinary integrals ensuring coordinate independence of path integrals. FU-Preprint 2000; quant-ph/0002067
- Kleinert, H., Schmidt, H.-J.: Cosmology with curvature-saturated gravitational lagrangian. gr-qc/0006074
- Schmidt, H.-J.: A new conformal duality of spherically symmetric space-times. gr-qc/9905103

6.2 Konferenzbeiträge

Erschienen:

- Dzhunushaliev, V., Schmidt, H.-J., Singleton, D.: Dynamics of discrete variables in quantum gravity. In: Physical interpretation of relativity theory. Abstr. Conf., London 15.–18.09.00
- Liperovsky, V.A., Meister, C.-V., Popov, K.V., Liperovskaya, E.V., Molchanov, O.A., Silina, A.S.: On the time scales of some seismoionospheric effects. In: Seismo-Electromagnetics of NASDA. Int. Workshop, Univ. of Electro-Communications, Chofu-City, Tokyo, 19.-22.09.00, Programme and Abstracts 178–182
- Meister, C.-V., Liperovskaya, E.V., Molchanov, O.A., Pokhotelov, O.A., Senchenkov, S.A., Alimov, O.A.: On the problem of spatial scales of seismoionospheric effects. In: Seismo-Electromagnetics of NASDA. Int. Workshop, Univ. of Electro-Communications, Chofu-City, Tokyo, 19.-22.09.00, Programme and Abstracts 174–177
- Popov, K.V., Liperovsky, V.A., Meister, C.-V., Biagi, P.F., Liperovskaya, E.V.: On ionospheric precursors of earthquakes with scales of 2–3 hours. In: EGS 25. General Assembly, Nice, 25.–29.4.2000, Geophys. Res. Abstr. 2000
- Schmidt, H.-J.: Topologische Aspekte in der Kosmologie. In: Flachsmeyer, J., Fritsch, R., H.-C. Reichel, H.-C. (Hrsg.): Mathematik – Interdisziplinär. Shaker-Verlag Aachen, 323–328
- Schmidt, H.-J.: MG9-Abstract, Strongly anisotropic Bianchi I quantum cosmology. M.-Grossmann-Meeting Rome 2000
- Schmidt, H.-J.: On a new conformal duality of spherically symmetric space-times. Ann. Phys. **9** (2000), Spec. Issue SI-158–SI-159

H.-J. Schmidt

