

Garching

Max-Planck-Institut für Astrophysik

Karl-Schwarzschild-Straße 1, Postfach 1317, 85741 Garching,
Tel.: (0 89) 32 99-00, Telefax: (0 89) 32 99-3235
E-Mail: userid@mpa-garching.mpg.de

1 Personal und Ausstattung

1.1 Personalstand

Direktoren:

W. Hillebrandt (Geschäftsführung ab 1.1.2000), R. Sunyaev, S. D. M. White (Geschäftsführung bis 31.12.99).

Wissenschaftliches Mitglied:

R.-P. Kudritzki

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

T. Abel (15.7.–30.9.), U. Anzer, P. J. Armitage (seit 1.10.), A. Banday, M. Bartelmann, G. Börner, M. Brüggemann, E. Churazov, D. Clowe, C. Cress, F. Daigne (seit 1.10.), A. Diaferio (bis 14.9.), G. H. F. Diercksen, T. Enßlin (seit 1.9.), J. A. Font-Roda (seit 1.9.), M. Gilfanov, M. Groenewegen, M. Haehnelt, S. Hardy, H.-T. Janka, K. Jedamzik, V. Joergens (bis 14.1.), C. Kaiser, G. Kauffmann, A. Kercek, L. King (seit 1.3.), W. P. Kraemer, R.-P. Kudritzki, S. Mao, H. J. Mo, E. Müller, J. C. Niemeyer (beurlaubt seit 1.10.97.), R. Popham, H. Ritter, H. Schlattl (seit 1.10.), P. Schneider, R. K. Sheth (bis 30.9.), H. C. Spruit, K. Takahashi (bis 31.8.), T. Theuns, H.-C. Thomas, R. Wegmann, A. Weiß, S. Zaroubi.

Emeritierte Wissenschaftliche Mitglieder

H. Billing, R. Kippenhahn, F. Meyer, H.U. Schmidt, E. Treffitz.

Doktoranden:

T. Abel (bis 30.9.), R. Banerjee (seit 1.6.), R. Casas, G. Contardo (seit 1.10.), C. Cramp-horn, B. Deufel, H. Dimmelmeier, K. Dolag, G. Drenkhahn (seit 1.3.), T. Erben (seit 1.1.), H.-J. Grimm (seit 1.11.), H. Hämmerle (seit 1.10.), F. Hansen (seit 1.10.), K. Kifonidis, G. Kruse, M. Lisewski, S. Marri, H. Mathis, C. Morales-Merino (seit 1.3.), N. Przybilla, M. Rampp, K. Reblinsky, J. Rehm, M. Reinecke, H. Schlattl (bis 30.9.), J. Schmalzing (bis 30.9.), F. Siebel (seit 1.11.), V. Springel (bis 30.9.), C. F. Vollmer (seit 1.11.), N. Yoshida.

Diplomanden:

C. Brauner (seit 1.10.), M. Ferwagner (bis 28.2.) A. Groebl (bis 5.11.), H. Hämmerle (bis 17.8.), M. Hagen (seit 1.1.), F. Linke (seit 1.12.), R. Pfrogner (seit 1.3.), D. Sauer (seit

1.12.), L. Scheck (seit 1.7.), M. Schirmer (bis 20.9.).

1.2 Personelle Veränderungen

G. Kauffmann hat im Rahmen der Förderung des Frauenanteils im wissenschaftlichen Bereich eine C3 Professur angenommen.

P. Schneider hat an der Universität Bonn eine C4-Professur angenommen.

2 Gäste

R. Adamczak (Toruń, Polen) 16.10.–20.12., M. A. Aloy (Valencia, Spanien) 1.10.–31.10., C. Benoist (ESO, Garching) 1.10.98–30.9., M. Bernardi (ESO, Garching) 1.10.–31.12., D. Bielińska-Wacż (Toruń, Polen) 29.4.–28.5., und seit 1.10., S. I. Blinnikov (Moskau, Russland) 14.6.–13.8., E. Branchini (Groningen, Niederlande) 10.10.–15.10., S. Cassisi (Tera-mo, Italien) 12.4.–3.5. und 22.11.–3.12., I. Černušak (Bratislava, Slowakei) 1.11.–12.12., S. Charlot (Paris, Frankreich) 1.5.–31.5. und seit 1.10., T. T. Chia (Singapore) 15.6.–31.8., C. Chiosi (Padua, Italien) 9.11.–15.12., P. Ciecielag (Warsaw, Polen) 15.4.–10.6., Z. G. Deng (Beijing, China) 18.7.–21.11., P. Denissenkov (St. Petersburg, Russland) 1.3.–10.4., W. Dubitzky (Belfast, Northern Ireland) 16.1.–22.1., 30.7.–4.8., 16.10.–17.10. und 22.10.–24.10., W. Duch (Toruń, Polen) 4.8.–27.8., C. P. Dullemond (Leiden, Niederlande) seit 1.10., A. Emelyanov (Moskau, Russland) 20.11.–23.12., J. Faulkner (Santa Cruz, USA) seit 1.9., J. Frank (Baton Rouge, USA) 18.5.–16.8., C. Fryer (Santa Cruz, USA) 3.9.–4.10., O. Gerhard (Basel, Schweiz) 15.2.–14.5., O. Goussev (St. Petersburg, Russland) bis 14.4., M. Gramann (Tartu, Estland) 15.4.–24.4., S. A. Grebenev (Moskau, Russland) 1.11.–22.12., P. Heinzel (Ondřejov, Tschechien) 1.3.–31.3. und 1.5.–31.5., A. Helmi (Leiden, Niederlande) 9.8.–20.8., 12.4.–23.4. und 22.11.–3.12., C. Hogan (Seattle, USA) 14.5.–24.7., N. A. Inogamov (Moskau, Russland) 18.4.–17.7. und 1.11.–23.12., N. Ivanova (Oxford, England) 1.7.–30.9., P. Jensen (Wuppertal) 7.3.–20.3. und 3.10.–15.10., M. Karelson (Tartu, Estland) 16.1.–22.1., 15.10.–30.10. und 3.12.–18.12., J. Karwowski (Toruń, Polen) 5.5.–4.6., V. Kellö (Bratislava, Slowakei) 5.1.–1.2. und 15.11.–12.12., P. Kilpatrick (Belfast, Nordirland) 12.1.–22.1., 10.7.–13.8. und 16.10.–25.10., J.-P. Kneib (Toulouse, Frankreich) 7.6.–4.7., A. Kritsuk (St. Petersburg, Russland) 18.4.–17.7. und 29.8.–28.9., I. Kryukov (Moskau, Russland) 1.6.–30.6., B. Lanzoni (Paris, Frankreich) 6.5.–20.5., Q. B. Li (Beijing, China) 16.7.–17.9., W. Lin (Beijing, China) 1.1.–31.12., B. F. Liu (Kunming, China) 1.5.–15.8., A. MacFadyen (Santa Cruz, USA) 3.9.–4.10., M. Makita (Kobe, Japan) 15.1.–14.3., L. Mashonkina (Kazan, Russland) 14.9.–13.12., F. Masset (London, England) 2.8.–9.8. und 22.–27.11., S. Matarrese (Padova, Italien) seit 1.9., M. Medved (Banska' Bystrica, Slowakei) 1.11.–30.11., B. Menard (Paris, Frankreich) 19.4.–15.8., J. Miralda-Escude (Philadelphia, USA) 19.7.–18.8., S. Molykov (Moskau, Russland) 20.11.–23.12., P. K. Mukherjee (Calcutta, Indien) 27.4.–14.5. und 28.10.–27.12., D. Munshi (Triest, Italien) seit 1.3., D. Nadyozhin (Moskau, Russland) 30.6.–29.8., J. Niemeyer (Chicago, USA) 2.4.–30.4., K. Nomoto (Tokyo, Japan) 1.8.–15.8., A. Nusser (Haifa, Israel) 2.3.–16.3. und 15.9.–30.9., G. Ogilvie (Cambridge, England) bis 30.9., J. Paldus (Waterloo, Kanada) 2.6.–31.8., I. Panov (Moskau, Russland) 1.10.–30.11., T. Plewa (Warsaw, Polen) 1.3.–31.8., N. Pogorelov (Moskau, Russland) 1.6.–30.6., M. G. Revnivtsev (Moskau, Russland) 20.01.–27.02. und 9.04.–15.06., 26.08.–25.10., P. Ruiz-Lapuente (Barcelona, Spanien) bis 14.2. und seit 28.10., T. Sako (Tokyo, Japan) 1.8.–31.8., M. Salaris (Liverpool, England) 12.4.–11.5. und 9.11.–8.12., F. Sasaki (Sapporo, Japan) 8.8.–7.9., S. Y. Sazonov (Moskau, Russland) 2.2.–20.3., 17.4.–30.5., 23.8.–25.10. und 6.11.–22.12., R. Schulte-Ladbeck (Pittsburgh, USA) 21.3.–2.4., U. Seljak (Cambridge, USA) bis 23.1., N. I. Shakura (Moskau, Russland) 16.8.–15.9., J. Shi (Peking, China) 1.7.–30.11., N. R. Sibgatullin (Moskau, Russland) 5.2.–4.3., 17.4.–16.5. und 25.6.–24.8. S. Sild (Tartu, Estland) 19.4.–14.5. und 18.10.–18.12., P. Soldán (Durham, England) 1.6.–30.6., V. Špirko (Prague, Tschechien) 1.6.–31.7., A. A. Starobinsky (Moskau, Russland) 14.9.–13.10., N. Sugiyama (Kyoto, Japan) 26.7.–25.8., R. E. Taam (Evanston, USA) 7.7.–29.7., O. V. Terekhov (Moskau, Russland) 1.7.–31.7., A. Timokhin (Moskau, Russland) 8.2.–7.5.,

A. Y. Tkachenko (Moskau, Russland) 1.7.–31.7., G. Tormen (Padova, Italien) 31.1.–6.2., 21.3.–27.3., 24.5.–29.5., 5.7.–16.7. und 22.8.–28.8., J. W. Truran (Chicago, USA) 3.8.–17.8. und 28.9.–6.10., M. Urban (Bratislava, Slowakei) 5.1.–1.2. und 22.7.–5.8., M. A. Urbaneja Perez (La Laguna, Spanien) 12.6.–2.7., V. Usov (Jerusalem, Israel) 4.9.–17.9., V. Utrobin (Moskau, Russland) 15.3.–14.6., L. van Waerbeke (CITA, Kanada) 30.1.–13.3., M. Viel (Padova, Italien) seit 1.10., W. Vieser (Kiel) 1.7.–31.8., R. E. Williams (Baltimore, USA) 1.5.–11.8., S. E. Woosley (Santa Cruz, USA) 10.8.–3.10., X. B. Wu (Beijing, China) seit 12.12., B. Wybourne (Torun, Polen) 5.8.–4.9., G. Worthey (Davenport, USA) 4.6.–15.7., X. Y. Xia (Tianjin, China) 18.7.–21.11., G. Z. Xie (Kunming, China) 1.10.–30.11., S. Yamada (Tokyo, Japan) 22.7.–12.8., S. Yamamoto (Nagoya, Japan) 22.7.–21.8.

Alexander von Humboldt-Preisträger

C. Hogan (Seattle, USA), 14.5.–24.7.; J. Paldus (Waterloo, Kanada), 2.6.–31.8.; R. E. Williams (Baltimore, USA); 1.5. – 11.8.

Stipendiaten:

Alexander von Humboldt-Stipendiaten:

L. Girardi (Porto Alegre, Brasilien), bis 28.2., D. Munshi (Triest, Italien), seit 1.3., D. Bielinska-Waz (Torun, Polen), seit 1.10.

DAAD Stipendiat:

C. Morales-Merino (Tlaxcala, Mexiko) seit 1.3., N. Yoshida (Copenhagen, Dänemark) seit 1.10.

EU Stipendiaten:

C. P. Dullemond (seit 1.10.), S. Hardy, L. King (seit 1.3.), G. Ogilvie (bis 30.9.), T. Theuns.

3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

3.1 Lehrtätigkeiten

Regelmäßige Vorlesungen oder Seminare an Universitäten hielten:

M. Bartelmann, WS98/99 und WS99/00, LMU München.

M.G. Haehnelt, WS 98/99 und SS 99, Astronomie-Praktikum, LMU München.

W. Hillebrandt, WS98/99, SS99 und WS99/00, TU München.

E. Müller, WS98/99, SS99 und WS99/00, TU München.

H. Ritter, SS99 und WS99/00, LMU München.

Sonstige Vorlesungen hielten:

H. J. Mo: „Galaxy formation and evolution“ (Univ. Padova, 10.1.–16.1.99)

E. Müller: „Numerical Hydrodynamics“ (Univ. Leiden, 8.3.–10.3.)

P. Schneider: „Gravitational Lensing“ (Univ. Canary Islands, Teneriffa, 8.2.–12.2.)

H. C. Spruit: „Accretion disks“ (NATO ASI Elounda, 7.6.–18.6.)

H. C. Spruit: „Radius and luminosity variations of the Sun“ (NATO ASI Bukarest, 17.8.–20.8.)

H. C. Spruit: „Stellar dynamos“ (NATO ASI Bukarest, 17.8.–20.8.)

A. Weiss: „Nucleosynthesis“ (Univ. Padua, 17.5.–20.5.)

S. D. M. White: „Analytical and numerical models of galaxy formation“ (Inst. Astr. Canarias, 15.11–26.11)

3.2 Gremientätigkeit

- A. Bandy: Mitglied der „IDIS Working Group for the ESA-Planck satellite project“
- A. Bandy: Mitglied der „Planck Modelling working group and MPA representative for the Modelling management team“
- A. Bandy: Mitglied der „foregrounds working group for the same project“
- M. Bartelmann: Mitglied der „Planck-IDIS Development Team“
- W. Hillebrandt: INTAS Project „Thermonuclear Supernovae“, Coordinator
- W. Hillebrandt: Fachbeirat, MPI für Gravitationsphysik, Potsdam
- W. Hillebrandt: Stellvertretender Sprecher des Sonderforschungsbereichs „Astro-Teilchenphysik“ (SFB 375)
- W. Hillebrandt: Mitglied der Board of Directors, European Center for Theoretical Studies in Nuclear Physics and Related Areas (ECT*), Trento, Italien
- W. Hillebrandt: Co Editor of Lecture Notes in Physics (Springer)
- W. Hillebrandt: Co Editor of Springer Series in Computational Physics
- W. Hillebrandt: Co Editor of Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics (IOP-Publishing)
- W. Hillebrandt: Visiting Committee, Astronomisches Institut Potsdam
- G. Kauffmann: MPA Deputy of the „European Association for Research in Astronomy“
- W. Kraemer: Inauguration Committee, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Bratislava
- E. Müller: Vertreter des MPA im Benutzerausschuss des Rechenzentrums Garching (RZG)
- P. Schneider: Letters Editor of Astronomy and Astrophysics
- P. Schneider: Mitglied der ESA NGST Study Science Team
- P. Schneider: ESA-Mitglied der US Ad-hoc Science Working Group for the Next Generation Space Telescope
- P. Schneider: Mitarbeitervertreter der Chemisch-Physikalisch-Technischen Sektion der Max-Planck-Gesellschaft
- P. Schneider: Mitglied der Arbeitsgruppe für ESO Public Surveys
- P. Schneider: Mitglied des VIRMOS Instrument Science Team
- P. Schneider: Mitglied des Board of the European Association for Research in Astronomy
- P. Schneider: Mitglied des Appointment Committee for the Max-Planck-Institut für Astronomie
- H. C. Spruit: Koordinator, TMR Research Network „Accretion onto black holes, compact stars and protostars“
- H. C. Spruit: Chairman, Astronomy Grants Allocation panel, Netherlands' Research Council (NWO)
- H. C. Spruit: Mitglied des Panel H, ESO Observing Program Committee.
- H. C. Spruit: Mitglied des Physics Panel (Research Networks), „Human Potential“ Program, European Commission
- R. Sunyaev: Mitglied der Interagency (NASA, ESA, ISAS and RSA) Consulting Group (IACG) in Space Sciences
- R. Sunyaev: Mitglied des Panel „High Energy Astrophysics“ of IACG
- R. Sunyaev: Mitglied des Space Council of Russian Academy of Sciences
- R. Sunyaev: Mitglied des Scientific Council of Russian Space Research Institute (IKI)

- R. Sunyaev: Mitglied, MPG Structural Commission on the Future of MPI für Kernphysik, Heidelberg
- R. Sunyaev: Mitglied des INTEGRAL Science Working Team and Project Scientist for INTEGRAL (ESA project)
- R. Sunyaev: stellvertretender Sprecher vom SPECTRUM-X space project International Scientific Committee
- R. Sunyaev: Co-I of the HFI instrument of ESA PLANCK SURVEYOR project
- R. Sunyaev: leads German participation in TMR Network „CMBNET“
- R. Sunyaev: Editor in Chief, Astronomy Letters
- R. Sunyaev: Mitglied, Editorial Board of Space Science Reviews
- R. Sunyaev: Editor in Chief, Astrophysics and Space Physics Reviews
- R. Sunyaev: Mitglied, Editorial Board of Astrophysics and Space Science Library, Kluwer Academic Publishers
- S. D. M. White: Mitglied, Editorial Board of Monthly Notices of the Royal Astronomical Society
- S. D. M. White: Vorsitzender von Board of the European Association for Research in Astronomy
- S. D. M. White: Mitglied, MPG Structural Commission on the Future of the MPI fuer Physik
- S. D. M. White: Mitglied, Visiting Committee of the Center for Astrophysics, University of Porto
- S. D. M. White: Mitglied, Visiting Committee of the Astrophysical Institute of Potsdam
- S. D. M. White: Mitglied, Visiting Committee of the Physics Department, Ecole Normale Supérieur, Paris
- S. D. M. White: Mitglied, Scientific Steering Committee, Observatory of Paris, Meudon
- S. D. M. White: Mitglied, Sectional Committee 5, Royal Society of London
- S. D. M. White: Mitglied, Scientific Steering Committee, Isaac Newton Institute, Cambridge, UK
- S. D. M. White: Mitglied, PPARC Advisory Board for the Joint Infrastructure Fund

4 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

4.1 Diplomarbeiten

Abgeschlossen:

- A. Gröbl: „Simulation von Flammenfronten in Wasserstoff-Luft-Gemischen“, Technische Universität München.
- M. Ferwagner: „Mehrdimensionale Diffusionschemata für Neutrinos in Neutronensternen“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.
- H. Hämmerle: „Untersuchung zum Halo von Galaxien in Galaxienhaufen mit Hilfe des Gravitationslinseneffektes“ Ludwig-Maximilians-Universität; München.
- M. Schirmer: „Entfernungsbestimmung schwacher Hintergrundgalaxien anhand des Gravitationslinseneffektes“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

4.2 Dissertationen

Abgeschlossen:

T. Abel: „The First Structures in the Universe. A Theoretical Study of their Formation, Evolution and Impact on Subsequent Structure Formation.“, Ludwig-Maximilians-Universität München. .

J. Colberg: „Parallel Supercomputer Simulations of Cosmic Evolution“, Ludwig-Maximilians-Universität München.

H. Schlattl: „The Sun, a Laboratory for Neutrino- and Astrophysik“, Technische Universität München.

J. Schmalzing: „On Statistics and Dynamics of Cosmic Structure“, Ludwig-Maximilians-Universität München.

V. Springel: „On the Formation and Evolution of Galaxies“, Ludwig-Maximilians-Universität München.

Laufend:

R. Banerjee: „Reheating after inflation“, Technische Universität München.

R. Casas: „Distribution of Dark Matter Halos in Cosmic Density Fields“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

G. Contardo: „Bolometrische und monochromatische Lichtkurven von Typ Ia Supernovae“, Technische Universität München.

C. Cramphorn: „Physical processes in galactic and extragalactic superluminal radio sources“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

B. Deufel: „Origin and variability of X-rays near compact objects“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

H. Dimmelmeier: „Post-Newtonscher Kollaps rotierender Zentralbereiche massereicher Sterne“, Technische Universität München.

K. Dolag: „Simulation von Magnetfeldern in Galaxienhaufen“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

G. Drenkhahn: „Magnetohydrodynamik in Gamma-Ray-Bursts“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

H.-J. Grimm: „Accretion to the first stellar mass and super massive black holes galaxies and their observational properties“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

T. Erben: „Applications of the weak gravitational lensing effect“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

H. Hämmerle: „Massenrekonstruktion von Galaxien mittels der Kombination von starkem und schwachem Linseneffekt“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

F. Hansen: „Theory and measurement in the cosmic microwave background – toward high precision cosmology“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

K. Kifonidis: „Nucleosynthesis and Instabilities in Supernova Envelopes“, Technische Universität München.

G. Kruse: „Statistische Untersuchungen zum schwachen kosmologischen Gravitationslinseneffekt“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

M. Lisewski: „Analysis and Numerical Studies of Turbulent Thermonuclear Flames in Type Ia Supernovae“, Technische Universität München.

S. Marri: „Supernova feedback effects on the formation and evolution of galaxies“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

- H. Mathis: „Numerical simulations of non-gaussian model for structure formation in the Universe“, Universität Paul Sabatier, Toulouse, Frankreich.
- C. Morales-Merino: „Noise properties of cluster mass reconstruction“ Ludwig-Maximilians-Universität; München.
- N. Przybilla: „Quantitative Spectroscopy of Supergiants“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.
- M. Rapp: „Neutrino transport in Type-II Supernovae“ Technische Universität München.
- K. Reblinsky: „Projection effects in clusters of galaxies“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.
- M. Rehm: „Big Bang Nucleosynthesis with Matter-Antimatter Domains“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.
- M. Reinecke: „Simulation turbulenter Verbrennung in Typ Ia Supernovae“, Technische Universität München.
- F. Siebel: „Simulation of axisymmetric, general relativistic flows using null foliations of spacetime“, Technische Universität München.
- F. Vollmer: „Disk accretion onto supermassive black holes surrounded by a cloud of neutron stars and stellar mass black holes“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.
- N. Yoshida: „On Statistics and Dynamics of Large-scale Structure of the Universe“, Ludwig-Maximilians-Universität; München.

5 Tagungen, Projekte am Institut und Beobachtungszeiten

5.1 Organisation von Tagungen und Veranstaltungen

- H. Arp: „Redshift and Gravitation in a Relativistic Universe“ Cesena, Italien (17.9.–20.9.)
- M. Bartelmann: Boston Conference on „Gravitational lensing: Recent progress and future goals“ (co-chair, scientific organising committee), Boston, Massachusetts (26.7.–30.7.)
- G. Börner: Convener of GAAC meeting, München and Ringberg, Bavaria (6.9.–18.9.)
- G. Börner: Fifth CAS-MPG workshop on „High Energy Astrophysics“, Urumqi, China (20.9.–25.9.)
- M. G. Haehnelt: Haifa Workshop on „The Physics of the IGM and the Large Scale Structure of the Universe“, Haifa, Israel (20.6.–25.6.)
- W. Hillebrandt: Workshop on „Level-Set Methods in Simulations of Reactive Fluids“, Garching (3.5.–5.5.)
- G. Kauffmann: III „Guillermo Haro“ Astrophysics Conference on Cosmic Evolution and Galaxy Formation: Structure, Interactions and Feedback, Puebla, Mexico (15.11.-19.11.)
- L. J. King: „TMR LENSNET meeting“ (MPA, 30.8.99-31.8.99)
- P. Schneider: Workshop on „Clusters of Galaxies at High Redshift“, Antofagasta, Chile (1.3.–4.3.)
- H. C. Spruit: TMR Network School „Accretion onto Compact Objects“, Heraklion, Crete (9.5.–6.6.)
- R. Sunyaev: Conference on „Black holes: theory confronts reality“, Santa Barbara, California (2.2.–5.2.)
- R. Sunyaev: „X-ray Astronomy 1999: Stellar endpoints, AGN and the X-ray background“, Bologna, Italien (6.9–10.9.)
- R. Sunyaev: Gamow Memorial International Conference, Odessa-St.Petersburg, Russland-Ukraine (16.8.–26.8)

- R. Sunyaev: International Symposium at the Royal Academy of Sciences on „Perspectives on Radio Astronomy: Scientific Imperatives at cm and m Wavelength“, Amsterdam, The Netherlands (7.4.–9.4)
- R. Sunyaev: The David N. Schramm Memorial Symposium on „Inner Space/Outer Space II“, Fermilab (25.5.–29.5.)
- R. Sunyaev: The 4th RESCEU International Symposium on „The Birth and Evolution of the Universe“, Tokyo, Japan (16.11.–19.11)
- R. Sunyaev: ESO Workshop on „Black Holes in Binaries and Galactic Nuclei“ in honour of Riccardo Giacconi, Garching, (6.9.–8.9)
- R. Sunyaev: 4th. International Conference on „Cosmology, Relativistic Astrophysics, Cosmoparticle Physics“ in Honor of the 80th. birthday of Isaak M. Khalatnikov, Moskau, Russland (17.10.–24.10.)
- R. Sunyaev: 10th Annual October Astrophysics Conference on „Cosmic explosions“, College Park, Maryland (11.10.–13.10.)
- A. Weiss (Vorsitz), T. Abel, M. A. T. Groenewegen und S. D. M. White: Local Organising Committee der MPA/ESO Conference on „The First Stars“, Garching (4.8.–6.8.)
- S. D. M. White: Ringberg Workshop „Satellite Galaxies“ Ringberg, (27.6.–2.7.)
- S. D. M. White: IAP Summer Symposium, „Galaxy Dynamics: From the Early Universe to the Present“ Paris, (9.7.–13.7.)
- S. D. M. White: Annual Meeting of the TMR Network „Formation and Evolution of Galaxies“ Asiago, (30.8.–4.9.)
- S. D. M. White: Second Meeting of the German-American Academic Council Young Scholars Institute „Astroparticle Physics“ Garching/Ringberg, (6.9.–17.9.)
- S. D. M. White: Royal Society Discussion Meeting „The Formation of galaxies“ London, (3.11–4.11.)
- S. D. M. White: Novartis Foundation Workshop „Constraints on galaxy formation from IR and submm observations“ London, (5.11.)

5.2 Projekte und Kooperationen mit anderen Instituten

Das Institut ist an dem an der Technischen Universität München gegründeten Sonderforschungsbereich 375 über „Astro-Teilchenphysik“ beteiligt.

Das Institut ist einer der fünf Partner innerhalb der „European Association for Research in Astronomy“. Die weiteren Mitglieder sind das Institut d'Astrophysique de Paris, das Institute of Astronomy, Cambridge, England, die Sterrewacht Leiden und das Instituto Astrofisica de Canarias.

5.3 Beobachtungsaufenthalte, Meßkampagnen

E.M. Burbidge (UC San Diego), H. Arp, Y.Q. Chu (Univ. Hefei) 5.11.–5.11., Steward Obs. Tucson, Arizona, 90-inch multi spectrograph, Spectra of X-ray candidates around active galaxies;

D. Clowe, P. Schneider (MPA), G. Soucail, J.-P. Kneib (Toulouse), Y. Mellier, B. Fort (IAP), S. Seitz (USM), R.S. Ellis (IoA), K. Kuijken (RUG), M. Franx (Leiden): 2h service mode, ESO, Paranal, Chile, Very Large Telescope 1, FORS1, Weak lensing observations of a double-cluster candidate at high-redshift;

D. Clowe, P. Schneider (MPA), G. Soucail, J.-P. Kneib (Toulouse), Y. Mellier, B. Fort (IAP), S. Seitz (USM), R.S. Ellis (IoA), K. Kuijken (RUG), M. Franx (Leiden): 8h service mode, ESO, La Silla, Chile, 2.2m telescope, WFI, Weak lensing observations of a double-cluster candidate at high-redshift;

- D. Clowe, P. Schneider (MPA), G. Soucail, J.-P. Kneib (Toulouse), Y. Mellier, B. Fort (IAP), S. Seitz (USM), R.S. Ellis (IoA), K. Kuijken (RUG), M. Franx (Leiden): 15.7.–17.7., ESO, La Silla, Chile, New Technology Telescope, EMMI, Weak lensing observations of a double-cluster candidate at high-redshift;
- D. Clowe (MPA), M. Grey (IoA): 30.9.–6.10., MPI, La Silla, Chile, 2.2m telescope, WFI, Weak lensing observations of the sculptor supercluster;
- D. Clowe, P. Schneider (MPA), Y. Mellier (IAP), G. Soucail (Toulouse), K. Kuijken (RUG), R.S. Ellis, M. Grey (IoA): 7.12.–9.12., ESO, La Silla, Chile, 2.2m telescope, WFI, Weak lensing observatios of galaxy cluster pairs;
- D. Clowe, P. Schneider (MPA), Y. Mellier (IAP), G. Soucail (Toulouse), K. Kuijken (RUG), R.S. Ellis, M. Grey (IoA): 11.12.–13.12., ESO, La Silla, Chile, New Technology Telescope, EMMI, Weak lensing observatios of galaxy cluster pairs;
- M.A.T. Groenewegen, M. Sevenster (Mt. Stromlo), A. Omont (IAP), H. Habing (Leiden): 9.3.–14.3., ESO, La Silla, Chile, SEST, spectrometers, The dynamical behaviour of infrared carbon stars;
- M.A.T. Groenewegen, M. Sevenster (Mt. Stromlo), A. Omont (IAP), H. Habing (Leiden): 23.7.–27.7., IRAM, Pico Veleta, Spanien, 30m telescope, bolometer, The dynamical behaviour of infrared carbon stars;
- M.A.T. Groenewegen, M. Sevenster (Mt. Stromlo), A. Omont (IAP), H. Habing (Leiden): 6.10.–9.10., ESO, La Silla, Chile, SEST, spectrometers, The dynamical behaviour of infrared carbon stars;
- M.A.T. Groenewegen, M. Sevenster (Mt. Stromlo), A. Omont (IAP), H. Habing (Leiden): 23.10.–28.10., ESO, La Silla, Chile, SEST, spectrometers, The dynamical behaviour of infrared carbon stars;
- F. Kerschbaum (Vienna), M.A.T. Groenewegen, C. Lazaro (IAC), H. Habing (Leiden), J. Hron (Vienna): 23.4.–25.4., IAC, Tenerife, Spanien, 1.5m TCS, IR photometer, A search for long-period carbon Mira variables;
- F. Kerschbaum (Vienna), M.A.T. Groenewegen, C. Lazaro (IAC), H. Habing (Leiden): 30.10.–31.10., IAC, Tenerife, Spanien, 1.5m TCS, IR camera, Near-infrared identification of obscured long-period carbon Mira variables;
- M.D. Lacy (Oxford), L.J. King, S.E. Ridgway (Johns Hopkins): MERLIN (UK radio interferometer network), Lensing in a complete sample of steep spectrum radio sources;
- Y. Mellier (IAP), D. Clowe, P. Schneider, J.-P. Kneib (Toulouse): 11.10, Kanada-France-Hawaii-Telescope, Mauna Kea, Hawaii, CFHT 8x12k, Weak lensing observations of multiple cluster systems;
- Y. Mellier (IAP), F. Bernardeau (Saclay), B. Fort (IAP), B. Jain (Johns Hopkins), R. Maoli (IAP), P. Schneider, S. Seitz, L. van Waerbeke (CITA): 32 hours ESO VLT-UT1/FORS1, Probing cosmological scenarios from cosmic shear measurements;
- P. Petitjean (Paris), S.D.M. White, I. Aretxaga (Puebla), J. Bergeron (Garching), F.R. Bouchet (Paris), S. Cristiani (Garching) M. Dennefeld (Paris), M. Haehnelt (Garching), M. Longhetti (Paris), the TMR Network (Europe) 7.9.–9.9., ESO VLT UT1, Paranal, Chile, FORS1, VLT follow up of the HDF-S: The absorption line–galaxy connection;
- M. Ramella (Osservatorio Astronomico di Trieste, OAT), S. Bardelli (OAT), A. Biviano (OAT), W. Boschin (OAT), A. Diaferio, M. Nonino (OAT): 8.9.–10.9., ESO, La Silla, Chile, 3.6m Telescope, EFOSC 2, Physical properties of groups of galaxies at $z \simeq 0.1$;
- H.-W. Rix (MPIA), C. Wolf (MPIA), P. Schneider, T. Erben: 5 nights in Oct., WFI at the ESO/MPG 2.2 meter telescope, La Silla, Measuring the mass profile of galaxies from galaxy-galaxy lensing;
- S. Seitz (USM), P. Schneider, D. Clowe (MPA), Y. Mellier, B. Fort (IAP), J.-P. Kneib,

R. Pello (Toulouse), L. Da Costa, T. Erben (ESO), R.S. Ellis (IoA), K. Kuijken (RUG), L. Olsen (Copenhagen): 15.8.–17.8., ESO, La Silla, Chile, 2.2m telescope, WFI, The mass function of EIS clusters with $z \leq 0.5$;

T. Theuns (MPA), N. Tanvir (IoA, Cambridge), P. Moller (ESO), G. Hau (U Catolica, Chile) 10.5.–11.5., ESO/MPG 2.2m telescope, La Silla, Chile Finding the first generation of stars at low redshift;

S.D.M. White, N.P. Vogt (Cambridge), R. Genzel (MPE), S. Mao, L. Tacconi (MPE): 26.9.–28.9., Very-Large-Telescope, Canary Islands, Chile, ISSAC, H α Rotation Curves and H-band Imaging of High Redshift ($0.9 < z < 1.4$) Disk Galaxies;

S.D.M. White, N. Vogt (IoA, Cambridge): 26.10.–28.10., ESO, Paranal, Chile, VLT/UT1, ISAAC, H α rotation curves of high redshift disk galaxies;

6 Auswärtige Tätigkeiten

6.1 Gastaufenthalte

G. Börner: Intern. Conference of „Two Decades of Numerical Astrophysics“ (Port Douglas, Queensland, 5.7.–9.7.)

M. Gilfanov: X-ray Astronomy'99. Stellar Endpoints, AGN and the Diffuse Background (Bologna, 6.09–10.09)

M. Gilfanov: The 5th CAS-MPG Workshop on High Energy Astrophysics (Urumqi, 20.09–25.09)

M.G. Haehnelt: ESO workshop „Black Holes in Binaries and Galactic Nuclei“ in Honour of Prof. R. Giacconi (Garching, 6.9.–8.9.)

M.G. Haehnelt: Annual meeting of TMR network „Galaxy Formation“, (Asiago, 31.8.–4.9.)

M.G. Haehnelt: Ringberg workshop „Galaxies in the Young Universe“ (Ringberg, 2.8.–6.8.)

M.G. Haehnelt: Workshop „The Physics of the IGM and the Large Scale Structure of the Universe“ (Haifa, 20.6.–25.6.)

M.G. Haehnelt: Oort Workshop (Leiden, 27.5.–28.5.)

W. Hillebrandt: Colloquium of the DFG-Priority Research Program „Analysis and Numerics for Conservation Laws“ (Magdeburg, 1.2.–3.2.)

W. Hillebrandt: Conference on Computational Physics (CCP99) at the American Physical Society Centennial (Atlanta, USA, 23.3.–26.3.)

W. Hillebrandt: Aspen Workshop on Type Ia Supernovae (Aspen, 14.6.–25.6.)

W. Hillebrandt: Intern. Conf. „Two Decades of Numerical Astrophysics“ (Port Douglas, Australia, 5.7.–9.7.)

W. Hillebrandt: Intern. Workshop on „Astronomy with Radioactivities“ (Schloß Ringberg, 29.9.–2.10.)

H.-Th. Janka: XVth Particles and Nuclei International Conference „PANIC 99“ (Uppsala, 10.6.–16.6.)

H.-Th. Janka: WE-Heraeus-Ferienkurs für Physik „Materie unter extremen Bedingungen – Quantenstatistik in Plasma- und Astrophysik“ (Prerow, 3.10.–16.10.)

K. Jedamzik: „Inner Space/Outer Space: The Interface between Cosmology and Particle Physics“ (Batavia, 26.5.–29.5.)

K. Jedamzik: 2nd ESO/MPA Conference „The First Stars“ (Garching, 4.8.–6.8.)

K. Jedamzik: „COSMO-99: International Conference on Particle Physics and the Early Universe“ (Trieste, 27.9.–2.10.)

- G. Kauffmann: STIS Workshop „Spectrophotometric dating of Stars and Galaxies“ (Annapolis, 25.4.-29.4.)
- G. Kauffmann: Ringberg Workshop „Satellite Galaxies“ (Ringberg, 27.6-2.7.)
- G. Kauffmann: XVth IAP Meeting „Dynamics of Galaxies: from the Early Universe to the present“ (Paris, 9.7.-13.7.)
- G. Kauffmann: „Gravitational Lensing: Recent Progress and Future Goals“ (Boston, 25.7.-30.7.)
- G. Kauffmann: Ringberg Workshop „Galaxies in the Young Universe“ (Ringberg, 2.8.-6.8.)
- G. Kauffmann: ESO Workshop „Black Holes in Binaries and Galactic Nuclei“ (Garching, 6.9.-8.9.)
- G. Kauffmann: Royal Society Discussion Meeting on „The Formation of galaxies“ (London, 3.11.-4.11.)
- W. Kraemer: 4th International Conference „Dissociative Recombination: Theory, Experiment and Applications“ (Naesslingen, 16.6.-20.6.)
- W. Kraemer: 11th European Seminar on Computational Methods in Quantum Chemistry (23.9.-25.9.)
- S. Mao: „Gravitational Lensing: Recent Progress and Future Goals“ (Boston, 25.7.-30.7.)
- F. Meyer: „5th CAS-MPG Workshop on High Energy Astrophysics“: (Urumqi, 20.9.-25.9.)
- F. Meyer: 60th Birthday Symposium in Honour of Brian Warner „Cataclysmic Variables“ (Oxford, 12.4.-16.4.)
- E. Meyer-Hofmeister: „5th CAS-MPG Workshop on High Energy Astrophysics“: (Urumqi, 20.9.-25.9.)
- H.J. Mo: 15th IAP meeting „Galaxy Dynamics: from the Early Universe to the Present“ (Paris, 9.7.-13.7.)
- E. Müller: Workshop „Computational Sciences and Engineering“ (Ascona, Switzerland, 2.5.-7.5.)
- H. Ritter: 60th Birthday Symposium in Honour of Brian Warner „Cataclysmic Variables“ (Oxford, 12.4.-16.4.)
- H.C. Spruit: DFG Rundgespräch ‘Cataclysmic Variables’ (Andreasberg, 21.2.-24.2.)
- H.C. Spruit: Workshop „Gravitational Wave Astrophysics“ at the JENAM’99 Conference (Toulouse, 10.9-11.9.)
- H.C. Spruit: „5th CAS-MPG Workshop on High Energy Astrophysics“: (Urumqi, 20.9.-25.9.)
- H.C. Spruit: ISSI workshop „Solar Variability and Climate“ (Bern, 27.-30.6.)
- R. Sunyaev: Annual Meeting of the Astronomische Gesellschaft (Goettingen, 20.9.-25.9.)

6.2 Übersichtsvorträge

- T. Abel: „H₂ in Space“ Paris, (28.9.-1.10.)
- A. Diaferio: 1st Princeton-PUC Workshop on Astrophysics „Omega“ (Pucon, Chile, 11.1.-14.1.)
- A. Diaferio: IAU Colloquium 174 „Small Galaxy Groups“ (Turku, Finland, 13.6.-18.6.)
- W. Hillebrandt: 10th Annual October Astrophysics Conference in Maryland „Cosmic Explosions!“ (Univ. of Maryland, College Park, USA, 11.10.-13.10.)
- G. Kauffmann: „Structure and Dynamics of Galaxies“ (Venice, 18.3-19.3.)
- H.J. Mo: „Galactic Disks“ (Heidelberg, 3.10.-7.10.)

- E. Müller: Joint European and National Astronomical Meeting 1999 „Gravitational Waves Astrophysics“ (Toulouse, 6.9.–11.9.)
- J. Schäfer: International Conference: „Molecular Hydrogen in Space“ (Paris, 28.9.–1.10.)
- P. Schneider: „VLT Opening Symposium“ (Antofagasta, Chile, 1.4.–4.4.)
- P. Schneider: „Perspectives on Radio Astronomy: Scientific Imperatives at cm and m Wavelengths“ (Amsterdam, 7.4.–9.4.)
- P. Schneider: „Gravitational Lensing: Recent Progress and Future Goals“ (Boston, 25.7.–30.7.)
- P. Schneider: „Galaxies in the young universe“ (Schloß Ringberg, Tegernsee, 2.8.–6.8.)
- R. K. Sheth: „Cosmic Flows“ (Victoria, Kanada 13.7.–17.7.)
- H.C. Spruit: IAU Symposium 195 „Highly Energetic Physical Processes ...“ (Bozeman, Montana 5.7.–10.7.)
- R. Sunyaev: NATO Advanced Study Institute „The Neutron Star—Black Hole Connection“ (Crete, 7.6.–18.6)
- R. Sunyaev: Enrico Fermi School „Plasma Astrophysics“ (Varenna, 6.7.–16.7.)
- R. Sunyaev: ESO Workshop „Black Holes in Binaries and Galactic Nuclei“ (Garching, 6.9.–8.9.)
- R. Sunyaev: „VLT Opening Symposium“ (Antofagasta, Chile, 1.4.–4.4.)
- S.D.M. White: Aspen Winter Astrophysics Meeting „The Local Group“ (Aspen, Colorado, 25.1.–29.1.)
- S.D.M. White: „VLT Opening Symposium“ (Antofagasta, Chile, 1.4.–4.4.)
- S.D.M. White: „Structure and Dynamics of Galaxies“ (Venice, 18.3.–19.3.)
- S.D.M. White: The David N. Schramm Memorial Symposium „Inner Space/Outer Space II“ (Fermilab, Illinois, 25.5.–29.5.)
- S.D.M. White: Ringberg Workshop „Satellite Galaxies“ (Ringberg, 27.6.–2.7.)
- S.D.M. White: IAP Summer Symposium „Galaxy Dynamics: From the Early Universe to the Present“ (Paris, 9.7.–13.7.)
- S.D.M. White: Ringberg Workshop „Galaxies in the Young Universe“ (Ringberg, 2.8.–6.8.)
- S.D.M. White: ESO/MPA conference „The First Stars“ (Garching, 4.8.–6.8.)
- S.D.M. White: ESO Workshop „Black Holes in Binaries and Galactic Nuclei“ (Garching, 6.9.–8.9.)

6.3 Beurlaubungen

J. C. Niemeyer: (1.1.–31.12.99) Universität of Chicago.

7 Wissenschaftliche Arbeiten

7.1 Stellare Physik

Aufbau und Entwicklung von Sternen.

Im Rahmen seiner Doktorarbeit (innerhalb des Sonderforschungsbereiches 375) stellte H. Schlattl das Garching Sonnenmodell fertig; es wurde z. B. für Fragen der Axionen- und Neutrino-physik verwendet (darunter erstmalige vollständige Behandlung der 3-Flavour-Oszillationen). Ebenfalls massearme Sterne betreffen die Arbeiten zu Kugelsternhaufen: Zunächst wurde gezeigt (Salaris, Weiss und Degl’Innocenti), daß das Alter der Kugelsternhaufen mit dem Expansionsalter des Universums verträglich ist. Die gefundenen niedri-

geren Haufenalter (unter 14 Milliarden Jahre) wurden später durch Hipparcos-basierte Entfernungen bestätigt. In weiteren Arbeiten wurde dann die Altersverteilung der Haufen bestimmt. Insgesamt ergibt sich ein Bild von etwa gleich alten Haufen in allen Metallgehaltsbereichen, wobei um einige Milliarden Jahre jüngere Haufen vermehrt bei höherem Metallgehalt auftreten. Die jüngsten Scheibenhaufen (z. B. 47 Tuc) sind dann so alt wie die ältesten Scheibensterne. Die Arbeiten auf dem Gebiet massearmer Sterne werden in enger Zusammenarbeit mit mehreren italienischen Gruppen (in Padua, Pisa und Teramo) und mit M. Salaris (Liverpool) durchgeführt.

Bei Sternen mittlerer Masse steht die theoretische Herleitung und Begründung der empirisch gefundenen Leuchtkraftfunktion Planetarischer Nebel im Vordergrund. Dieses Projekt wird von P. Marigo (Padua, ehemals MPA) gemeinsam mit M. Groenewegen und A. Weiss durchgeführt. Es werden synthetische AGB-Entwicklungsrechnungen verwendet, die auf kompletten Sternmodellen fußen, welche am MPA berechnet wurden. – Im selben Massenbereich angesiedelt sind die Arbeiten von M. Groenewegen, der die Infrarot-Eigenschaften später Sterne durch Beobachtungen (mit mehreren europäischen Kollegen an allen größeren Teleskopen) und theoretische Analysen (Strahlungstransport) untersucht. Daneben beschäftigt er sich mit statistischen Effekten in Hipparcos-Parallaxen, und insbesondere damit, wie sich diese auf die daraus hergeleitete Entfernung zur Großen Magellanschen Wolke auswirken.

Aspekte der Populations-Synthese betreffen Projekte mit dem Observatorium in Padua (Girardi, Chiosi & Salasnich) und G. Worthey (Davenport, USA). Im ersten wird die Padua-Sternmodell-Bibliothek um Modelle mit angereicherten α -Elementen erweitert, im zweiten wird der Einfluss von unterschiedlichen Häufigkeiten einzelner Metalle auf die Effektivtemperaturen (und damit Farben) von Sternen modelliert.

Doppelsternsysteme.

In einem langfristig angelegten Projekt mit Kollegen der Universitäten von Leicester und Milton Keynes (UK) und dem Astronomie-Department in Baton Rouge (USA) erforscht H. Ritter die Langzeit-Entwicklung von Doppelsternen. Schwerpunkte dieser Arbeiten sind die gegenseitige Beeinflussung der Komponenten (Bestrahlung) und die Konsequenzen für Entstehung und Entwicklung von Millisekunden-Pulsaren, sowie die Entwicklung langperiodischer Systeme.

Sternanalysen und extragalaktische Astronomie.

R.-P. Kudritzki und eine Gruppe am Institut für Astronomie und Astrophysik der Universität München haben grundlegende Diagnoseverfahren entwickelt, mit denen das Licht von leuchtkräftigen blauen Überriesen und von post-AGB-Sternen auch in weit entfernten Galaxien (beobachtet mit den neuen Teleskopen der 10-m-Klasse) analysiert werden kann. Diese wurden bereits auf Sterne in der Lokalen Gruppe angewandt, um deren Zusammensetzung und stellare Winde zu bestimmen und um einen neuen, vielversprechenden Entfernungsindikator, die „Windmoment-Leuchtkraftbeziehung“ zu entwickeln. Ebenso wurde durch VLT-Beobachtungen die Natur extremer Ly α -emittierender Galaxien bei hoher Rotverschiebung untersucht. – Die Struktur von Galaxien, ihr Gehalt an dunkler Materie und ihre Entfernung kann auch mittels Planetarischer Nebel bestimmt werden. So haben Kudritzki und Mendez die Galaxie NGC 4697 im Virgo-Haufen am VLT beobachtet und Hunderte von Planetarischen Nebeln entdeckt, die zur Bestimmung der Kinematik dieser Galaxie herangezogen werden können. Im selben Galaxienhaufen wurde von beiden auch eine signifikante Zahl von „intra-cluster“ Planetarischen Nebeln im Rahmen eines großen internationalen Forschungsprogrammes gefunden. Die Existenz solcher Objekte zwischen Galaxien stellt eine große Herausforderung an theoretische Modelle der Galaxienentstehung dar.

Kometen.

Die Kometengruppe am MPA ist auf MHD auf großen Skalen, insbesondere auf die Wechselwirkungen zwischen Sonnenwind und Kometenschweif-Plasma spezialisiert. R. Wegmann

führte zeitabhängige dreidimensionale Rechnungen in Zusammenarbeit mit K. Jockers und T. Bonev (Katlenburg/Lindau) durch, die die Reaktion des Plasmas auf Störungen durch den Sonnenwind und die Verteilung von Wasserionen im Schweif betrafen. Mit H.-U. Schmidt, K. Dennerl und J. Englhauser (MPE Garching) wurde auch der Ladungsaustausch zwischen Sonnenwind-Ionen und neutralen Schweifmolekülen verfolgt, um damit Röntgenflüsse, wie sie von ROSAT gemessen wurden, zu erklären.

7.2 Nukleare und Neutrino-Astrophysik

Die Untersuchung der Physik von Typ-II-Supernovae war im Berichtszeitraum ein aktives Forschungsfeld der Gruppe. Diese Arbeiten sind auch ein Teilprojekt des SFB 375 an der TU München. Sie schließen das Studium der Explosion von Neutronensternen in der Nähe ihrer minimalen Grenzmasse ein (W. Hillebrandt, in Zusammenarbeit mit K. Sumiyoshi, H. Suzuki und S. Yamada von der Universität Tokyo). Sie beschäftigen sich mit der Entwicklung neuer Methoden für den Transport von Neutrinos in dichter Supernova-Materie (M. Rampp, H.-Th. Janka und S. Yamada), und es gelang, einen Weg aufzuzeigen, wie die Transportgleichungen für Neutrinos mit Hilfe eines variablen Eddington-Faktors sehr genau und effizient gelöst werden können. Diese Methode wird es erlauben, in Zukunft auch in zweidimensionalen Simulationen den Neutrino-Transport über die bisher benutzten sehr groben Approximationen hinaus zu berücksichtigen. Ergänzend hierzu wurden von S. Hardy (einem Marie-Curie-Fellow am MPA), H.-Th. Janka und G. Raffelt (MPI für Physik) neue Neutrino-Opazitäten für dichte Materie berechnet, die Nukleon-Nukleon-Korrelationen und Effekte von möglichen Magnetfeldern berücksichtigen. In letztgenannter Arbeit wurde ein Weg aufgezeigt, wie die Neutrinoabstrahlung von einem gerade entstandenen Neutronenstern anisotrop werden kann, wodurch vielleicht die Frage zu beantworten ist, wie manche Neutronensterne ihre hohe Geschwindigkeit erhalten haben; denn wie H.-Th. Janka und G. Raffelt auch gezeigt haben, können diese Geschwindigkeiten nicht durch Neutrino-Oszillationen erklärt werden.

Doch die Arbeiten zu Core-collapse Supernovae beschäftigen sich nicht nur mit mikrophysikalischen Aspekten. Es wurden auch multi-dimensionale Simulationen dieser Ereignisse durchgeführt, die die am MPA entwickelten numerischen Codes benutzten. W. Keil und H.-Th. Janka fanden heraus, daß das Innere eines neugeborenen Neutronensterns instabil ist gegenüber Ledoux-Konvektion, ein Effekt, der die Neutrinoleuchtkraft beträchtlich erhöht und zum Erfolg der derzeit favorisierten Explosionsmodelle für Typ-II- und Typ-Ib,c-Supernovae wesentlich beitragen kann. Diese Modelle wurden auch benutzt, um neue Grenzen für die Eigenschaften von nicht-standard Neutrinos zu setzen (H.-Th. Janka und G. Raffelt). Schließlich diente ein am MPA neu entwickelter AMR-Code dazu, multidimensionale Effekte auf die Nukleosynthese während der Explosion zu berechnen (K. Kifonidis, E. Müller und H.-Th. Janka). Sie führten erstmals zweidimensionale Simulationen durch, die mit realistischer Mikrophysik und weitgehend parameterfrei die Explosion eines massereichen Sterns über mehrere Stunden verfolgten und Vorhersagen über die Häufigkeiten und die räumliche Verteilung radioaktiver Isotope machen konnten.

Neutrinos spielen auch eine Schlüsselrolle bei der Verschmelzung zweier Neutronensterne oder bei der Verschmelzung eines Neutronensterns mit einem Schwarzen Loch; denn der größte Teil der Energie wird in diesen Fällen in Form solcher schwach-wechselwirkender Teilchen freigesetzt. Es wird allgemein angenommen, daß ihre Vernichtung in e^+e^- -Paare der Grund für γ -Strahlen-Ausbrüche ist und zumindest eine Unterklasse dieser Ausbrüche erklären kann. Simulationen dieser Ereignisse wurden von H.-Th. Janka, M. Ruffert (jetzt an der Universität Edinburgh) und Th. Eberl durchgeführt, mit Unterstützung durch K. Takahashi, M. Rampp und G. Schäfer (Universität Jena). Obwohl ein Nachteil ihrer Rechnungen ist, daß Effekte der Allgemeinen Relativitätstheorie vernachlässigt wurden, sind sie dadurch, daß die relevante Mikrophysik ebenso wie die Abstrahlung von Gravitationswellen in Post-Newtonscher Näherung berücksichtigt wurden, die derzeit wohl am weitesten fortgeschrittenen Simulationen dieser Art. So konnte gezeigt werden, daß diese Klasse von Modellen die energiereichsten Ausbrüche sicher nicht beschreiben kann.

Seit einigen Jahren werden in der Gruppe auch Fragen im Zusammenhang mit thermonuklearem Brennen in Sternen behandelt, mit dem Schwerpunkt auf der Verbrennungsphysik in Novae und (Typ Ia) Supernovae. Im Fall der Novae ist die interessante Frage, wie turbulente Konvektion mit der nuklearen Fusion von Wasserstoff in Helium auf der Oberfläche eines Weißen Zwergs wechselwirkt, ein Prozeß, der Ähnlichkeit mit Waldbränden hat. Für Typ-Ia-Supernovae ist hingegen die Frage, wie eine thermonukleare Brennfront, in der Kohlenstoff und Sauerstoff zu ^{56}Ni fusionieren, sich in der entarteten Materie im Inneren eines Weißen Zwergs fortbewegt. Da im letzteren Fall die Brennfront nur Bruchteile eines Millimeters dick ist, sind die Probleme sehr ähnlich wie die in Verbrennungsmotoren.

In einer Serie von Arbeiten dieser Gruppe (W. Hillebrandt, M. Lisewski, J.C. Niemeyer (University of Chicago), M. Reinecke, in Zusammenarbeit mit S.E. Woosley (Santa Cruz), A. Kerstein (Sandia, Livermore) und R. Klein (TU Berlin)) wurde gezeigt, daß die Verbrennung als eine laminare Unterschallflamme beginnt, die dann aber durch hydrodynamische Turbulenz auf einige Prozent der Schallgeschwindigkeit beschleunigt wird. Die Simulationen ergaben, daß in vielen der untersuchten Fälle dieser Effekt ausreicht, den Stern zur Explosion zu bringen. Die Simulationen zeigten weiter, daß die Explosionsenergie (und folglich die Leuchtkraft) einer thermonuklearen Supernova von der chemischen Zusammensetzung des Weißen Zwergs abhängt, was die Möglichkeit eröffnet, daß Entwicklungseffekte die Helligkeit von Supernovae bei hohen Rotverschiebungen beeinflussen. Die numerischen Verfahren für die Durchführung dieser Simulationen, ein Frontverfolgungsalgorithmus, gekoppelt an eine Finite-Volumen-Methode zur Lösung der hydrodynamischen Gleichungen, wurden von der Gruppe entwickelt. Die bisher aufwendigsten Simulationen klassischer Novae in drei Raumdimensionen wurden auf der Cray T3E des Rechenzentrums Garching von A. Kercek, W. Hillebrandt und J.W. Truran (University of Chicago) durchgeführt.

Neben numerischen Simulationen hat die Gruppe auch begonnen, sich mit mehr experimentell bzw. auf Beobachtungen ausgerichteten Projekten zu beschäftigen. So hat G. Contardo in Zusammenarbeit mit der ESO (B. Leibundgut, W. Vacca) bolometrische Lichtkurven für einen Satz gut beobachteter Typ Ia Supernovae kompiliert. In einer Zusammenarbeit mit dem MPE (R. Diehl) wurde der γ -Fluß in den Zerfallslinien von radioaktivem ^{44}Ti aus Supernovaüberresten (und insbesondere Cas A) untersucht (Y.S. Mochizuki (Tokyo), K. Takahashi, H.-Th. Janka und W. Hillebrandt). Es konnte gezeigt werden, daß wegen der Vernachlässigung wichtiger atomarer Effekte in früheren Rechnungen die Häufigkeit von ^{44}Ti im Regelfall überschätzt wurde. Schließlich waren Versuche, radioaktive Isotope von nahen Supernovae auf der Erde nachzuweisen, erstmals erfolgreich. K. Knie, G. Korschinek, Thomas Faestermann, C. Wallner (alle TU München), J. Scholten (Universität Kiel) und W. Hillebrandt konnten mit Hilfe der Beschleunigermassenspektrometrie ^{60}Fe in Tiefseesedimenten nachweisen. Diese Messungen, die eine Empfindlichkeit von 10^{-19} erforderten, wurden am Beschleuniger in München durchgeführt. Die wahrscheinlichste Erklärung ist, daß das ^{60}Fe von einer Supernova stammt, die vor einigen Millionen Jahren in der Nähe des Sonnensystems explodierte.

7.3 Numerische Hydrodynamik

Im Berichtszeitraum wurden am MPA neue numerische Methoden und Programme entwickelt und zur Untersuchung aktueller astrophysikalischer Fragestellungen eingesetzt. Das gilt für die Simulation relativistischer Strömungen (Harald Dimmelmeier, José Antonio Font, Tobias Leismann, Ewald Müller, Leonhard Scheck), die Modellierung des Neutrino-transportes in Core-Kollaps-Supernovae (Hans-Thomas Janka, Markus Rampp), die Simulation des turbulenten thermonuklearen Brennens in Novae und Typ-Ia-Supernovae (Anton Gröbl, Wolfgang Hillebrandt, Andreas Kercek, Martin Lisewski, Martin Reinecke), sowie für die Simulation der Nukleosynthese und Klumpenbildung in Core-Kollaps-Supernovae (Hans-Thomas Janka, Konstantinos Kifonidis, Ewald Müller, Tomasz Plewa).

Ein großes Projekt (geleitet von Ewald Müller) galt der Entwicklung von numerischen Methoden und Programmen zur Simulation relativistischer Strömungen, wie sie z. B. in Jets von aktiven galaktischen Kernen und galaktischen Röntgendoppelsternen, in Modellen

von Gammablitzquellen und in Akkretionsströmungen auf und bei der Entstehung von Neutronensternen und Schwarzen Löchern auftreten.

Im Rahmen einer Zusammenarbeit, die durch ein bilaterales Abkommen zwischen der spanischen Forschungsgesellschaft (CSIC) und der MPG sowie durch die Regierung der Provinz von Valencia gefördert wurde, haben Miguel Angel Aloy, José M^a. Ibáñez, José M^a. Martí (University of Valencia) und Ewald Müller ein vielseitig einsetzbares, hocheffizientes, parallelisiertes, relativistisches 3D-Hydrodynamikprogramm (GENESIS) entwickelt, das die speziell relativistischen Strömungsgleichungen in einer beliebigen statischen Hintergrundmetrik löst. Das Programm ist in der Lage, ultrarelativistische Strömungen mit Geschwindigkeiten von bis 99,999 999 999 % der Lichtgeschwindigkeit zu simulieren.

Mit GENESIS wurde, weltweit erstmalig, die Propagation und Stabilität von 3D relativistischen Jets in einer Minkowski-Raumzeit untersucht, sowie 2D axisymmetrische relativistische Jets von Kollapsaren in einer Schwarzschild-Hintergrundraumzeit. Letztgenannte Simulationen zeigen, daß sich aufgrund einer im Kollapsarmodell zu erwartenden lokalen Energiedeposition nahe der Rotationsachse des Kollapsars, relativistische Jets mit Lorentzfaktoren von bis 50 ausbilden. Diese sind stark kollimiert, räumlich inhomogen und zeitlich sehr variabel.

José Antonio Font, Ewald Müller und Florian Siebel haben in Zusammenarbeit mit Philip Papadopoulos (University Portsmouth) begonnen, ein allgemein-relativistisches Hydrodynamikprogramm zu entwickeln, das mit einem Löser der Einsteinschen Feldgleichungen gekoppelt ist. Das Programm verwendet eine Raumzeitfoliation entlang Lichtzylindern, sowie eine charakteristische Formulierung der Hydrodynamik und der Einsteinschen Feldgleichungen. Das Projekt ist Teil der internationalen GRACE-Kollaboration, an der Forscher aus Südafrika, Spanien, Großbritannien, den USA und Deutschland beteiligt sind.

Ein weiteres größeres Projekt betraf die Entwicklung eines Programms zur adaptiven Gitterverfeinerung (AMR), das es gestattet, Strömungen mit sehr hoher räumlicher Auflösung bei einer minimalen Anzahl von Gitterzellen zu simulieren. Diese Eigenschaft von AMR ist von großem Vorteil in der Astrophysik, da die zu simulierenden Probleme oft verschiedene Längen- und Zeitskalen involvieren, die sich um viele Größenordnungen unterscheiden. Für dieses Projekt war die Zusammenarbeit mit Tomasz Plewa (Copernicus Center Warsaw) von entscheidender Bedeutung. Er stellte sein 2D AMR Programm zur Verfügung, das von ihm, Konstantinos Kifonidis und Ewald Müller so erweitert wurde, daß es nun für die Modellierung selbstgravitierender, mehrkomponentiger 3D Strömungen mit thermonuklearem Brennen geeignet ist.

Das neue Programm AMRA (AMR for Astrophysics) wurde von Konstantinos Kifonidis verwendet, um die Nukleosynthese während des explosiven Silizium- und Sauerstoffbrennens, als auch die Bildung von Klumpen in der Hülle von Core-Kollaps-Supernovae zu studieren. Erstmals konnte er die Propagation der Supernovastöße von ihrem Entstehungsort nahe der Neutronensternoberfläche bis in die Wasserstoffhülle verfolgen. Seine Ergebnisse zeigen, daß alle früheren Simulationen des durch Rayleigh-Taylor-Instabilitäten verursachten Mischens in Core-Kollaps-Supernovae, welche nur die Entwicklung ab 300 sec nach dem Rückprall modellieren konnten, von zu sehr vereinfachten Anfangsbedingungen ausgegangen sind, da sie die Klumpenbildung während der ersten Minuten der Explosion unberücksichtigt ließen.

Martin Reinecke, Wolfgang Hillebrandt, Jens Niemeyer (University of Chicago) and Anton Gröbl haben in Zusammenarbeit mit Ruppert Klein (Konrad-Zuse-Zentrum, Berlin) turbulente Deflagrationen in Weißen Zwergen, die als Supernova vom Typ Ia explodieren, untersucht. Dazu verwendeten sie die Level-Set-Methode und beschrieben die Brennfront als mathematische Diskontinuität. Ein Large-Eddy-Simulationsprogramm diente der Beschreibung der großskaligen Strömung. Es basiert auf dem finiten Volumenverfahren PROMETHEUS. Die kleinskalige Strömung wurde mit Hilfe eines Sub-Grid-Modells behandelt. Diese Vorgehensweise wurde auch von Anton Gröbl und Wolfgang Hillebrandt zur Simulation der Wasserstoffverbrennung in einem festen Behälter unter irdischen Bedingungen

verwendet. Dies zeigt, daß numerische Modelle, die an sich zur Simulation astrophysikalischer Strömungsprobleme entwickelt wurden, auch zum Studium von Verbrennungsvorgängen in Automotoren Anwendung finden können, da diesen die gleichen physikalischen Prozesse zugrunde liegen.

Ein drittes Projekt beschäftigte sich mit der Kopplung von Hydrodynamik und Neutrino-transport in Core-Kollaps-Supernovae. Es wird allgemein angenommen, daß Energieübertrag von Neutrinos auf die Materie, die einen entstehenden Neutronenstern umgibt, der Auslöser für die Supernovaexplosion eines massereichen Sterns ist. Numerische Simulationen haben die Wirksamkeit dieses Explosionsmechanismus im Prinzip gezeigt. Allerdings stellte sich dabei heraus, daß der Erfolg einer Explosion sehr empfindlich von der Leuchtkraft und der spektralen Energieverteilung der Neutrinos abhängt. Da für eine verlässliche Aussage beide Größen mit einer Genauigkeit von wenigen Prozent bekannt sein müssen, sind die bisher in den Simulationen verwendeten Methoden zur Beschreibung des Neutrino-transport (energieabhängige, flusslimitierte Diffusion) zu ungenau. Dies gilt insbesondere für das (für Neutrinos) semi-transparente Gebiet etwas außerhalb des entstehenden Neutronensterns.

Da Monte-Carlo-Verfahren zur Beschreibung des Neutrino-transport im Rahmen einer hydrodynamischen Simulation wegen des exorbitanten Rechenzeitaufwands auf absehbare Zeit nicht in Frage kommen, müssen andere direkte Lösungsmethoden der Boltzmann-Transportgleichung in Betracht gezogen werden. In der sogenannten S_N -Methode wird zur Lösung der Boltzmann-Gleichung eine vierdimensionale Diskretisierung der Variablen (Radius, Streuwinkel, Energie, Zeit) verwendet. Diese Methode ist aber nicht mehr praktikabel sobald eine große Anzahl von Winkel- und Energieintervallen zur genauen Beschreibung des Transport notwendig wird oder wenn die Methode auf mehrere Raumdimensionen erweitert werden soll. Daher haben Markus Rampp und Hans-Thomas Janka eine andere genaue und effiziente Methode implementiert, die der S_N -Methode überlegen ist. Sie verwenden diskretisierte Momentengleichungen und bestimmen den darin vorkommenden Eddingtonfaktor, indem sie die winkelabhängige Boltzmann-Gleichung lösen. Im Falle von eindimensionalen (radialen) Strömungen ist die Methode flexibel, effizient und ähnlich genau wie die S_N -Methode. Andererseits gestattet sie eine bessere Winkelauflösung und kann auch im Falle von mehrdimensionalen Strömungen ohne allzu großen zusätzlichen Rechenzeitaufwand verwendet werden. Mit ihrer Methode haben Markus Rampp und Hans-Thomas Janka inzwischen einen sphärischen Core-Kollaps berechnet. Für einen 15 Sonnenmassenstern finden sie keine Explosion, obwohl die Neutrino-Leuchtkraft gegenüber den älteren Simulationen mit energieabhängiger, flusslimitierter Diffusion erhöht ist.

7.4 Hoch-Energie Astrophysik

Fast alle großen Entwicklungen in der modernen Hoch-Energieastrophysik, wie der Nachweis der kosmologischen Entfernungen von Gamma-Blitzen oder die Entdeckung von Millisekunden-Ereignissen in akkretierenden Neutronensternen, werden von Beobachtungen im Bereich der Röntgen- und Gammastrahlen ermöglicht. Aus diesem Grund ist das Hauptziel der von Rashid Sunyaev geleiteten Gruppe, die theoretische Entwicklung dieses Feldes mit den neuesten Analysemethoden für die Beobachtungsdaten zu komplementieren.

Die Forschung am MPA im Hoch-Energiebereich reicht von Untersuchungen von galaktischen kompakten Objekten – akkretierenden Schwarzen Löchern und Neutronensternen – bis zur Untersuchung von extragalaktischen Quellen wie Gamma-Blitzen und dem heißen intergalaktischen Gas in Galaxienhaufen. Die Ähnlichkeiten in den physikalischen Prozessen und der Gebrauch von Informationen gewonnen mit modernen Satelliten-Observatorien verbinden diese unterschiedlichen Themen. Die Gruppe macht aktiv Gebrauch von Daten der ROSAT-, MIR-KVANT-, ASCA-, GRANAT- und RXTE-Observatorien und trifft Vorbereitungen für die Analyse von Ergebnissen der Chandra-, XMM-, ASTRO-E-, INTEGRAL- und SPEKTRUM-X-Missionen. Die Gruppe liefert auch wissenschaftliche Unterstützung für zukünftige Projekte die zu wesentlichen Fortschritten bis zur hochauflösenden Röntgenspektroskopie und der Zeitanalyse im Mikrosekundenbereich führen werden.

Röntgendoppelsterne

Die hohe Zeitauflösung von RXTE hat neuerdings die Möglichkeit der Beobachtung schneller Variabilität von Röntgenquellen eröffnet. Die H.E.A Gruppe am MPA hat dieses Instrument für die Untersuchung von akkretierenden Schwarzen Löchern genutzt.

Comptonisierung von weichen Photonen in einer heißen, optisch dünnen Elektronenwolke in der Nähe des Lochs wird für verantwortlich gehalten für die harte Röntgenstrahlung mit einem Spektrum, das im Standard-Röntgenbereich ungefähr ein Potenzgesetz darstellt. Die Abweichungen von diesem Gesetz, verursacht durch Reflexion an der optisch dicken Akkretionsscheibe, sind gering aber von ausschlaggebender Bedeutung für das Verständnis der Geometrie der Akkretionsströmung. In diesem Sinne haben M. Gilfanov und E. Churazov in Zusammenarbeit mit M. Revnivtsev vom IKI systematisch den Zusammenhang von spektralem Verhalten und zeitlicher Variabilität in drei Doppelsternen, die Schwarze Löcher enthalten, untersucht. Sie fanden einen engen Zusammenhang zwischen den spektralen Parametern und den charakteristischen Rausch-Frequenzen, und deuten dies als Anzeichen für eine Kühlung des Comptonisierenden Gebietes, einhergehend mit einer Verlagerung des Innenrandes der optisch dicken Scheibe nach innen, einer Zunahme des Reflexionsanteils, und Zunahme der charakteristischen Frequenzen. Sie analysierten die Daten in einer neuartigen Weise, mittels einer nach Frequenz aufgelösten spektralen Methode, und fanden, daß bei hohen Frequenzen die reflektierte Komponente den Änderungen im Comptonisierungsgebiet nicht mehr folgt, was eine wichtige Einschränkung für die Größe des reflektierenden Gebietes liefert.

Weiter die sich ansammelnde Evidenz verfolgend, daß die charakterischen Frequenzen in Powerspektren von Schwarzen Löchern eng mit dem inneren Scheibenrand zusammenhängen, haben sich E. Churazov und M. Gilfanov, in Zusammenarbeit mit S. Trudolyubov vom IKI auf die berühmte galaktische 'Überlichtgeschwindigkeitsquelle' GRS 1915+105 konzentriert, wofür RXTE eine außerordentlich reiche Datenmenge geliefert hat. Sie fanden eine klare Korrelation zwischen den Frequenzänderungen der QPO's und der Frequenz selbst, die in auffallend guter Übereinstimmung ist mit der erwarteten Abhängigkeit zwischen der viskosen Zeitskala und der Keplerfrequenz in der strahlungsdominierten Scheibe. Dies macht Ein- und Auswärtsbewegung des Innenrandes der Scheibe zu einer wahrscheinlichen Erklärung für das manchmal bizarre Verhalten der Quelle. Die Korrelation der QPO-Frequenz mit Leuchtkraft und Temperatur der weichen Röntgenkomponente passt auch in dieses Bild.

Ein anderes Rätsel, das viel Aufmerksamkeit auf sich zieht, ist das zeitlich begrenzte Aufleuchten der großen Mehrheit der Schwarzen Löcher in Doppelsternen mit massenarmen Begleiter (BHLMXB). Zwei Objekte nahe des galaktischen Zentrums aber (1E1740.7-2942 und GRS1758-258), die wahrscheinlich zu der gleichen Klasse gehören, sind permanente aber variable Quellen. Wenn thermische Instabilität der Akkretionsscheibe im Bereich der partiellen Wasserstoffionisation verantwortlich ist für die Ausbrüche von BHLMXB's, dann würde das permanente Leuchten dieser beiden Quellen darauf hinweisen, daß die Masse ihrer Schwarzen Löcher gering und ihre Bahnperiode kurz ist.

Die oben erwähnte Quelle – 1E1740.7-2942 – hat viele zusätzliche Besonderheiten. Insbesondere glaubt man, daß sie sich innerhalb einer dichten Molekularwolke befindet. Dies liefert eine einzigartige Möglichkeit, die Eigenschaften der Quelle durch ihren Einfluss auf die dichte Umgebung zu studieren. R. Sunyaev und S. Grebenev (IKI) betrachteten, wie UV-Photonen aus den Außengebieten der Scheibe eine Hülle aus ionisiertem Wasserstoff um die Quelle erzeugen, die sich stark unterscheidet von konventionellen HII-Regionen. Mit Hilfe von Beobachtungen im Radiobereich errechneten sie starke Einschränkungen auf das mögliche UV- und EUV-Spektrum der Scheibe.

Quasare und Mikroquasare

GRS1915+105 ist einer von drei bekannten Mikroquasaren – akkretierenden Röntgendoppelsternen, die Materiestrahlen (Jets) mit Überlichtgeschwindigkeit zeigen. Die Jets in

diesen Quellen werden als verkleinerte Ausgaben der Jets in Radiogalaxien und Quasaren angesehen. Auf der Basis dieser Idee haben C.R. Kaiser, R. Sunyaev und H. Spruit ein analytisches Modell entwickelt für die Radiosynchrotronstrahlung, die verursacht wird durch eine Stoßfront, die entlang eines konischen, magnetisierten Plasmajets läuft. Dieses Modell ist äquivalent zu den internen Stoßfrontmodellen für extragalaktische Radioquellen und erklärt erfolgreich das zeitliche und spektrale Verhalten der beobachteten Radiostrahlung von galaktischen Mikroquasaren während ihrer Ausbrüche. Es kann auch erklären, warum diese Objekte semi-permanente Jets haben und löst einige Unstimmigkeiten der früheren Plasmon-Modelle auf.

C.R. Kaiser hat eine analytische Methode für die Untersuchung der räumlichen Verteilung der Radiostrahlung starker Radiogalaxien entwickelt. Diese Methode benutzt Radiokarten mäßiger Auflösung und erlaubt die quantitative Bestimmung der Eigenschaften der Jets sowie des Gases in ihrer Umgebung. Die Ergebnisse sind in guter Übereinstimmung mit direkten Röntgenmessungen der Gasdichte in der Nähe des Cygnus-A Jets. Kaiser hat eine vereinfachte Methode entwickelt, womit die Umgebung einer großen Zahl von Radio-lauten AGNs in einer uniformen Weise analysiert werden kann.

In Zusammenarbeit mit P.N. Best (Uni Leiden) und J. Dennerth (Uni Groningen) hat C. Kaiser eine Beoberkungskampagne angefangen, um die Faradayrotation, die in der Richtung einer Anzahl von extragalaktischen Radioquellen gemessen wird, zu studieren und zu interpretieren. Diese Untersuchung wird die möglichen Gasdichten und die Magnetfeldstärken in der Nähe dieser Objekte einschränken, und wird erlauben, die Abhängigkeit dieser Größen von Rotverschiebung und Radioleuchtkraft zu studieren. Die ersten Beobachtungen sind gemacht worden und für Anfang 2000 wird der Abschluss des Projektes erwartet.

Untersuchungen an Gammablitzen

Das Jahr 1997 stellt den Anfang der 'Ära des Nachleuchtens' in Untersuchungen von Gammablitzen (GRB) dar. Die schnelle und genaue Lokalisierung von GRBs durch das BeppoSAX-Observatorium war unentbehrlich, um den Zusammenhang zwischen GRBs und Quellen abklingender Röntgen-, optischen und Radio-Emission, die Wochen bis Monate nach dem Hauptereignis andauern, festzustellen. Das fehlende Glied war die Beobachtung direkt nach dem Blitz, wenn der Lorentzfaktor der relativistischen Expansion vermutlich maximal ist. Eine Suche im Archiv des GRANAT-Observatoriums, durchgeführt von M. Gilfanov in Zusammenarbeit mit R. Burenin, A. Tkachenko und O. Terekhov vom IKI und A. Vikhlinin vom CfA, lieferte die Entdeckung derartiger Nachleuchtens für verschiedene helle GRBs. Besonders interessant ist dabei eine plötzliche Änderung des Spektralindex am Ende des eigentlichen Blitzes, die bei den beiden hellsten Ereignissen gefunden wurde. Im Rahmen des Feuerballmodells könnte diese Änderung mit dem Augenblick zusammenhängen, wenn die Synchrotronemission der externen Stoßwelle die der internen Stoßwelle überschreitet. Auffallend ist, daß das Nachleuchten einem fast perfekten Potenzgesetz über fünf Dekaden in Zeit folgt.

Das GRANAT-Programm hat insgesamt 9 Jahre erfolgreich gearbeitet. Neuerdings hat R. Sunyaev, in Zusammenarbeit mit Forschern vom IKI (Russland), DSRI (Dänemark), und CERN (Frankreich), einen Katalog von Gammablitzen, beobachtet mit den WATCH und PHEBUS Instrumenten an Bord dieses Observatoriums, veröffentlicht. Der PHEBUS-Katalog ist öffentlich zugänglich über den Onlinedienst des High Energy Astrophysics Science Archive Research Center des NASA/GSFC.

R. Popham hat in Zusammenarbeit mit S. Woosley und C. Fryer (beide UC Santa Cruz) Schwarze Löcher bei extrem hohen Akkretionsraten von 0.01 bis 10 Sonnenmassen pro Sekunde studiert. Dies sind im Augenblick mögliche Kandidaten für die 'zentralen Maschinen' von Gammablitzen. Sie fanden, daß für Akkretionsraten von mehr als einigen hundertstel Sonnenmassen pro Sekunde auf ein sich rasch drehendes Loch, Neutrino-Antineutrinoannihilation den Feuerball erzeugen kann, von dem angenommen wird, daß er einen Gammablitz verursacht.

S. Mao und H.J. Mo haben den Zusammenhang zwischen der Frequenz von Gammablitzen und der beobachteten globalen Sternbildungsrate im Universum untersucht. Sie fanden, daß eine Proportionalität der Gammablitz-Entstehungsrate zu der Sternbildungsrate die beobachtete Eigenschaften der Blitze gut reproduziert. Dieses Modell sagt vorher, daß die Verteilung um eine kosmologische Rotverschiebung von $z = 1$ konzentriert ist; ungefähr 15 % der Wirtsgalaxien der Blitze befinden sich nach dem Modell bei $z > 2.5$. Die Wirtsgalaxien von Gammablitzen sind außerdem sehr schwach (I-Magnituden zwischen 21.5 und 28) und klein (die meisten mit einer Halbachse von weniger als einer Bogensekunde). Diese Vorhersagen werden von den Dutzenden bis jetzt beobachteten Wirtsgalaxien bestätigt.

Galaxienhaufen

Räumlich aufgelöste Röntgendaten sind eine hochwertige Quelle von Informationen über den dynamischen Zustand von Galaxienhaufen. E. Churazov und M. Gilfanov (in Zusammenarbeit mit Bill Forman und Christine Jones am CfA) haben eine stabile und numerisch effiziente Methode entwickelt, um zweidimensionale Karten der Temperaturverteilung in Haufen zu erstellen. Ein Beispiel ist der Centaurushaufen. Die Galaxien in diesem Haufen zeigen eine bimodale Verteilung und es gibt eine erhöhte Röntgenoberflächenhelligkeit südöstlich vom Zentrum des Haufens. Dies deutet darauf hin, daß diese zwei Unterhaufen entweder dabei sind zu verschmelzen oder daß sie nur übereinander projiziert erscheinen. Die Temperaturkarte hebt diese Zweideutigkeit auf. Daten von viel höherer Qualität werden bald von den Chandra und XMM-Instrumenten zur Verfügung stehen; das Verfahren wird im Augenblick für diese Daten erweitert.

Die Radioastronomie bietet einen zusätzlichen Weg zum Studium von Galaxienhaufen. Torsten Enßlin arbeitet mit bei zwei Beoberkungskampagnen zur Messung von Stärke und Morphologie des Magnetfeldes in Haufen. Eine davon ist eine 74 MHz VLA-Beobachtung des Comahaufens und dessen Umgebung, durchgeführt in einer internationalen Zusammenarbeit von vielen Fachleuten auf dem Gebiet der Niederfrequenz-Radioastronomie, darunter P. Kronberg (Uni Toronto), R. Perley (NRAO-Socorro), N. Kassim (NRL-Washington), und L. Feretti (Uni Bologna). Im zweiten Projekt sollen Faraday-Rotationskarten des Megaparsec grossen 'cluster radio relic' in Abell 2256 erstellt werden. Diese Beobachtungen werden es ermöglichen, die Magnetfelder über den ganzen Haufen zu vermessen. Die Magnetfeldkarten sollen dann verglichen werden mit Ergebnissen aus numerischen Magnetohydrodynamik-Rechnungen, die am MPA von Klaus Dolag durchgeführt werden.

7.5 Akkretion

Neue Beobachtungen im Röntgenbereich haben wichtige theoretische Fragen über die Eigenschaften von kompakten Objekten (weißen Zwergen, Neutronensternen und Schwarzen Löchern) und Protosternen aufgeworfen. Die Ähnlichkeiten in der Physik von Schwarzen Löchern im stellernen Massenbereich und massereichen Löchern ermöglichen die Anwendung neuer Entdeckungen bei stellernen Löchern auf Kerne aktiver Galaxien (AGN). Die Röntgen-Observatorien RXTE und ASCA liefern nach wie vor eine Fülle neuer Einzelheiten über akkretierende Röntgendoppelsterne, die neue Einschränkungen für theoretische Modelle liefern.

Ein wichtiger Teil der Forschung in Bezug auf Akkretionsvorgänge am MPA zielt auf das Verständnis der Physik in der Nähe von Schwarzen Löchern. Das von der Europäischen Kommission finanzierte TMR Netzwerk 'Accretion onto Black Holes, Compact Stars and Protostars', koordiniert von Henk Spruit, fördert die Zusammenarbeit von sieben europäischen Instituten auf diesem Gebiet. Schwerpunkte dieser Gemeinschaftsprojekte sind die Strahlung von AGN und stellernen Löchern in der Galaxis, der Ursprung der starken Variabilität, die in fast allen akkretierenden kompakten Objekten beobachtet wird, und die Rolle von kompakten Objekten als die zentralen Maschinen von relativistischen Jets und Gammablitzen.

Eine zentrale Frage bei Akkretionsströmungen auf Schwarze Löcher ist, ob die Strömung in der Form einer dünnen Scheibe oder als eine sog. advektions-dominierte Akkretions-

strömung (ADAF) stattfindet. Mit dem ADAF-Modell können die Spektren von stellaren und massenreichen Löchern in verschiedenen Energiebereichen beschrieben werden. Ein 'missing link' in der Theorie ist der Übergang von einer Keplerscheibe (in größerer Entfernung vom Loch) zu einer ADAF in der Nähe des Lochs. Friedrich Meyer hat gezeigt daß dieser Übergang verständlich wird, wenn man das energetische Gleichgewicht zwischen der Scheibe und der Korona darüber betrachtet. Ein Modell für diese Verdampfung der inneren Scheibenteile in die Korona wurde dazu entwickelt; detailliertere Vergleiche mit den Beobachtungen werden weitere Verfeinerungen ermöglichen.

Neue Beobachtungen von kurzlebigen Röntgenquellen haben das Interesse an den Ursachen dieses Ausbruchverhaltens verstärkt. Röntgenstrahlung aus den Zentralbereichen heizen die Aussenbereiche der Scheibe und verhindern dadurch das frühe Entstehen einer Kühlungsfront, das den Ausbruch vorzeitig abbrechen würde. Diese Zustrahlung erklärt auch das typisch exponentielle Abklingen des Ausbruchs (Hans Ritter, in Zusammenarbeit mit Andrew King, Leicester). Verdampfung hat einen entscheidenden Einfluss auf den Ausbruchzyklus. Das Fehlen des verdampfenden inneren Scheibenbereiches verhindert ein frühes Einsetzen der Instabilität und bedingt dadurch eine lange Ruhephase, gefolgt durch einen starken Ausbruch. Dies wird in vielen Röntgen-Novae beobachtet (Emmi Meyer-Hofmeister).

Die Akkretionsgruppe am MPA hat auch den innersten Bereich von Scheiben um Neutronensterne und Weiße Zwerge studiert, wo der Übergang zum Stern stattfindet. Ein bemerkenswertes Ergebnis ist, daß ab einer Leuchtkraft von $L_{edd}/100 \sim 10^{36} \text{ erg s}^{-1}$ die Strömung fließend auf die Neutronensternoberfläche übergeht, und sich eine schnell rotierende optisch dicke Schicht bildet, die sich zu den Polen hin ausbreitet und durch Strahlungsdruck gegen die Schwerebeschleunigung unterstützt wird. Diese Schicht ist dünn (weniger als 1 km) und hat eine hohe Schallgeschwindigkeit (in der Größenordnung 20.000 km/s). Unter diesen Umständen verursachen verschiedene hydrodynamische Instabilitäten hochfrequentes Rauschen, das im Röntgenfluß beobachtbar sein sollte (bis zu 10–40 kHz). Diese Frequenzen sind bis 2 Größenordnungen höher als die höchsten bis jetzt in Röntgendoppelsternen nachgewiesenen. Diese theoretische Vorhersage liefert ein Hauptargument für die Konstruktion eines neuen, post-RXTE-Satelliten, LASTE, der eine wirksame Detektorfläche von mehr als 10 m^2 haben soll.

Mikhail Revnivtsev und Rashid Sunyaev haben RXTE-Daten analysiert und gezeigt, daß die Powerspektren von akkretierenden Schwarzen Löchern von stellarer Masse und von Neutronensternen sich stark unterscheiden. Bei Löchern fallen sie oberhalb von einigen 100 Hz stark ab, während sie bei Atoll-quellen bis 1–2 kHz nachweisbar sind. Nail Sibgatullin hat die Akkretionseffizienz auf rotierende Neutronensterne untersucht und gezeigt, daß bei einer sich in entgegengesetzter Richtung drehenden Scheibe eine Energieumwandlung bis 65 % von $\dot{M}c^2$ erreicht wird.

Robert Popham und Rashid Sunyaev haben mit einer numerischen Rechnung den optisch dünnen Übergang zwischen einer Scheibe und einem schwach magnetisierten Neutronenstern untersucht. Im heißen Gas werden weiche Photonen aus der dichteren Neutronensternoberfläche in harte Röntgenstrahlen umgewandelt durch inverse Comptonstreuung, was die harten Spektren, die in vielen Röntgendoppelsternen beobachtet werden, erklären könnte. Popham hat vorgeschlagen, daß die sog. Zwergnova-Oszillationen und die kiloherz-Oszillationen von Röntgendoppelsternen beide ihre Ursache in nicht-axialsymmetrischen Strukturen im Übergangsbereich von der kühlen dichten Scheibe zur heißen Grenzschicht haben könnten.

Hans Ritter hat gezeigt, daß die Periodenzunahme von Neutronensternen bis hin zu Millisekunden-Perioden durch Akkretion in Doppelsternen stark beschränkt wird, wenn die Akkretion mit Über-Eddingtonraten stattfindet. Dies hat einen wichtigen Effekt auf die Entwicklungswege solcher Doppelsterne.

Die Analyse der Zyklotronstrahlung aus Akkretionssäulen auf stark magnetischen Weißen Zwergen stellt einen Weg dar, die Systemparameter für die 'AM Her'-Klasse der masseüber-

tragenden Doppelsterne zu bestimmen. Optische Beobachtungen von im Röntgenbereich entdeckten Quellen haben das Wissen dieser Untergruppe der Kataklysmischen Variablen stark vergrößert (Hans-Christoph Thomas). Es gibt Anzeichen, daß in kataklysmischen Variablen die Ursache der Viskosität im Ruhezustand im Magnetfeld der Begleitsterne liegt (Friedrich Meyer).

Neueste Beobachtungen von Planeten bei anderen Sternen in engen oder stark exzentrischen Umlaufbahnen sind ein Hinweis dafür, daß die Wechselwirkung zwischen schweren Planeten und den Scheiben aus Staub und Gas, woraus sie sich gebildet haben, wesentlich für die Endkonfiguration von Planetensystemen ist. Philip Armitage hat gezeigt, daß, wenn diese Wechselwirkung in einem frühen Stadium stattfindet, wenn die protoplanetare Scheibe noch massereich ist, rasches Wachsen des Planeten durch Akkretion eine ansonsten stabile Scheibe dazu veranlasst, in zusätzliche Körper planetarer Masse zu fragmentieren, wenn seine Grösse 4–5 Jupitermassen erreicht hat. Armitage schlägt vor, daß solch eine plötzliche Planetenbildung die offensichtlichen Unterschiede zwischen den Massenverteilungen von schweren Planeten und kleinen Begleitern (brown dwarfs) erklären könnte, sowie die Existenz von jungen Sternen, die anscheinend ihre Scheiben in einem frühen Stadium verloren haben. Nachträgliche Gravitationswechselwirkungen führen dann zu einem System bestehend aus einer kleinen Zahl schwerer Planeten in exzentrischen Bahnen.

7.6 Wechselwirkung von Strahlung mit Materie

Sergei Sazonov (Space Research Institute, Moskau) und Rashid Sunyaev haben die Verbreiterung von Spektrallinien in einem optisch dünnen Medium durch einfache Compton-Streuung der Photonen untersucht. Hierfür wurden analytische Funktionen für die Form der Spektrallinien abgeleitet unter der Voraussetzung, daß die Energie der einfallenden Photonen und die Temperatur des streuenden Plasmas nur annähernd relativistisch sind. Diese Bedingungen sind in einer Vielzahl von astrophysikalisch interessanten Objekten gegeben, wie zum Beispiel im intergalaktischen Medium in Galaxienhaufen, den Koronas von Akkretionsscheiben in der Umgebung von Schwarzen Löchern und in den Plasmaströmen von Neutronensternen während eines Röntgenausbruchs. Die Auswertung von Spektrallinien, verbreitert durch Compton-Streuung, ist somit ein wichtiges Instrument zur Analyse von astrophysikalischen Plasmen. Sazonov und Sunyaev entwickeln derzeit Modelle für die Röntgenspektren verschiedener Objekte, welche die Compton-Streuung berücksichtigen. Ein überraschendes Ergebnis dieses Projekts ist die Entdeckung, daß gleichmäßig verteilte Elektronen Photonen niedriger Energie bevorzugt rückwärts streuen. Dieser Symmetriebruch führt zu einem Ansteigen der Albedo der heißen Koronas kompakter Objekte und der Weg, den Photonen in einem heißen Plasma zurücklegen, wird verlängert. Dies wiederum beeinflusst sowohl die Form des 'comptonisierten' Spektrums als auch die Zeitverschiebung zwischen der weichen und der harten Röntgenstrahlung von variablen Objekten.

In einem etwas anderen Bereich der Wechselwirkung von Strahlung mit kalter Materie haben Rashid Sunyaev und Eugene Churazov (in Zusammenarbeit mit Leonid Vainshtein und Dmitry Uskov am Lebedev Institut, Moskau) die Form von Spektrallinien unter dem Einfluss von Compton-Streuung an Elektronen untersucht, welche in neutralen Atomen und Molekülen gebunden sind. Jedes Element besitzt eine bestimmte Struktur von Energiezuständen, welche eine eindeutige Spur im gestreuten Spektrum verursacht. Das Instrument der 'Compton Profilmessung' wird seit Jahrzehnten in Labors zur Erforschung der inneren Elektronenschalen schwerer Atome eingesetzt. Dieses Verfahren könnte in der Astrophysik die Möglichkeit eröffnen, die Häufigkeit von Helium in weit entfernten Objekten mit Hilfe von Röntgenspektroskopie zu bestimmen.

Wenn kalte Materie (zum Beispiel ein molekularer Torus in einem aktiven Galaxienkern) harter Röntgenstrahlung ausgesetzt ist, entstehen Spektren mit besonders vielen Spektrallinien. Die Spektrallinien werden durch Fluoreszenz verursacht, während das Kontinuum durch die Compton-Streuung der Elektronen entsteht. Der Zentralbereich unserer Galaxie könnte ebenfalls ein Labor für hochauflösende Spektroskopie werden. Hier befindet sich sowohl die größte Konzentration von molekularem Gas in unserer Galaxie als auch viele

helle, kompakte Röntgenstrahler. Es ist auch bekannt, daß im Zentrum unserer Galaxie eine starke, diffuse Quelle von Röntgenstrahlung mit einer Leuchtkraft von 10^{37} erg/sec existiert. Die Beobachtung einer Fluoreszenz-Spektrallinie von neutralem Eisen bei 6.4 keV verdeutlicht, daß von kalter Materie beeinflusste Strahlung entscheidend zur beobachteten Röntgenemission beiträgt. Marat Gifanov und Rashid Sunyaev benutzen die 6.4 keV Fluoreszenz-Spektrallinie, beobachtet mit dem japanischen Satelliten ASCA, als Indikator für die Eigenschaften der Emissionsregion. Die Leuchtkraft der Fluoreszenz zeigt ein deutliches Maximum in der Umgebung von Sgr B2, der massereichsten der großen Molekülwolken im Zentrum unserer Galaxie. Das Spektrum von Sgr B2 und die sehr große Äquivalentbreite der Spektrallinie bei 6.4 keV (≈ 2 keV) unterstreicht die einzigartigen Eigenschaften dieses Objekts, welches ausschließlich Fluoreszenz- und gestreute Strahlung aussendet. Die ursprüngliche Emission ist nicht beobachtbar. Entweder wird diese absorbiert oder aber geometrische Effekte verhindern die direkte Beobachtung. Eine weitere Erklärung wäre eine nur vorübergehende Aktivität des sehr massereichen Schwarzen Loches im Zentrum unserer Galaxie, Sgr A* vor etwa 400 Jahren.

7.7 Das Planck-Projekt am MPA

Der Start des *Planck Surveyor*, der dritten *Medium-Sized Mission* (M3) aus dem Wissenschaftlichen „Horizon 2000“-Programm der ESA, ist für das Frühjahr 2007 vorgesehen. Während einer zweijährigen Periode werden seine zwei Instrumente (als HFI und LFI bezeichnet) den Kosmischen Mikrowellenhintergrund (*Cosmic Microwave Background*, CMB) am gesamten Himmel mit bisher unerreichter Auflösung, Empfindlichkeit und Frequenzüberdeckung kartieren. Das primäre Ziel der Mission ist die Messung des Leistungsspektrums der Strukturen primordialer Fluktuationen. Mit seinen vielen Frequenzkanälen und seiner breiten Überdeckung des Spektrums wird *Planck* ideal dafür geeignet sein, den Mikrowellenhimmel in seine individuellen physikalischen Bestandteile zu zerlegen. Es wird erwartet, daß *Planck* etwa 10^4 hoch-rotverschobene Punktquellen wie etwa Radio-, Submillimeter- und Infrarotgalaxien entdecken wird. Abhängig vom kosmologischen Modell werden bis zu 10^5 Galaxienhaufen messbare Sunyaev-Zel'dovich-Schatten auf den kosmischen Mikrowellenhintergrund werfen. Die Milchstraße trägt Synchrotron-, Staub- und Frei-frei-Emission zur Mikrowellenemission bei, und die Planeten, der Mond, das Zodiaklicht und vielleicht sogar Asteroiden und Kometen fügen lokale Komponenten dazu. Die Fähigkeit von *Planck*, Vordergrundkomponenten zu entdecken und zu isolieren, wird sich zweifellos zu seiner wertvollsten Hinterlassenschaft entwickeln. Für das MPA mit seiner Orientierung auf Kosmologie und Extragalaktische Astrophysik bietet die Teilnahme am *Planck*-Projekt eine einzigartige Gelegenheit und eine außergewöhnliche Herausforderung.

Planck wird von einem europäischen Konsortium geplant und entwickelt, das von je einem Principal Investigator pro Instrument geleitet wird. Das MPA ist der einzige deutsche Partner und förmlich an beiden Instrumenten beteiligt. Simon White ist Co-Investigator auf beiden Instrumenten von *Planck*. Rashid Sunyaev ist Co-Investigator auf dem HFI-Instrument und wissenschaftlich assoziiert mit dem LFI-Instrument. Tony Banday und Matthias Bartelmann sind wissenschaftlich assoziiert mit HFI und LFI.

Die gesamte Datenverarbeitung, die Archivierung und der Informationsaustausch werden innerhalb des *Integrated Data and Information System* (IDIS) durchgeführt werden. Das MPA ist an der Entwicklung aller Aspekte von IDIS beteiligt und eigens für die Entwicklung und Implementierung einer der Komponenten von IDIS verantwortlich. Weiterhin ist das MPA innerhalb des *Planck*-Konsortiums dafür zuständig, das Archiv für alle Datenprodukte der Mission aufzubauen und zu betreiben. Das gesamte Volumen aller *Planck*-Daten wird auf 0,5 TB geschätzt. Die dritte Aufgabe des MPA ist die Koordination der Entwicklung einer vollständigen Datensimulations-Pipeline.

Um diese drei Aufgaben zu erfüllen und wissenschaftliche Aktivitäten im Zusammenhang mit *Planck* weiter zu entwickeln, baut das MPA unter der Leitung von Matthias Bartelmann eine heterogene Gruppe aus Wissenschaftlern, wissenschaftlichen Programmierern und Software-Entwicklern auf. Tony Banday trägt seine große Erfahrung mit CMB-Experimenten bei, die er innerhalb des COBE-Konsortiums gewinnen konnte.

Während alle Stellen für Software-Entwickler in erheblichem Umfang vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) gefördert werden, werden die Wissenschaftler-Stellen aus dem Haushalt des MPA beigetragen. Die *Planck*-Gruppe am MPA hat bereits Software-Prototypen sowohl für die Datensimulation als auch für die spätere Integration in IDIS produziert. Ein Workstation-Cluster wird speziell für diesen Zweck aufgebaut, um die großen rechnerischen Anforderungen der wachsenden Gruppe zu befriedigen.

Das MPA erwartet, an vielen Aspekten der wissenschaftlichen Ausbeute von *Planck* beteiligt zu werden, insbesondere solchen, die die Vordergrundemission betreffen. Beispiele dafür sind die Compton-Streuung während der Reionisation oder in Galaxienhaufen, die Gravitationslinsenabbildung primordialer Fluktuationen durch vordergründige Massenverteilungen und die Emission durch Vordergrundquellen in der Milchstraße und anderen Galaxien.

Die Untersuchung von Verzerrungen im CMB in Richtung von Galaxienhaufen ist ein sich schnell entwickelndes Gebiet der beobachtenden Kosmologie. Am MPA leitet Rashid Sunyaev die weitere theoretische Modellierung dieser Effekte an.

Antonaldo Diaferio und Rashid Sunyaev benutzen (in Zusammenarbeit mit Adi Nusser vom TECHNION in Israel) hochaufgelöste N -Teilchen-Rechnungen, um zu untersuchen, wie die thermische Bewegung der Elektronen im Haufengas und die Eigenbewegungen der Galaxienhaufen die sekundären Anisotropien im CMB durch den thermischen und den kinematischen Sunyaev-Zel'dovich-Effekt (tSZ und kSZ) beeinflussen können. Diese Untersuchung zeigte, daß gleichzeitige gerichtete Beobachtungen von Superhaufen im Millimeter- und Submillimeter-Band mit künftigen CMB-Experimenten wie *Planck* dazu in der Lage sein werden, die Beiträge von tSZ und kSZ voneinander zu trennen und die Entwicklung des Geschwindigkeitsfelds in großen überdichten Gebieten zu bestimmen.

Die dramatische Verbesserung der Datenqualität, die von einigen experimentellen Gruppen erreicht wurde, und die hohen Empfindlichkeiten der künftigen Satelliten *Planck* und FIRST haben eine genauere theoretische Beschreibung des SZ-Effekts angeregt, die relativistische Korrekturen aufgrund der hohen thermischen Geschwindigkeiten der Elektronen mit einbezieht. Sergei Sazonov (Institut für Weltraumforschung, Moskau, Gast am MPA) und Rashid Sunyaev haben analytische Berechnungen dieser Effekte durchgeführt. Sie zeigten, daß die hauptsächliche Korrektur im Rayleigh-Jeans-Teil des CMB-Spektrums etwa 10 Prozent beträgt und im Wien-Teil des Spektrums der Größe des nichtrelativistischen Effekts vergleichbar ist. Diese Ergebnisse wurden von zwei Gruppen bestätigt, einer japanischen (Itoh und Mitarbeiter) und einer britischen (Challinor und Lasenby). Die abgeleiteten Gleichungen zeigen, daß die radialen Eigengeschwindigkeiten der Galaxienhaufen im nächsten Jahrzehnt genau bestimmt werden können.

Künftige Experimente werden die primordiale Polarisation des CMB untersuchen. Sazonov und Sunyaev haben kürzlich eine neue Analyse der Polarisation durch Galaxienhaufen durchgeführt. Sie fanden, daß der größte Teil der entstehenden Polarisation durch die Quadrupol-Komponente in der Winkelverteilung des CMB hervorgerufen wird. Das erwartete Signal ist klein, aber in kombinierten Beobachtungen von einigen Hundert Haufen möglicherweise messbar. Signale von hoch-rotverschobenen Galaxienhaufen werden die Quadrupol-Anisotropie zeigen, wie sie an weit entfernten Orten im Universum und zu früheren Zeiten erscheint. Eine detaillierte Untersuchung dessen wird in Zusammenarbeit mit Alexei Starobinski vom Landau-Institut für Theoretische Physik in Moskau durchgeführt.

In einer wichtigen Reihe von Arbeiten, die am MPA geschrieben wurden, analysierten Uroš Seljak (Langzeitgast am MPA, jetzt an der Universität Princeton) und Matias Zaldarriaga (IAS Princeton, ebenfalls Gast am MPA), wie der Gravitationslinseneffekt des Vordergrundmaterials das Muster der primordialen Fluktuationen im CMB verzerrt. Insbesondere zeigten sie, daß Messungen solcher Verzerrungen nicht nur wichtige Konsistenztests für das grundlegende kosmologische Paradigma bereitstellen werden, sondern auch einige der schwierigsten Parameter-Entartungen zu brechen erlauben sollten.

Seljak und Zaldarriaga zeigten auch, daß die Entwicklung des linearen Gravitationspotentials auf großen Skalen, die in offenen oder von der Kosmologischen Konstante bestimmten Universen erwartet wird, direkt gemessen werden kann, indem man die primären Fluktuationen im CMB mit dem projizierten Dichtefeld kreuzkorreliert, das aus den Verzerrungen durch den Linseneffekt rekonstruiert werden kann. Daraus ergibt sich eine unabhängige Einschränkung globaler kosmologischer Parameter. Seljak besucht weiterhin regelmäßig das MPA für etwa einen Monat im Jahr und ist den *Planck*-Instrumenten LFI und HFI durch das MPA wissenschaftlich assoziiert.

Tony Banday war an der Analyse der COBE-DMR-Himmelskarten beteiligt. Zusammen mit S. Zaroubi und K. Górski (ESO) zeigte er, daß das nicht-Gaußsche Signal, das in öffentlich verfügbaren DMR-Himmelskarten entdeckt worden war, auf einen systematischen Fehler in den Daten zurückzuführen ist. In Zusammenarbeit mit A. Kogut and G. Hinshaw vom Goddard-Raumfahrtzentrum der NASA hat er die Karten auch dazu benutzt, Grenzen für die globale Rotation und die Scherung im frühen Universum zu setzen.

7.8 Numerische Kosmologie

Computersimulationen sind am MPA für viele Arbeitsgebiete das wichtigste Werkzeug. Sie werden in der extragalaktischen Astronomie und der Kosmologie eingesetzt, um Entstehung, Entwicklung und innere Struktur von Galaxien, das Anwachsen der großskaligen Struktur im Universum, die Gravitationslinseneigenschaften der Verteilung von dunkler Materie, die Entwicklung des intergalaktischen Mediums, sowohl in Galaxienhaufen selbst, als auch entlang der Sichtlinie zu Quasaren, und den frühen Kollaps von vorgalaktischen Objekten zu untersuchen. Eine Hauptaufgabe der Gruppe unter Simon White ist die Entwicklung von Computerprogrammen für diese Studien und sowohl die Programme selbst als auch die damit berechneten Simulationen werden im Institut und außer Haus verwendet. Aber auch andere Gruppen haben Computerprogramme für spezielle Aufgaben entwickelt oder haben speziellen Problemen angepaßte Programme eingeführt.

Ein Großteil der Arbeit geschieht im Rahmen des Virgo Supercomputing Konsortiums. Das wichtigste Computerprogramm dieser Gruppe, Hydra, wird zur Zeit umgeschrieben und mit Standardroutinen für die parallele Datenübertragung versehen, um auf einer großen Zahl von Computersystemen angewendet werden zu können. Diese wichtige Aufgabe, die zu Beginn des Jahres abgeschlossen wurde, erfuhr wesentliche Unterstützung vom Computerzentrum der MPG in Garching und vom Edinburgh Parallel Computer Centre. Ein zweites Programmpaket wurde während der letzten zwei Jahre vollständig (von Volker Springel) am MPA sowohl für serielle und parallele Architekturen, als auch für das Grape Hardware System entwickelt. Beide Programme kombinieren N-Körper und SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics) und berechnen die Entwicklung von Gas, dunkler Materie und Sternen. Während Hydra speziell für die Simulation großer Volumina geeignet ist, ist Gadget prädestiniert für die Berechnung von hochaufgelösten einzelnen Objekten. Das Erstellen einer verkleinerten Version von Hydra, die es ermöglichte, die Hubble Volume Simulationen auf der T3E in Garching zu berechnen, war ein Höhepunkt in der jüngsten Entwicklung der Programme des Virgo Konsortiums. Diese Simulationen mit je 10^9 Teilchen beschreiben die Entwicklung der Struktur eines großen Teils des Universums innerhalb des Rückwärtslichtkegels des Beobachters. Sie erlauben es, die Statistik der Strukturen auf großen Skalen genau zu bestimmen, und speziell diejenige der Galaxienhaufen vorherzusagen, wie sie in großen Himmelsdurchmusterungen wie dem Sloan Digital Sky Survey erwartet wird. Jede der Simulationen produzierte 0.7 Tbyte Rohdaten, deren Analyse die Entwicklung von neuen Visualisierungs- und Daten-Managementtechniken verlangte.

Ein Hauptaugenmerk der Arbeit mit Computersimulationen am MPA liegt auf der Entwicklung neuer Techniken zur Untersuchung von Galaxienhaufen. So berechneten Klaus Dolag und Matthias Bartelmann das Anwachsen magnetischer Felder beim Kollaps der Haufen und fanden eine überraschend starke turbulente Verstärkung dieser Felder. Catherine Cress verfolgte die Anreicherung des Mediums innerhalb der Haufen mit schwereren Elementen als Folge der Galaxienentwicklungsprozesse. Volker Springel berechnete die Ent-

wicklung eines galaxienreichen Haufens mit solch großer Auflösung (besser als $10^8 M_{\odot}$ und 1 kpc), daß Halos aus dunkler Materie von fast 5000 einzelnen Galaxien darin gefunden werden können. In den letzten beiden Projekten wurden semi-analytische Methoden mit Computersimulationen kombiniert, was es ermöglicht, Sternentstehung und Sternentwicklung innerhalb der Galaxien zu verfolgen. Dieser Ansatz, der viel direktere Vergleiche mit Beobachtungsdaten erlaubt, wurde am MPA entwickelt.

Viele weitere interessante Ergebnisse wurden innerhalb der letzten zwei Jahre am MPA mittels Simulationen erzielt. Tom Abel führte, in Zusammenarbeit mit Mike Norman vom NCSA in Illinois (einem Humboldt Stipendiaten am MPA), 3D Computersimulationen des Kollapses eines der „ersten Sterne“ durch. Ein Objekt einiger hundert Sonnenmassen entstand auf natürliche Weise aus den CDM Anfangsbedingungen. Thom Theuns, ein von der Europäischen Gemeinschaft geförderter TMR Stipendiat, berechnete in Zusammenarbeit mit J. Schaye und G. Efstathiou vom IoA in Cambridge Strukturen im intergalaktischen Medium und zeigte, daß es möglich ist, dessen Temperatur mit Hilfe von Ly- α Quasarabsorptionslinien zu bestimmen. Eine Anwendung auf Keckdaten scheint die zweite Reionisierung des Heliums bei $z \simeq 3$ zu zeigen. Karsten Jedamzik und Jens Niemeyer berechneten die Entstehung primordialer Schwarzer Löcher während des kosmologischen Quark-Hadronen Phasenübergangs und zeigten, daß Objekte mit stellaren Massen entstehen können. Volker Springel und P. Duc (ebenfalls am IoA in Cambridge) modellierten die Dynamik von wechselwirkenden Galaxien. Sie konnten die Eigenschaften von Starbursts in einigen beobachteten Systemen reproduzieren. Simon White und Amina Helmi (eine Studentin aus Leiden im Austausch über den Forschungsverbund EARA) verfolgten die Entwicklung von Sternströmen, die entstehen, wenn kleine Satellitengalaxien von der Milchstraße auseinandergerissen werden. Solche Trümmerströme konnten in der Sonnenumgebung nachgewiesen werden, als ihre Ergebnisse mit den Hipparcosdaten von nahen Sternen verglichen wurden.

7.9 Gravitationslinsen

Der starke Linseneffekt – die Erzeugung von mehrfachen oder stark verzerrten Bildern von Quellen durch zwischen ihnen und uns befindliche Massenkonzentrationen – ist traditionell die Hauptanwendung des Gravitationslinseneffektes. Mehrfachquasare erlauben extrem genaue Massenbestimmungen der Linsengalaxien innerhalb deren Einstein-Radius, obwohl das Massenprofil selbst nicht eindeutig bestimmt werden kann. S. Mao und H.-J. Witt zeigten, daß die Positionen von Vierfach-Bildern eine Reihe universeller Relationen erfüllen, die unabhängig vom Massenprofil der Galaxien sind und die mit beobachteten Systemen in Übereinstimmung sind. Im Gegensatz dazu wird eine entsprechende universelle Relation der Flussverhältnisse der Bilder oftmals stark verletzt. Die Untersuchung des Vierfach-Quasars B1422+231 durch S. Mao & P. Schneider zeigte, daß das Flussverhältnis der drei hellen Bilder die Anwesenheit von Substruktur auf Skalen ≤ 1 kpc im Massenprofil der Linsengalaxie verlangt. M. Bartelmann und A. Loeb untersuchten die Linseneigenschaften von Spiralgalaxien. Im Gegensatz zu früheren Arbeiten berücksichtigten sie die Extinktion durch Staub in diesen Systemen. Die Weiterführung dieser Arbeit durch M. Bartelmann ergab eine Abschätzung der Häufigkeit von Linsensystemen mit Spiralgalaxien bei sehr schwachen QSO Helligkeiten, wie sie vom Next Generation Space Telescope (NGST) erreicht werden.

Die Häufigkeit des Auftretens von giant arcs in Galaxienhaufen hängt von der Anzahldichte massereicher Haufen bei Rotverschiebungen um ~ 0.3 ab, diese wiederum vom kosmologischen Modell. Eine von M. Bartelmann geleitete Kollaboration untersuchte die Häufigkeit von giant arcs anhand der kosmologischen Simulationen der GIF Kollaboration; ein Vergleich mit der bereits bekannten Population von arcs ergab, daß ein Haufen-normiertes Einstein-de Sitter Modell mit den Daten nicht verträglich ist, wohl aber das Modell eines offenen Universums.

Galaktische Mikrolinsen-Ereignisse, die durch den Linseneffekt von Objekten mit Sternmassen auf hellen Hintergrundsternen hervorgerufen werden, werden regelmäßig von mehreren Gruppen entdeckt. Der ursprüngliche Zweck dieser Durchmusterungen zielte auf die

Frage hin, ob die Dunkle Materie im Halo unserer Galaxie aus kompakten Objekten besteht (sog. MACHOs), aber die Resultate der verschiedenen Gruppen haben weit über diese Frage hinausgehende Konsequenzen. Beispielsweise führten S. Mao und Mitarbeiter der Universitätssternwarte München eine quantitative Untersuchung eines Sternspektrums durch, das bei einem Kaustikübergang dieses Sternes in einem Mikrolinsenereignis aufgenommen wurde. Da der Stern dabei um einen Faktor ~ 25 verstärkt war, gelang somit eine detaillierte Studie seiner Eigenschaften und seines Alters. S. Mao untersuchte weiterhin ein anderes Mikrolinsenereignis, das einen Parallaxeneffekt zeigte – dabei zeigt sich in der Mikrolinsenlichtkurve die Rotation der Erde um die Sonne – und bestimmte die relative transversale Geschwindigkeit der Linse.

Der schwache Linseneffekt, die Verzerrung und Verstärkung schwacher Hintergrundgalaxien durch die dazwischenliegende Massenverteilung, war der Schwerpunkt der Arbeit der Linsengruppe am MPA in den letzten Jahren. M. Bartelmann und P. Schneider haben kürzlich einen detaillierten Übersichtartikel zu diesem Thema abgeschlossen. Im Rahmen einer von M. Bartelmann betreuten Diplomarbeit hat M. Schirmer alle öffentlichen HST Aufnahmen von Galaxienhaufen reduziert und Massenverteilungen dieser Haufen rekonstruiert. Zusätzlich konnte er zeigen, wie die Linsenstärke von der Flächenhelligkeit der Galaxienbilder abhängt, und somit die relativen Entfernungen der Galaxien als Funktion der Flächenhelligkeit bestimmen (Linsen Parallaxen Methode).

Die Rotverschiebungsentwicklung der Häufigkeit von massereichen Galaxienhaufen ist ein sehr nützliches Maß für das kosmologische Modell. Die Massen von Haufen sind sehr viel einfacher aus kosmologischen Simulationen zu bestimmen als deren optische oder Röntgenleuchtkraft. Deswegen wäre eine Massen-selektierte Stichprobe von Galaxienhaufen ein extrem nützliches kosmologisches Werkzeug. Zusätzlich wäre es interessant zu sehen, ob Galaxienhaufen mit extrem großem Masse-zu-Leuchtkraftverhältnis existieren. P. Schneider entwickelte ein statistisches Maß des schwachen Linseneffektes, um Halos Dunkler Materie zu entdecken, die sog. Aperturmasse. Zusammen mit G. Kruse bestimmte er die erwartete Anzahldichte solcher mittels der Aperturmasse 'sichtbaren' Halos als Funktion des kosmologischen Modells. Man erwartet in einem Einstein-de Sitter Universum etwa 10 Halos pro Quadratgrad, die man auf diese Weise in tiefen optischen Aufnahmen entdecken kann, und erheblich mehr in Universen kleiner Dichte. Eine Beobachtungskampagne, die etwa 25 Quadratgrad des Himmels umfaßt, wäre in der Lage, zwischen einigen der momentan bevorzugten kosmologischen Modelle zu unterscheiden. K. Reblinsky und M. Bartelmann konnten zeigen, daß die Auswahl von Galaxienhaufen mittels der Aperturmassenmethode im Gegensatz zu der des Abell-Kriteriums zu Stichproben führt, die kompletter sind und weniger scheinbare Haufen enthalten.

Da die Aperturmasse eine skalare Größe ist, die direkt aus den beobachteten Galaxienelliptizitäten berechnet werden kann, ist sie auch ein sehr nützliches Maß für die kosmische Scherung, des schwachen Linseneffektes, der durch das Gezeitenfeld der großräumigen Verteilung der Dunklen Materie im Universum hervorgerufen wird. Die beobachtbaren Eigenschaften der Aperturmasse in zufällig ausgewählten Himmelsregionen wurden untersucht, wobei man hochaufgelöste numerische Simulationen der Verteilung der Materie im Universum benutzen kann. Zwei Linsenprojekte wurden am MPA unter Benutzung der GIF Simulationen durchgeführt, eines von K. Reblinsky und Mitarbeitern, das andere unter der Leitung von B. Jain. Analytische Vorhersagen auf der Basis empirischer Näherungen des Leistungsspektrums der Inhomogenitäten der Dunklen Materie und/oder mittels der Press-Schechter Theorie für die Anzahldichte kollabierter Halos Dunkler Materie erweisen sich als überraschend genau. Gerade zu dem Zeitpunkt, wo Weitwinkel-Durchmusterungen ihre ersten Linsenresultate erzielen, wird sich diese Kombination von den bestaufgelösten kosmologischen Simulationen mit Linsenanalysen als äußerst nützlich erweisen für die quantitative Interpretation der Beobachtung der Kosmischen Scherung.

Mitarbeiter des MPA sind auch an einer Reihe von wichtigen Beobachtungsprojekten zum schwachen Linseneffekt beteiligt. Besonders zu erwähnen sind: (1) P. Schneider und T. Erben, in Zusammenarbeit mit H.-W. Rix und C. Wolf (MPIA, Heidelberg), beobachte-

ten tiefe Felder mit der WFI Kamera am ESO/MPG 2.2-Meter-Teleskop in La Silla, um galaxy-galaxy lensing zu untersuchen (5 Nächte im Oktober 1999). (2) D. Clowe leitet in Zusammenarbeit mit Kollegen in Cambridge und Paris ein Projekt zur Untersuchung der Massenverteilung zwischen Paaren von Galaxienhaufen, mit dem Ziel, die von der Theorie der Strukturentwicklung verhergesagten verbindenden massereichen Filamente zu finden; dieses Projekt erhielt bisher 15 Nächte Beobachtungszeit an verschiedenen Großteleskopen. (3) Zusammen mit L. van Waerbeke (CITA), Y. Mellier und R. Maoli (IAP, Paris) suchen T. Erben und P. Schneider nach kosmischer Scherung in den Daten einer Weitwinkeldurchmusterung, für die innerhalb von zwei Jahren 32 Nächte am CFHT bewilligt worden sind. Eine erste Entdeckung der kosmischen Scherung haben wir im Februar 2000 publiziert. (4) Der gleichen Kollaboration gelang es, in der ersten regulären Beobachtungsperiode am VLT 32 Stunden Beobachtungszeit zu erhalten, um kosmische Scherung in etwa 50 unkorrelierten Regionen zu messen. (5) Eine Kollaboration zwischen Wissenschaftlern am MPA und der ST-ECF an der ESO untersucht Paralleldaten des STIS Instruments am HST in Hinblick auf kosmische Scherung auf kleinen Winkelskalen; diese Kollaboration hat signifikanten Einfluss auf die Planung der Parallelbeobachtungen gehabt.

Parallel zu diesen laufenden Beobachtungsprogrammen untersucht T. Erben mittels synthetischer Daten die Messungen von Elliptizitäten schwacher Galaxien und ihrer Korrektur für PSF Effekte. Dies ist unverzichtbar für eine detaillierte quantitative Interpretation der Linsenresultate. Ein bisher erzielt Ergebnis ist die Entdeckung einer Massenkonzentration auf zwei unabhängigen Weitwinkelaufnahmen ohne entsprechende sichtbare Konzentration von leuchtenden Galaxien. Dies ist somit die erste Entdeckung eines Masse-selektierten Haufens mit großem M/L-Verhältnis. Ein anderes Resultat aus den Beobachtungen, erzielt von D. Clowe und Mitarbeitern, ist die optische und IR Identifikation des $z = 1$ Linsenhaufens 2016+112, sowohl als Überdichte von Farb-selektierten Galaxien als auch als Maximum in einer Massenrekonstruktion mittels des schwachen Linseneffektes.

7.10 Quantenmechanik von Atomen und Molekülen, Astrochemie

Der Mensch sucht nach Werkstoffen mit bestimmten Eigenschaften, seit er die Verwendung von Werkzeugen entdeckt hat. Auch die heutige industrielle Forschung und Entwicklung ist im wesentlichen konzentriert auf die Suche nach chemischen Verbindungen und Werkstoffen mit bestimmten chemischen, pharmazeutischen, biologischen und physikalischen Eigenschaften. Die atomare Struktur und andere Eigenschaften der meisten chemischen Verbindungen und Werkstoffe sind im allgemeinen aufgrund experimenteller Untersuchungen bekannt. Für Verbindungen mit bekannter Struktur lassen sich zahlreiche Eigenschaften auch mit Hilfe theoretischer Verfahren berechnen. Dafür liegen ausgereifte Standardverfahren vor, die mit wachsendem Erfolg eingesetzt werden. Das eigentliche Ziel der industriellen Entwicklung ist die Suche nach Verbindungen und Werkstoffen mit vorgegebenen, spezifischen Eigenschaften. Für entsprechende direkte Verfahren sind bisher keine theoretischen Ansätze bekannt. Das Ziel des OpenMol Projekts ist, unter anderem, die Entwicklung der Grundlagen für solche Verfahren auf der Basis moderner Informationstechnologie. Die Arbeiten konzentrieren sich besonders auf die Erfassung des dafür erforderlichen chemischen Wissens, auf dessen Formalisierung und auf die Entwicklung von Methoden zur maschinellen Wissensverarbeitung. An dem Projekt beteiligen sich unter Leitung von Geerd HF Diercksen theoretische Chemiker und Informatiker aus Belfast, Bratislava, Nagoya, Sapporo, Tartu und Torun.

Umfangreiche experimentelle Daten liegen vor über spektroskopische Untersuchungen an isolierten Rydberg Molekülen und Clustern sowie an elektronisch angeregten Atomen und Molekülen in flüssigen Helium und in Helium Matrizen. Zahlreiche dieser Beobachtungen lassen sich mit Hilfe der bekannten Standardmodelle nicht oder nur mit Schwierigkeit interpretieren, da diese die den Beobachtungen zugrundeliegende Physik nicht richtig beschreiben. Zur Interpretation dieser Beobachtungen ist es insbesondere erforderlich, die Kopplung zwischen dem Rydberg Elektron und der Vibration und Rotation des Molekülrumpfs bzw die Dynamik von elektronisch angeregten Molekülen in flüssigem Helium und

in Helium Matrizen richtig zu modellieren. An der Entwicklung entsprechender Methoden, die die Physik richtig beschreiben und numerisch lösbar sind, arbeiten unter Leitung von Geerd HF Diercksen Wissenschaftler aus Calcutta, Tokyo und Torun (Dorota Bielinska-Waz, Av Humboldt Forschungsstipendiatin)

Innerhalb der Molekülphysik-Gruppe befaßt sich W.P. Kraemer mit der Entwicklung neuer Rechenmethoden zur Untersuchung von Grundreaktionsarten, wie sie in verschiedenen interstellaren Umgebungen ablaufen, sowie mit der Interpretation und Vorhersage von Rotations-Schwingungs-Spektren kleiner, oft relativ instabiler molekularer Gebilde, die in interstellaren Molekülwolken eine längere Lebensdauer haben können.

Quantenmechanische theoretische Methoden der Molekülphysik, sogenannte *ab initio* Methoden, haben in der Vergangenheit häufig zu einem wesentlich besseren Verständnis experimenteller Ergebnisse beisteuern können. Insbesondere der Beitrag verlässlicher *ab initio* Rechnungen zur Interpretation von Molekülspektren ist von fundamentaler Bedeutung für den neuerlichen Fortschritt auf diesem Gebiet. Nach den früheren Berechnungen von spektroskopischen Eigenschaften isolierter, nicht wechselwirkender elektronischer Molekülzustände, befassen sich jetzt die neueren Arbeiten von W.P. Kraemer in diesem Bereich mit der Analyse von Spektren wechselwirkender elektronischer Zustände. In Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern von der Hochschule in Wuppertal und dem NRC Canada werden spektroskopische Effekte untersucht, wie sie sich in sogenannten Renner-Teller entarteten dreiatomigen Molekülen aufgrund der Wechselwirkung von Elektronen und Kernbewegung ergeben. In diesem besonderen Fall führen diese Wechselwirkungen zu wohldefinierten Verschiebungen und Aufspaltungen der Rotations-Schwingungs-Linien. Für eine Reihe derartiger Moleküle wurden die vollständigen, zum Teil bisher unbekanntenen Rotations-Schwingungs-Spektren bestimmt. Einige dieser Ergebnisse haben zu einer Neu-Interpretation von Resultaten geführt, die aus kürzlich durchgeführten Messungen mit Hilfe der „Coulomb-Explosion-Imaging“ Methode abgeleitet worden sind. Während der Renner-Teller Effekt noch im Rahmen der grundlegenden Born-Oppenheimer Näherung behandelt werden kann, ist das bei der Berechnung der spektroskopischen Eigenschaften von stark wechselwirkenden Systemen nicht mehr möglich, zum Beispiel bei Serien von Rydberg Zuständen. Zusammen mit P.-Å. Malmqvist von der Universität in Lund (Schweden) wurden sogenannte nicht-adiabatische Kopplungsterme zwischen Paaren solcher Rydberg-Zustände für das Eximer-System HeH berechnet. Die theoretischen Ergebnisse für die Lebensdauern dieser Zustände und die Übergangsraten der Strahlungs- und strahlungsfreien Prozesse stimmen mit neuen experimentellen Daten sehr gut überein.

In dem zweiten Hauptforschungsbereich werden interstellare Grundreaktionsarten wie Strahlungsanlagerung, Photo-Dissoziation und Dissoziative Rekombination von Elektronen mit Molekülonen untersucht. Insbesondere die theoretische Behandlung von Strahlungsanlagerungsreaktionen erfordert eine sehr genaue Berechnung aller länger lebenden Rotations-Schwingungs-Resonanzzustände, das heißt aller quasi-gebundenen Zustände mit Energien im Bereich der untersten Dissoziationsgrenze des betreffenden Moleküls. Während im Falle von zweiatomigen Systemen diese Zustände mit Standardmethoden bestimmt werden können, gestaltet sich ihre Berechnung schon im Falle allgemeiner dreiatomiger Moleküle als äußerst schwierig. Im gegenwärtigen Stand der Arbeiten ist es in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern der Tschechischen Akademie der Wissenschaften (Prag) gelungen, in schwach gebundenen dreiatomigen Molekülkomplexen einige dieser Resonanzzustände mit Hilfe eines speziell entwickelten störungstheoretischen Ansatzes zu berechnen. Es wird erwartet, daß diese Methode zusammen mit der allgemeiner anwendbaren Stabilisierungsprozedur eine Identifizierung der berechneten Resonanzzustände auch in stärker gebundenen dreiatomigen Molekülsystemen ermöglicht, was für eine Analyse der erlaubten Strahlungsübergänge von großem Vorteil ist. Photodissoziationsprozesse sind die Umkehrreaktion von Strahlungsanlagerungen und können deswegen mit der gleichen Methodik behandelt werden. In der Regel ist bei diesen Reaktionen die Born-Oppenheimer-Näherung anwendbar, soweit es sich um Strahlungsübergänge zwischen nicht oder nur schwach wechselwirkenden elektronischen Zuständen handelt. Im Gegensatz dazu erfordert die theoretische Behand-

lung der dissoziativen Rekombination generell einen methodischen Ansatz, der über diese Näherung hinausgeht. Ein entsprechendes Rechenkonzept wird zur Zeit für den einfachen Fall von zweiatomigen Ionen entwickelt (P.-Å. Malmqvist).

8 Veröffentlichungen

In referierten Journalen

- Abel, T. und M.G. Haehnelt: Radiative transfer effects during photoheating of the intergalactic medium. *Astrophys. J., Lett.* **520** (1999), L13–L16
- Abel, T., M.L. Norman und P. Madau: Photon-conserving radiative transfer around point sources in multidimensional numerical cosmology. *Astrophys. J.*, **523** (1999), 66–71
- Alibert, Y., I. Baraffe, P. Hauschildt, und F. Allard: Period-luminosity-color-radius relationships of cepheids as a function of metallicity: evolutionary effects. *Astron. Astrophys.* **344** (1999), 551–572
- Aloy, M.A., J.M^a. Ibáñez, J.M^a. Martí und E. Müller: GENESIS: A high-resolution code for 3D relativistic hydrodynamics. *Astrophys. J., Suppl. Ser.* **122** (1999), 151–166
- Aloy, M.A., J.M^a. Ibáñez, J.M^a. Martí J.L. Gómez und E. Müller: High-resolution 3D simulations of relativistic jets. *Astrophys. J., Lett.* **523** (1999), L125–L128
- Aloy, M.A., J.L. Gómez, J.M^a. Ibáñez, J.M^a. Martí und E. Müller: Radio Emission from 3D Relativistic Hydrodynamic Jets: Observational Evidence of Jet Stratification. *Astrophys. J., Lett.* **528** (2000), L85–L88
- Aloy, M.A., E. Müller, J.M^a. Ibáñez, J.M^a. Martí und A. MacFadyen: Relativistic jets from collapsars. *Astrophys. J., Lett.* **531** (2000), L119–L122
- Anzer, U. und P. Heinzel: The energy balance in solar prominences. *Astron. Astrophys.* **349** (1999), 974–984
- Armitage, P. J. und B.M.S. Hansen: Early planet formation as a trigger for further planet formation. *Nature* **402** (1999), 633–635
- Arp, H.: X-ray observations of NGC1097 and nearby quasars. *Astrophys. Space Sci.* **262** (1999), 337–361
- Arp, H.: A QSO 2.4 arcsec from a dwarf galaxy - the rest of the story. *Astron. Astrophys.* **341** (1999), L5–L8
- Arp, H.: The distribution of high-redshift quasars near Active Galaxies. *Astrophys. J.* **525** (1999), 594–602
- Arp, H.: Re high-energy rays, local supercluster is a major source spot *Phys. Today* 52: 4 94–94
- Bartelmann, M. und P. Schneider: Power spectrum from weak-shear data. *Astron. Astrophys.* **345** (1999), 17–21
- Beuermann, K., H.-C. Thomas, K. Reinsch, A.D. Schwope, J. Trümper und W. Voges: Identification of soft high galactic latitude RASS X-ray sources II. Sources with PSPC count rate CR < 0.5 cts/s. *Astron. Astrophys.* **347** (1999), 47–54
- Bloom, J.S., S.C. Odewahn, S.G. Djorgovski, S.R. Kulkarni, F.A. Harrison, C. Koresko, G. Neugebauer, L. Armus, D.A. Frail, R.R. Gal, R. Sari, G. Squires, G. Illingworth, D. Kelson, F.H. Chaffee, R. Goodrich, M. Feroci, E. Costa, L. Piro, F. Frontera, S. Mao, C. Akerlof und T.A. McKay: The host galaxy of GRB 990123. *Astrophys. J., Lett.* **518** (1999), L1–L4

- Branchini, E., L. Teodoro, C.S. Frenk, I. Schmoldt, G. Efsthathiou, G., S.D.M. White, W. Saunders, W. Sutherland, M. Rowan-Robinson, O. Keeble, H. Tadros, S. Maddox und S. Oliver: A non-parametric model for the cosmic velocity field. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **308** (1999), 1–28
- Burenin, R., A. Vikhlinin, M. Gilfanov, O. Terekhov, A. Tkachenko, S. Sazonov, E. Churazov, R. Sunyaev, P. Goldoni, A. Claret, A. Goldwurm, J. Paul, J. P. Roques, E. Jourdain, F. Pelaez und G. Vedrenne: GRANAT/SIGMA observation of the early afterglow from GRB 920723 in soft gamma-rays. *Astron. Astrophys.* **344** (1999), L53–L56
- Burenin, R., A. Vikhlinin, O. Terekhov, A. Tkachenko, S. Sazonov, M. Gilfanov, E. Churazov, R. Sunyaev, P. Goldoni, A. Claret, A. Goldwurm, J. Paul, J. P. Roques, E. Jourdain, G. Vedrenne und P. Mandrou: GRANAT/SIGMA observation of GRB 920723 soft gamma-ray afterglow. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **138** (1999), 443–444
- Burenin, R., A. Vikhlinin, O. Terekhov, A. Tkachenko, S. Sazonov, M. Gilfanov, E. Churazov, R. Sunyaev, P. Goldoni, A. Claret, A. Goldwurm, J. Paul, J. -P. Roques, E. Jourdain, G. Vedrenne und P. Mandrou: Afterglow of the gamma-ray burst of July 23, 1992, as observed by the SIGMA/GRANAT Telescope. *Astron. Lett.* **25** (1999), 411–416
- Carraro, G., L. Girardi und C. Chiosi: Is the galactic disk older than the halo? *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **309** (1999), 430–442
- Carraro, G., A. Vallenari, L. Girardi und A. Richichi: Near IR photometry of the old open clusters Berkeley 17 and Berkeley 18. Probing the age of the Galactic Disc. *Astron. Astrophys.* **343** (1999), 825–830
- Cassisi, S., V. Castellani, S. Degl’Innocenti, M. Salaris und A. Weiss: Galactic globular cluster stars: from theory to observation. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **134** (1999), 103–114
- Cattaneo, A., M.G. Haehnelt und M.J. Rees: The distribution of supermassive black holes in nearby galaxies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **308** (1999), 77–81
- Churazov, E., M. Gilfanov, W. Forman und C. Jones: Evidence for merging in the Centaurus Cluster. *Astrophys. J.* **520** (1999), 105–110
- Colberg, J.M., S.D.M. White, A. Jenkins und F.R. Pearce: Linking cluster formation to large-scale structure. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **308** (1999), 593–598
- Coles, P., A. Melott und D. Munshi: Bias and hierarchical clustering. *Astrophys. J. Lett.* **521** (1999), L5–L8
- Deng, Z.G., X.Y. Xia und G. Börner: Large scale structure in the infrared sky. *Science in China (Series A)* **29** (1999), 471–480
- Denissenkov, P.A., N.S. Ivanova und A. Weiss: Main-sequence stars of 10 and 30 M_{\odot} : approaching the steady-state rotation. *Astron. Astrophys.* **341** (1999), 181–189
- Deufel, B., H. Barwig, D. Šimić, S. Wolf und N. Drory: Detailed optical studies of the galactic supersoft X-Ray source QR AND. *Astron. Astrophys.* **343** (1999), 455–465
- Diaferio, A.: Mass estimation in the outer regions of galaxy clusters. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **309** (1999), 610–622
- Diaferio, A., G. Kauffmann, J.M. Colberg und S.D.M. White: Clustering of galaxies in a hierarchical universe: III. Mock redshift surveys. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **307** (1999), 537–552
- Dolag, K., M. Bartelmann und H. Lesch: SPH simulations of magnetic fields in galaxy clusters. *Astron. Astrophys.* **348** (1999), 351–363
- Donnelly, R. H. , M. Markevitch, W. Forman, C. Jones, E. Churazov und M. Gilfanov: A hot spot in Coma. *Astrophys. J.* **513** (1999), 690–694

- Duch, W., R. Adamczak und G.H.F. Dierksen: Neural networks in non-Euclidian spaces. *Neural Processing Letters* **10** (1999), 201–210
- Drenkhahn, G. und T. Richtler: SN 1994D in NGC 4526: a normally bright type Ia supernova. *Astron. Astrophys.* **349** (1999), 877–886
- Frenk, C.S., S.D.M. White, P. Bode, R.J. Bond, G.L. Bryan, R. Cen, H.M.P. Couchman, A.E. Evrard, N. Gnedin, A. Jenkins, A.M. Khokhlov, A. Klypin, J.F. Navarro, M.L. Norman, K.P. Ostriker, J.M. Owen, F.R. Pearce, U.-L. Pen, M. Steinmetz, P.A. Thomas, J. V. Villumsen, J.W. Wadsley, M.S. Warren, G. Xu und G. Yepes: The Santa Barbara cluster comparison project: a test of cosmological hydrodynamics codes. *Astrophys. J.* **525** (1999), 554–582
- Freudling W., I Zehavi, L.N. da Costa, A. Dekel, A. Eldar, R. Giovanelli, M.P. Haynes, J.J. Salzer, G. Wegner und S. Zaroubi: Likelihood analysis of the power spectrum from the SFI data. *Astrophys. J.* **523** (1999), 1–15
- Gänsicke, B.T., K. Beuermann, D. de Martino und H.-C. Thomas: RX J1313.2–3259, a missing link in CV evolution? *Astron. Astrophys.* **354** (2000), 605–609
- Geiger, B. und P. Schneider: A simultaneous maximum likelihood approach for galaxy-galaxy lensing and cluster lens reconstruction. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **302** (1999), 118–130
- Geller, M.J., A. Diaferio und M.J. Kurtz: The mass profile of the Coma galaxy cluster. *Astrophys. J. Lett.* **517** (1999), L23–L26
- Gilfanov, M., E. Churazov und M. Revnivtsev: Reflection and noise in Cygnus X-1. *Astron. Astrophys.* **352** (1999), 182–188
- Girardi, L.: A secondary clump of red giant stars: why and where. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **308** (1999), 818–832
- Goldoni, P., M. Vargas, A. Goldwurm, J. Paul, V. Borrel, E. Jourdain, L. Bouchet, J.-P. Roques, M. Revnivtsev, E. Churazov, M. Gilfanov, R. Sunyaev, A. Dyachkov, N. Khavenson, I. Tserenin und N. Kuleshova: SIGMA and RXTE observations of the soft X-ray transient XTE J1755–324. *Astrophys. J.* **511** (1999), 847–851
- Groenewegen, M.A.T.: *I* and *JHK*-band photometry of classical cepheids in the HIPPARCOS catalog. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **139** (1999), 245–255
- Groenewegen, M.A.T. und M. Salaris: The absolute magnitudes of RR Lyrae stars from HIPPARCOS parallaxes. *Astron. Astrophys.* **348** (1999), L33–L36
- Groenewegen, M.A.T., F. Baas, J.A.D.L. Blommaert, R. Stehle, E. Josselin und R.P.J. Tilanus: Millimeter observations of short period miras and other AGB stars. *Astron. Astrophys.* **140** (1999), 197–224
- Grupe, D., K. Beuermann, K. Mannheim und H.-C. Thomas: New bright soft X-ray selected ROSAT AGN: II. Optical emission line properties. *Astron. Astrophys.* **350** (1999), 805–815
- Grupe, D., H.-C. Thomas und K.M. Leighly: RX J1624.9+7554: a new X-ray transient AGN. *Astron. Astrophys.* **350** (1999), L31–L34
- Hardy, S.J.: The effective electron mass in core-collapse supernovae. *Astron. Astrophys.* **342** (1999), 614–621
- Hardy, S.J. und D.B. Melrose: Reply to comment on “Ponderomotive force due to neutrinos”. *Phys. Rev. D* **60** (1999), 068702–068703
- Heinzl, P. und U. Anzer: Magnetic dips in prominences. *Solar Phys.* **184** (1999), 103–111
- Helmi, A. und S.D.M. White: Building up the stellar halo of the Galaxy. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **307** (1999), 495–517

- Helmi, A., S.D.M. White, P.T. DeZeeuw und H. Zhao: Debris streams in the solar neighborhood as relicts from the formation of the Milky Way. *Nature* **402** (1999), 53–55
- Inogamov, N. und R. Sunyaev: Spread of matter over a neutron-star surface during disk accretion. *Astron. Lett.* **25** (1999), 269–293
- Janka, H.-T. und G. Raffelt: No pulsar kicks from deformed neutrinospheres – art. no. 023005. *Phys. Rev. D.* **5902** (1999), 3005
- Janka, H.-Th., Th. Eberl, M. Ruffert und C.L. Fryer: Black hole – neutron star mergers as central engines of gamma-ray bursts. *Astrophys. J., Lett.* **527** (1999), 39–42
- Jedamzik, K. und J. Niemeyer: Primordial black hole formation during first-order phase transitions. *Phys. Rev. D* **59** (1999), 124014-1–124014-7
- Juszkiewicz R., V. Springel und R. Durrer: Dynamics of pairwise motions. *Astrophys. J., Lett.* **518** (1999), L25–L28
- Kane, J, D. Arnett, B.A. Remington, S.G. Glendinning, G. Bazan, E. Müller, B.A. Fryxell und R. Teyssier: 2D vs 3D supernova hydrodynamic instability growth. *Astrophys. J.* **528** (2000), 989–994
- Kauffmann, G. und M.G. Haehnelt: A unified model for the evolution of galaxies and quasars. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **311** (2000), 576–588
- Kauffmann, G., J.M. Colberg, A. Diaferio und S.D.M. White: Clustering of galaxies in a hierarchical universe: II. Evolution to high redshift. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **307** (1999), 529–536
- Kauffmann, G., J.M. Colberg, A. Diaferio und S.D.M. White: Clustering of galaxies in a hierarchical universe: I. Methods and results at $z = 0$. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **303** (1999), 188–206
- Kepner, J., T.M. Tripp, T. Abel und D. Spergel: Absorption-line signatures of gas in dark matter minihalos. *Astron. J.* **117** (1999), 2063–2076
- Kerber, F., J.A.D.L. Blommaert, M.A.T. Groenewegen, S. Kimeswenger, H.-U. Käuff und M. Asplund: ISO observations of dust formation in Sakurai's object. *Astron. Astrophys.* **350** (1999), L27–L30
- Kercek, A., T. Gutsche und A. Faessler: Protonium annihilation into two mesons in the quark annihilation model. *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* **25** (1999), 1–17
- Kercek, A., W. Hillebrandt und J.W. Truran: Three-dimensional simulations of classical novae. *Astron. Astrophys.* **345** (1999), 831–840
- Kerscher, M., M. Pons-Borderia, J. Schmalzing, R. Trasarti-Battistoni, T. Buchert, V. Martinez und R. Valdarnini: A global descriptor of spatial pattern interaction in the galaxy distribution. *Astrophys. J.* **513** (1999), 543–548
- King, A.R. und H. Ritter: Cygnus X-2, super-Eddington mass transfer, and pulsar binaries. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **309** (1999), 253–260
- King, L.J., I.W.A. Browne, D.R. Marlow, A.R. Patnaik und P.N. Wilkinson: Gravitationally lensed radio sources in the Jodrell Bank-VLA Astrometric Survey. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **307** (1999), 225–235
- Knie, K., G. Korschneck, T. Faestermann, C. Wallner, J. Scholten und W. Hillebrandt: Evidence for supernova produced ^{60}Fe activity on earth. *Phys. Rev. Lett.* **83** (1999), 18–21
- Korona T., B. Jeziorski, R. Moszynski und G.H.F. Dierksen: Degenerate symmetry-adapted perturbation theory of weak interactions between closed- and open-shell monomers: application to Rydberg states of helium hydride. *Theor. Chem. Acc.* **101** (1999), 282–291

- Kraus, A., A. Quirrenbach, A. Lobanov, T.P. Krichbaum, M. Risse, P. Schneider, S.J. Qian, S.J. Wagner, A. Witzel, J.A. Zensus, J. Heidt, H. Bock, M. Aller und H. Aller: Unusual radio variability in the BL Lac object 0235+164. *Astron. Astrophys.* **344** (1999), 807–816
- Kruse, G. und P. Schneider: Statistics of dark matter haloes expected from weak lensing surveys. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **302** (1999), 821–829
- Kuznetsov, S., M. Gilfanov, E. Churazov, R. Sunyaev, A. Dyachkov, N. Khavenson, B. Novikov, R. Kremnev, P. Goldoni, A. Goldwurm, P. Laurent, J. Paul, J.-P. Roques, E. Jourdain, L. Bouchet und G. Vedrenne: Long-term variability of the hard X-ray Source GRS 1758-258: GRANAT/SIGMA observations. *Astron. Lett.* **25** (1999), 351–358
- Lemson, G. und G. Kauffmann: Environmental influences on dark matter haloes and consequences for the galaxies within them. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **302** (1999), 111–117
- Lindh R., W.P. Kraemer und M. Kämper: On the thermodynamic stability of ArO_4 . *J. Phys. Chem. A.* **103** (1999), 8295–8302
- Liu, B.F., W. Yuan, F. Meyer, E. Meyer-Hofmeister und Xie G.Z.: Evaporation of accretion disks around black holes: corona-disk transition and its application to ADAF. *Astrophys. J., Lett.* **527** (1999), L17–L20
- Longhetti, M., A. Bressan, C. Chiosi und R. Rampazzo: Star formation history of early-type galaxies in low density environments. V. Blue line-strength indices for the nuclear region. *Astron. Astrophys.* **345** (1999), 419–429
- Lutovinov, A., S. Grebenev und R. Sunyaev: Observations of the X-ray pulsar 4U0115+634 with GRANAT/ART-P during the outburst in 1990 February. *Astron. Lett.* **26** (2000), 1–10
- Lutovinov, A., S. Grebenev und R. Sunyaev: ART-P/GRANAT Observations of the X-ray pulsar Cen X-3. *Astron. Lett.* **25** (1999), 59–73
- Maino, D., C. Burigana, M. Maltoni, B.D. Wandelt, K.M. Gorski, M. Malaspina, M. Bersanelli, N. Mandolesi, A.J. Banday und E. Hivon: The Planck-LFI instrument: Analysis of the 1/f noise and implications for the scanning strategy. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **140** (1999), 383–391
- Mao, S.: An ongoing parallax microlensing event OGLE-1999-CAR-1 toward Carina. *Astron. Astrophys.* **350** (1999), L19–L22
- Marigo, P., L. Girardi und A. Bressan: The third dredge-up and the carbon star luminosity functions in the Magellanic Clouds. *Astron. Astrophys.* **344** (1999), 123–142
- Marigo, P., L. Girardi, A. Weiss und M.A.T. Groenewegen: Is the core mass-luminosity relation violated by the occurrence of the third dredge-up? *Astron. Astrophys.* **351** (1999), 161–167
- Martí M^a und E. Müller: Numerical hydrodynamics in special relativity. *Living Reviews in Relativity* **2** (1999), 1999–3
- Martin I., C. Lavin, Y. Perez-Delgado, J. Karwowski und G.H.F. Diercksen: Vertical electron transitions in Rydberg radicals. *Adv. Quantum Chem.* **32** (1999), 181–196
- Meyer, F. und E. Meyer-Hofmeister: On the source of viscosity in cool binary accretion disks. *Astron. Astrophys.* **341** (1999), L23–L26
- Meyer, F. und E. Meyer-Hofmeister: On the ultimate fate of AM Her stars. *Astron. Astrophys.* **346** (1999), L13–L16
- Meyer-Hofmeister, E. und F. Meyer: Black hole soft X-ray transients: evolution of the cool disk and mass supply for the ADAF. *Astron. Astrophys.* **348** (1999), 154–160

- Mo, H.J., S. Mao und S.D.M. White: The structure and clustering of Lyman break galaxies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **304** (1999), 175–184
- Mochizuki, Y., K. Takahashi, H.-Th. Janka, W. Hillebrandt und R. Diehl: ^{44}Ti : Its effective decay rate in young supernova remnants, and its abundance in Cas-A. *Astron. Astrophys.* **346** (1999), 831–842
- Niemeyer, J. und K. Jedamzik: Dynamics of primordial black hole formation. *Physical Review D* **59** (1999), 124013-1–124013-8
- Nusser, A. und M.G. Haehnelt: A first step to a direct inversion of QSO absorption spectra. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **303** (1999), 179–187
- Nusser, A. und R.K. Sheth: Mass growth and density profiles of dark matter halos in hierarchical cluster. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **303** (1999), 685–695
- Ogilvie, G.I.: Time-dependent quasi-spherical accretion. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **306** (1999), L9–L12
- Omont, A., S. Ganesh, C. Alard, J.A.D.L. Blommaert, B. Caillaud, E. Copet, P. Fouqué, G. Gilmore, D. Ojha, M. Schultheis, G. Simon, X. Bertou, J. Borsenberger, N. Epchtein, I. Glass, F. Guglielmo, M.A.T. Groenewegen, H.J. Habing, S. Kimeswenger, M. Morris, S.D. Price, A. Robin, M. Unavane und R. Wyse: ISOGAL-DENIS detection of red giants with weak mass loss in the galactic bulge. *Astron. Astrophys.* **348** (1999), 755–767
- Osmann G., P.R. Bunker, W.P. Kraemer und P. Jensen: Coulomb explosion imaging and the CH_2^+ molecule. *Chem. Phys. Lett.* **309** (1999), 299–306
- Oudmaijer, R.D., M.A.T. Groenewegen und H. Schrijver: The absolute magnitude of K0V stars from HIPPARCOS parallaxes. *Astron. Astrophys.* **341** (1999), L55–L58
- Pearce, F.R., A. Jenkins, C.S. Frenk, J.M. Colberg, S.D.M. White, P. Thomas, H.M.P. Couchman, J.A. Peacock und G. Efstathiou: A simulation of galaxy formation and clustering. *Astrophys. J., Lett.* **521** (1999), L99–L102
- Plewa, T. und E. Müller: The consistent multi-fluid advection method. *Astron. Astrophys.* **342** (1999), 179–191
- Popham, R.: A boundary layer origin for dwarf nova oscillations. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **308** (1999), 979–983
- Popham, R., S. Woosley und C. Fryer: Hyper-accreting black holes and gamma-ray bursts. *Astrophys. J.* **518** (1999), 356–374
- Reblinsky, K. und M. Bartelmann: Projection effects in mass-selected galaxy-cluster samples. *Astron. Astrophys.* **345** (1999), 1–16
- Reblinsky, K., G. Kruse, B. Jain und P. Schneider: Cosmic shear and halo abundances: Analytical versus numerical results. *Astron. Astrophys.* **351** (1999), 815–826
- Reinecke, M., W. Hillebrandt und J.C. Niemeyer: Thermonuclear explosions of Chandrasekhar-mass C+O white dwarfs. *Astron. Astrophys.* **347** (1999), 739–747
- Reinecke, M., W. Hillebrandt, J.C. Niemeyer, R. Klein und A. Gröbl: A new model for deflagration fronts in type Ia supernovae. *Astron. Astrophys.* **347** (1999), 724–733
- Revnivtsev, M., K. Borozdin und A. Emelyanov: Timing analysis of the X-ray transient source XTE J1806–246 (2S1803–245). *Astron. Astrophys.* **344** (1999), L25–L28
- Revnivtsev, M., M. Gilfanov und E. Churazov: The frequency resolved spectroscopy of Cyg X-1: fast variability of the Fe K_α line. *Astron. Astrophys.* **347** (1999), L23–L26
- Revnivtsev, M., M. Gilfanov, E. Churazov, S. Trudolyubov, R. Sunyaev, A. Dyachkov, N. Khavenson, I. Tserenin, P. Goldoni, M. Vargas, A. Goldwurm, J. Paul, V. Borrel, E. Jourdain, L. Bouchet und J.-P. Roque: GRANAT and RXTE observations of the X-ray nova XTE J1755–324. *Astron. Lett.* **25** (1999), 493–500

- Ritter, R.: Analytical solution for the evolution of a binary with stable mass transfer from a giant. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **309** (1999), 360–372
- Ruffert, M. und H.-Th. Janka: Simulations of coalescing neutron star and black hole binaries. *Prog. Theor. Phys. Supp.* **136** (1999), 287–299
- Ruffert, M. und H.-Th. Janka: Gamma-ray bursts from accreting black holes in neutron star mergers. *Astron. Astrophys.* **344** (1999), 573–606
- Sazonov, S. und R. Sunyaev: Microwave polarization in the direction of galaxy clusters induced by the CMB quadrupole anisotropy. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **310** (1999), 765–773
- Schaye, J., T. Theuns, A. Leonard und G. Efstathiou: Measuring the equation of state of the intergalactic medium. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **310** (1999), 57–70
- Schlattl, H., A. Bonanno und L. Paternò: Signatures of the efficiency of solar nuclear reactions in the neutrino experiments. *Physical Review D* **60** (1999), 113002
- Schlattl, H. und A. Weiss: On an overshooting approach to the solar Li problem. *Astron. Astrophys.* **347** (1999), 272–276
- Schlattl, H., A. Weiss und G.G. Raffelt: Helioseismological constraints on solar axion emission. *Astroparticle Phys.* **10** (1999), 353–359
- Schmalzing, J., S. Gottlöber, A. Klypin und A. Kravtsov: Quantifying the evolution of higher-order clustering. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **309** (1999), 1007–1016
- Schmoldt, I., E. Branchini, L. Teodoro, G. Efstathiou, C.S. Frenk, O. Keeble, R. McMahon, S. Maddox, S. Oliver, M. Rowan-Robinson, W. Saunders, W., Sutherland, H. Tadros und S.D.M. White: Likelihood analysis of the Local Group acceleration. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **304** (1999), 893–905
- Schmoldt, I.M., V. Saar, P. Saha, E. Branchini, G.P. Efstathiou, C.S. Frenk, O. Keeble, S. Maddox, R. McMahon, S. Oliver, M. Rowan-Robinson, W. Saunders, W.J. Sutherland, H. Tadros und S.D.M. White: On density and velocity fields and beta from the IRAS PSCz survey. *Astron. J.* **118** (1999), 1146–1160
- Schneider, P., L. King und T. Erben: Cluster mass profiles from weak lensing: constraints from shear and magnification information. *Astron. Astrophys.* **353** (2000), 41–56
- Seaborne, M.D., W. Sutherland, H. Tadros, G. Efstathiou, C.S. Frenk, O. Keeble, S. Maddox, S. Oliver, M. Rowan-Robinson, W. Saunders und S.D.M. White: A comparison of the PSCz and Stromlo-APM redshift surveys. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **309** (1999), 89–99
- Seljak, U. und D.E. Holz: Limits on the density of compact objects from high redshift supernovae. *Astron. Astrophys.* **351** (1999), L10–L14
- Sheth, R. K. und G. Lemson: The forest of merger history trees associated with the formation of dark matter haloes. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **305** (1999), 946–956
- Sheth, R. K. und G. Lemson: Biasing and the distribution of dark matter haloes. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **304** (1999), 767–792
- Sheth, R. K. und G. Tormen: Large scale bias and the peak-background split. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **308** (1999), 119–126
- Špirko V., P. Soldán und W.P. Kraemer: Adiabatic energies and perturbative non-adiabatic corrections for Coulombic three-particle systems in the hyperspherical harmonics approximation. *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **32** (1999), 429–441
- Springel, V. und S.D.M. White: Tidal tails in cold dark matter cosmologies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **307** (1999), 162–178
- Spruit, H.C.: Gamma-ray bursts from X-ray binaries. *Astron. Astrophys.* **341** (1999), L1–L4

- Spruit, H.C.: Differential rotation and magnetic fields in stellar interiors. *Astron. Astrophys.* **349** (1999), 189–202
- Stehle, R. und H. Ritter: The chemical pollution of the secondary of a cataclysmic variable by novae. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **309** (1999), 245–252
- Stehle, R. und H.C. Spruit: Hydrodynamics of accretion disks with variable thickness. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **304** (1999), 674–686
- Suleimanov, V., F. Meyer und E. Meyer-Hofmeister: Efficiency of soft X-ray radiation reprocessing in supersoft X-ray sources. *Astron. Astrophys.* **350** (1999), 63–72
- Sunyaev, R., D. Uskov und E. Churazov: Scattering of X-ray emission lines by molecular hydrogen. *Astron. Lett.* **25** (1999), 199–205
- Sutherland, W., H. Tadros, G. Efstathiou, C.S. Frenk, O. Keeble, S. Maddox, R.G. McMahon, S. Oliver, M. Rowan-Robinson, W. Saunders und S.D.M. White: The power spectrum of the Point Source Catalogue redshift survey. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **308** (1999), 289–301
- Syer, D., S. Mao und H.J. Mo: Observational constraints on disk galaxy formation. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **305** (1999), 357–364
- Tadros, H., W.E. Ballinger, A.N. Taylor, A.F. Heavens, G. Efstathiou, W. Saunders, C.S. Frenk, O. Keeble, R. McMahon, S.J. Maddox, S. Oliver, M. Rowan-Robinson, W.J. Sutherland und S.D.M. White: Spherical harmonic analysis of the PSCz galaxy catalogue: redshift distortions and the real-space power spectrum. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **305** (1999), 527–546
- Theuns, T., A. Leonard, J. Schaye und G. Efstathiou: Dependences of QSO Ly alpha absorption line statistics on cosmological parameters. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **303** (1999), L58–L62
- Thomas, H.-C., K. Beuermann, V. Burwitz, K. Reinsch und A.D. Schwope: RX J1313.2–3259, a long-period Polar discovered with ROSAT. *Astron. Astrophys.* **353** (2000), 646–654
- Trams, N.R., J.Th. van Loon, L.B.F.M Waters, A.A. Zijlstra, C. Loup, P.A. Whitelock, M.A.T. Groenewegen, J.A.D.L. Blommaert, R. Siebenmorgen, A. Heske und M.W. Feast: ISO observations of obscured Asymptotic Giant Branch stars in the Large Magellanic Cloud. *Astron. Astrophys.* **346** (1999), 843–860
- Trams, N.R., J.Th. van Loon, A.A. Zijlstra, C. Loup, M.A.T. Groenewegen, L.B.F.M. Waters, P.A. Whitelock, J.A.D.L. Blommaert, R. Siebenmorgen und A. Heske: IRAS 04496–6958: A luminous carbon star with silicate dust in the Large Magellanic Cloud. *Astron. Astrophys.* **344** (1999), L17–L20
- Tresse, L., M. Dennefeld, P. Petitjean, S. Christiani und S.D.M. White: Identification of absorbing galaxies towards the QSO J2233-606 in the Hubble Deep Field South. *Astron. Astrophys.* **346** (1999), L21–L24
- Trudolyubov, S., E. Churazov und M. Gilfanov: The X-ray source GRS1915+105: The low-luminosity state and transitions between the states during 1996-1997 (RXTE observations). *Astron. Lett.* **25** (1999), 827–848
- Trudolyubov, S., E. Churazov und M. Gilfanov: The 1-12 Hz QPO and dips in GRS 1915+105: tracers of Keplerian and viscous time scales? *Astron. Astrophys.* **351** (1999), L15–L18
- Trudolyubov, S., E. Churazov, M. Gilfanov, M. Revnivtsev, R. Sunyaev, N. Khavenson, A. Dyachkov, I. Tserenin, M. Vargas, P. Goldoni, P. Laurent, J. Paul, E. Jourdain, J. -P. Roques, P. Mandrou und G. Vedrenne: Spring, 1997 GRANAT SIGMA observations of the Galactic Center: discovery of the X-ray nova GRS 1737-31. *Astron. Astrophys.* **342** (1999), 496–501

- van Loon, J.Th., M.A.T. Groenewegen, A. de Koter, N.R. Trams, L.B.F.M. Waters, A.A. Zijlstra, P.A. Whitelock und C. Loup: Mass-loss rates and luminosity functions of dust-enshrouded AGB stars and red supergiants in the LMC. *Astron. Astrophys.* **351** (1999), 559–572
- van Loon, J.Th., A.A. Zijlstra und M.A.T. Groenewegen: Luminous carbon stars in the Magellanic Clouds. *Astron. Astrophys.* **346** (1999), 805–810
- van Waerbeke, L., F. Bernardeau und Y. Mellier: Efficiency of weak lensing surveys to probe cosmological models. *Astron. Astrophys.* **342** (1999), 15–33
- Velazquez, H. und S.D.M. White: Sinking satellites and the heating of galaxy discs. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **304** (1999), 254–270
- Wegmann, R., K. Jockers und T. Bonev: H_2O^+ ions in comets: models and observations. *Planet. Space Sci.* **43** (1999), 745–763
- Weiss, A. und M. Salaris: Colour transformations for isochrones in the VI -plane. *Astron. Astrophys.* **346** (1999), 897–905
- White, S.D.M. und V. Springel: Fitting the universe on a supercomputer. *Comput. Sci. Eng.* **1** (1999), 36–45
- Williams, L.L.R., J. Navarro und M. Bartelmann: The core structure of galaxy clusters from gravitational lensing. *Astrophys. J.* **527** (1999), 535–544
- Xia, X.-Y., S. Mao, H. Wu, X.-W. Liu, Y. Gao, Z.-G. Deng und Z.-L. Zou: The nature of the diffuse clumps and the X-ray companion of Markarian 273. *Astrophys. J.* **524** (1999), 746–752
- Xia, X.-Y., S. Mao, H. Wu, Th. Boller, Z.-G. Deng und Z.-L. Zou: Ultraluminous IRAS galaxy 10026+4347. *Astron. Astrophys.* **341** (1999), L13–L16
- Yamada, S., H.-Th. Janka und H. Suzuki: Neutrino transport in Type-II supernovae: Boltzmann solver vs. Monte Carlo method. *Astron. Astrophys.* **344** (1999), 533–550
- Zaroubi, S., Y. Hoffman und A. Dekel: Wiener reconstruction of the LSS from radial velocities. *Astrophys. J.* **520** (1999), 413–425
- Zheng, Z., H. Wu, S. Mao, X.-Y. Xia, Z.-G. Deng und Z.-L. Zou: An HST surface photometric study of ultraluminous infrared galaxies. *Astron. Astrophys.* **349** (1999), 735–750

8.1 Konferenzbeiträge

Erschienen:

- Arp, H.: Origin of companion galaxies. In: *Activity in Galaxies and Related Phenomena*, Proc. 194th IAU Symposium, Yerevan 1998, Eds. Y. Terzian, E. Khachikian, D. Weedman. *Astron. Soc. Pac.* 1999, 347–355
- Arp, H.: M87 as a young progenitor galaxy in the Virgo cluster. In: *The Radio Galaxy M87*, Proc. Schloss Ringberg, Tegernsee 1997, Eds. H.-J. Roeser, K. Meisenheimer. *Lecture Notes in Physics*, vol. 530. Springer, Heidelberg 1999, 43–49
- Bartelmann, M.: Gravitational lensing and cosmology. In: *Evolution of large-scale structure*, Proc. MPA-ESO Cosmology Conference, Garching 1998, Eds. A.J. Banday, R.K. Sheth, L.N. da Costa. *PrintPartners Ipskamp*, Enschede 1999, 213–225
- Bartelmann, M.: The Planck Surveyor Mission: Goals and MPA involvement. In: *Proc. 5th SFB-375 Ringberg Workshop*, Ringberg 1998, Ed. D. Thomas. SFB 375, TU München, Garching 1999, 123–126
- Blommaert, J.A.D.L., M.A.T. Groenewegen, M.-R. Cioni, H.J. Habing, J.Th. van Loon und N.R. Trams: ISO observations of AGB stars in the Small Magellanic Cloud. In: *The Stellar Content of Local Group Galaxies*, Proc. 192nd IAU Symp., Cape Town 1998, Eds. P. Whitelock, R. Cannon. *Astronomical Society of the Pacific*, Provo 1999, 95–99

- Blommaert, J.A.D.L., N.R. Trams, M.A.T. Groenewegen, J.Th. van Loon, M.-R. Cioni, H.J. Habing, L.B.F.M. Waters, K. Okumura, C. Loup und A.A. Zijlstra: Evolution and mass loss of AGB stars in the Magellanic Clouds. In: The Universe as seen by ISO, Paris 1998, Eds. P. Cox, M.F. Kessler. ESA SP-427, ESA Publications Division, Noordwijk 1999, 273–276
- Börner, G.: Formation of cosmic structure. In: From Stars to Galaxies to the Universe, Proc. Ringberg Workshop, MPA 1999, Eds. G. Börner, H.J. Mo. MPA/P11, Garching 1999, 1–15
- Brüggen, M.: The parabolic wave equation in local helioseismology. In: SOHO-9 Workshop „Helioseismic Diagnostics of Solar Convection and Activity“, Stanford, California, July 12–15, 1999, Eds. A.G. Kosovichev, T. Duvall. Kluwer Academic Publ., Dordrecht 1999, 21–25
- Burwitz, V., K. Reinsch, K. Beuermann und H.-C. Thomas: RX J0501.7–0359: a new ROSAT discovered eclipsing polar in the period gap In: Annapolis Workshop on Magnetic Cataclysmic Variables. Eds. C. Hellier, K. Mukai. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser., Vol. 157, 127–132
- Cioni, M.-R., H.J. Habing, C. Loup, M.A.T. Groenewegen, N. Epchtein und the DENIS Consortium: Near-IR catalogue of the Magellanic Clouds: DENIS. In: The Stellar Content of Local Group Galaxies, Proc. 192nd IAU Symp., Cape Town 1998, Eds. P. Whitelock, R. Cannon. Astronomical Society of the Pacific, Provo 1999, 65–71
- Deng, Z.G., X.Y. Xia und G. Börner: Typical Scales in the Distribution of IRAS Galaxies. In: Cosmological Parameters and the Evolution of the Universe, Proc. IAU Coll. Ed. K. Sato. Dordrecht 1999, 246
- Diaferio, A.: Galaxy formation within the large-scale structure of the universe. In: From Stars to Galaxies to the Universe, Proc. Ringberg Castle Conference, Tegernsee 1998, Eds. G. Börner, H. J. Mo. MPA/P11, Garching 1999, 106–115
- Diaferio, A., G. Kauffmann, J. Colberg und S.D.M. White: Galaxy redshift surveys in CDM models: galaxy groups. In: Evolution of Large-Scale Structure from Recombination to Garching, MPA-ESO Cosmology Conference, Garching 1998, Eds. A.J. Banday, R.K. Sheth, L.N. da Costa. PrintPartners Ipskamp, Enschede, The Netherlands, 314–318
- Dolag, K., M. Bartelmann und H. Lesch: SPH simulations of magnetic fields in galaxy clusters. In: Diffuse thermal and relativistic plasma in galaxy clusters, Proc. Ringberg Workshop, Tegernsee, April 1999, Eds. H. Böhringer, L. Feretti, P. Schücker. MPE Report 271, October 1999, 237–241
- Duch, W., R. Adamczak und G.H.F. Dierksen: Distance-based multilayer perceptrons, In: Computational Intelligence for Modelling Control and Automation, Neural Networks and Advanced Control Strategies. Ed. M Mohammadian. IOS Press, Amsterdam 1999, 75–80
- Girardi, L.: Spectral synthesis of galaxies: some basic results and uncertainties. In: From stars to galaxies to the universe, Proc. of a workshop on Ringberg Castle, 1998, Eds. G. Börner, H. J. Mo. MPA-proceedings MPA/P11, Garching 1999, 179–192
- Girardi, L.: Red giant stars in Magellanic Cloud clusters: constraining population synthesis models. In: New views of the Magellanic Clouds, IAU Symp. 190, Eds. Y.-H. Chu, N. Suntzeff, J. Hesser, D. Bohlender, Astronomical Society of the Pacific, Provo 1999, 374–376
- Groenewegen, M.A.T.: Carbon stars in populations of different metallicity. In: Asymptotic Giant Branch Stars, Proc. 191st IAU Symp., Montpellier 1998, Eds. T. Le Bertre, A. Lebre, C. Waelkens. Astronomical Society of the Pacific, Provo 1999, 535–544

- Haehnelt, M.G. und A. Nusser: Recovering the DM density from QSO absorption spectra. In: From Recombination to Garching. Proc. MPA/ESO workshop, Garching 1998, Eds. A.J. Banday, R.K. Sheth, L.N. da Costa. Print Partners Ipskamp, Enschede 1999, 375–379
- Helmi, A. und S.D.M. White: Building up the stellar halo of the Galaxy, Third Stromlo Symposium: The Galactic Halo. Eds. B. Gibson, M. Putman, T. Axelrod. ASP Conference Series, Vol. 165, 89–94
- Hillebrandt, W.: Supernova explosions. In: Proc. Int. Conf. on Numerical Astrophysics, Tokyo 1998, Eds. S.M. Miyama, K. Tomisaka, T. Hanawa. Kluwer Academic Publ., Dordrecht 1999, 265–272
- Jain, B., U. Seljak und S.D.M. White: Simulating weak lensing by clusters and large-scale structure. In: Evolution of Large Scale Structure from Recombination to Garching. Proc. MPA-ESO Cosmology Conference, Garching 1998, Eds. A.J. Banday, R.K. Sheth, L.N. da Costa. PrintPartners Ipskamp, Enschede 1999, 240–246
- Janka, H.-Th.: MeV neutrinos from compact stellar objects. In: Results – Projects – Perspectives, Proc. 5th SFB-375 Ringberg Workshop, Tegernsee 1998, Ed. D. Thomas. Sonderforschungsbereich 375 (Particle-Astrophysics), Technische Universität München, Garching 1999, 109–111
- Janka, H.-Th.: Core collapse supernovae — theory between achievements and new challenges. In: Nuclei in the Cosmos V, Proc. International Symposium on Nuclear Astrophysics, Volos 1998, Eds. N. Prantzos, S. Harissopulos. Editions Frontières, Paris 1999, 241–247
- Janka, H.-Th., M. Ruffert und T. Eberl: Merging neutron stars and black holes as sources of gamma-ray bursts and heavy elements. In: Nuclei in the Cosmos V, Proc. International Symposium on Nuclear Astrophysics, Volos 1998, Eds. N. Prantzos, S. Harissopulos. Editions Frontières, Paris 1999, 325–328
- Jorissen, A., P.F. Coheur, R. Alvarez und M.A.T. Groenewegen: Mass loss along the giant branch of the globular cluster 47 Tuc. In: The Universe as seen by ISO, Paris 1998, Eds. P. Cox, M.F. Kessler. ESA SP-427, ESA Publications Division, Noordwijk 1999, 341–344
- Kaiser, C. R. und P. Alexander: The mutual interaction of powerful radio galaxies and their environments. In: Observational cosmology: The development of galaxy systems, Proc., International Workshop, Sesto 1998, Eds. G. Giuricin, M. Mezzetti, P. Salucci. ASP Conference Series, Vol. 176, ASP Publ., San Francisco 1999, 377–388
- Kauffmann, G., J. Colberg, A. Diaferio und S.D.M. White: The clustering of galaxies in a hierarchical Universe. In: Evolution of Large-Scale Structure from Recombination to Garching, MPA-ESO Cosmology Conference, Garching 1998, Eds. A.J. Banday, R.K. Sheth, L.N. da Costa. PrintPartners Ipskamp, Enschede, The Netherlands, 307–314
- Kerber, F., J.A.D.L. Blommaert, S. Kimeswenger, M.A.T. Groenewegen und H.-U. Käuff: Sakurai's object: ISO witnesses stellar evolution in real-time. In: The Universe as seen by ISO, Paris 1998, Eds. P. Cox, M.F. Kessler. ESA SP-427, ESA Publications Division, Noordwijk 1999, 357–360
- Kraus, A., A. Quirrenbach, A. Lobanov, T.P. Krichbaum, M. Risse, P. Schneider, S.J. Qian, S.J. Wagner, A. Witzel, J.A. Zensus, J. Heidt, H. Bock, M. Aller und H. Aller: Unusual radio variability in the BL Lac Object 0235+164. In: BL Lac Phenomenon, Proceedings of a Conference held in Turku, Finland, 22–26 June, 1998, 67–70
- Loup, C., E. Josselin, M.-R. Cioni, H.J. Habing, J.A.D.L. Blommaert, N.R. Trams, M.A.T. Groenewegen, C. Alard, P. Fouqu'e, F. Kerschbaum, L.B.F.M. Waters, J.Th. van Loon, A.A. Zijlstra und das DENIS consortium: ISOCAM and DENIS survey of 0.5 square degrees in the bar of the LMC. In: Asymptotic Giant Branch Stars, Proc. 191st IAU Symp., Montpellier 1998, Eds. T. Le Bertre, A. Lebre, C. Waelkens. Astronomical Society of the Pacific, Provo 1999, 561–566

- Mao, S. und H.J. Mo: The formation and evolution of disk galaxies. In: Proceedings of the Workshop on From Stars to Galaxies to the Universe, Ringberg Castle, Tegernsee 1998, Eds. G. Börner, H.J. Mo. MPA/P11, Garching 1999, 116–119
- Marigo, P. und L. Girardi: The carbon star luminosity functions in the Magellanic Clouds. In: New views of the Magellanic Clouds, IAU Symp. 190, Eds. Y.-H. Chu, N. Suntzeff, J. Hesser, D. Bohlender. Astronomical Society of the Pacific, Provo 1999, 372–373
- Mellier, Y., L. van Waerbeke, F. Bernardeau und O. Le Fèvre: Weak lensing with MEGACAM and the VLT. In: Looking Deep in the Southern Sky, Proceedings of the ESO/Australia Workshop, Sydney, Australia, 10-12 December 1997, Eds. R. Morganti, W.J. Couch. Springer-Verlag 1999, 59–65
- Meyer, F.: Formation of the inner ring of SN 1987A. In: Proc. Symposium Highlights in X-ray Astronomy, Garching, June 17-19, 1998, Eds. B. Aschenbach, M.J. Freyberg, MPE Report 272, Garching 1999, 324–326
- Meyer, F.: Physics of evaporation. In: Proc. Disk Instability Workshop, Kyoto 1998, Eds. S. Mineshige, J.C. Wheeler. Universal Academy Press, Inc., Tokyo 1999, 209–215
- Meyer-Hofmeister, E. und F. Meyer: Simulations of evaporation of accretion disks. Physics of evaporation. In: Proc. Disk Instability Workshop, Kyoto 1998, Eds. S. Mineshige, J.C. Wheeler. Universal Academy Press, Inc., Tokyo 1999, 217–230
- Reinsch, K., V. Burwitz, K. Beuermann und H.-C. Thomas: ROSAT-discovered high-field magnetic CVs. In: Annapolis Workshop on Magnetic Cataclysmic Variables, Eds. C. Hellier, K. Mukai. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser., Vol. 157, 187–194
- Ruffert, M. und H.-Th. Janka: Numerical aspects of simulations of merging neutron stars. In: Numerical Astrophysics, Proc. Internat. Conf. at the National Olympic Memorial Youth Center, Tokyo 1998, Eds. S.M. Miyama, K. Tomisaka, T. Hanawa. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1999, 273–276
- Ruffert, M. und H.-Th. Janka: Numerical simulations of colliding neutron stars. In: On Recent Developments in Theoretical and Experimental General Relativity, Gravitation and Relativistic Field Theories (in 2 Parts), Proc. Eighth Marcel Grossmann Meeting on General Relativity, Jerusalem 1997, Ed. T. Piran. World Scientific Publ., Singapore 1999, 1603–1605
- Ruffert, M. und H.-Th. Janka: Simulations of merging neutron stars and black holes as sources of gamma-ray bursts and heavy elements. In: Gamma-Ray Bursts: The First Three Minutes, Proc. Workshop, Gräftåvallen 1999, Eds. J. Poutanen, R. Svensson. ASP Conf. Series, Vol. 190, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1999, 181–188
- Ruffert, M., H.-Th. Janka und T. Eberl: Neutron star – black hole mergers. In: Abstracts of the 19th Texas Symposium on Relativistic Astrophysics and Cosmology, Paris 1998, Eds. J. Paul, T. Montmerle, E. Aubourg. Nuclear Physics Conference Series (on CD-ROM), Elsevier Science, Amsterdam 1998, 37–40.
- Salasnich, B., L. Girardi, C. Chiosi und A. Weiss: Extension of the Padua stellar evolution library to alpha-enhanced mixtures. In: Internal Report of the Workshop del Network Italiano: Formazione ed Evoluzione delle Galassie, Padova 1999, Eds. C. Chiosi, L. Portinari, R. Tantalo. Università degli Studi Padova, Padova, Italien 1999, 161–164
- Schmidt, H.-U.: X-ray emission of comets. In: Proc. Symposium Highlights in X-ray Astronomy, Garching, June 17-19, 1998, Eds. B. Aschenbach, M.J. Freyberg, MPE Report 272, Garching 1999, 415–418
- Schneider, P.: Mapping the dark matter with weak gravitational lensing. In: Looking Deep in the Southern Sky, Proceedings of the ESO/Australia Workshop, Sydney, Australia, 10-12 December 1997, Eds. R. Morganti, W.J. Couch. Springer-Verlag 1999, 51–58

- Sheth, R. K.: Dark matters. In: From Stars to Galaxies to the Universe, Proc. Ringberg Castle Conference, Tegernsee 1998, Eds. G. Börner, H. J. Mo. MPA/P11, Garching 1999, 31–45
- Sumiyoshi, K., S. Yamada, H. Suzuki und W. Hillebrandt: Explosion of a neutron star below the minimum mass with implicit hydrodynamics. In: Proc. Int. Conf. on Numerical Astrophysics, Tokyo 1998, Eds. S.M. Miyama, K. Tomisaka, T. Hanawa. Kluwer Academic Publ., Dordrecht 1999, 285–286
- Wegmann, R.: Two plane free boundary problems with surface tension. In: Computational Methods and Function Theory 1997, Proc. 3rd CMFT Conf., Nicosia 1997, Eds. N. Papamichael, St. Ruscheweyh, E.B. Saff. World Scientific, Singapore 1999, 617–633
- Weiss, A.: Stellar evolution. In: From stars to galaxies to the universe, Proc. of a workshop on Ringberg Castle, 1998, Eds. G. Börner, H. Mo. MPA-proceedings MPA/P11, Garching 1999, 171–178
- Weiss, A. und H. Schlattl: The GARCHING SOLAR Model: present state and applications. In: SFB-375: Results–Projects–Perspectives, Proceedings of the Fifth SFB-375 Ringberg Workshop, Schloss Ringberg, 1998, Ed. D. Thomas. Techn. Universität, München 1999, 103–107
- Yamada, S., H.-Th. Janka und H. Suzuki: Neutrino transport in Type II supernovae – Boltzmann solver vs. Monte Carlo method, In: On Recent Developments in Theoretical and Experimental General Relativity, Gravitation and Relativistic Field Theories (in 2 Parts), Proc. Eighth Marcel Grossmann Meeting on General Relativity, Jerusalem 1997, Ed. T. Piran. World Scientific Publ., Singapore 1999, 1468–1470
- ## 8.2 In Zeitschriften und Büchern
- Banday, A.J., R. Sheth und L. Da Costa (Eds.): MPA/ESO Cosmology conference, Evolution of Large-Scale Structure: from Recombination to Garching. PrintPartners Ipskamp, Enschede 1999, 398 pages
- Börner, G.: Der Zufall in der Astronomie. In: Der Zufall, Nova Acta Leopoldina NF 79, **308** (1999), 27–48
- Börner, G.: Der Kosmos – ein einziges Labor? Südd. Zeitung, 12.1.1999
- Börner, G.: Singularities of Spacetime. The Discovery of a New Universe (in japanisch). Gakken, Tokyo 1999, 158–163
- Börner, G.: Kosmologie. Lexikon der Physik, Spektrum Akademischer Verlag, 1999
- Börner, G.: Vom Urknall zum Universum. Bayerisches Fernsehen 1999, und Zur Debatte, Zs. der Kath. Akademie, 1999
- Diaferio, A.: Gruppi compatti: una tappa obbligatoria. L’Astronomia **200** (1999), 34–43
- Diaferio, A.: The large-scale distribution of galaxies. Annals of the Marie-Curie Fellowship Association. Brussels 1999
- Schmidt, H.U.: Deutsches Museum, Broschüre „Die Sonne unser nächster Stern“, München 1999
- Schneider, P., J. Ehlers und E.E. Falco: Gravitational Lenses. Springer-Verlag, Second Printing 1999

Wolfgang Hillebrandt