

Heidelberg

Heidelberg: Zentrum für Astronomie der Universität Heidelberg
— Institut für Theoretische Astrophysik —

Albert-Ueberle-Straße 2, 69120 Heidelberg
Telefon: 06221 / 54 4837, Telefax: 06221 / 54 4221
Internet Homepage: <http://www.ita.uni-heidelberg.de>

0 Allgemeines

Das Institut für Theoretische Astrophysik der Universität Heidelberg (ITA) entstand 1976 aus den beiden bereits bestehenden Lehrstühlen für theoretische Astrophysik. Es umfasst mehrere Arbeitsgruppen, die Fragestellungen in wichtigen Bereichen der modernen Astrophysik behandeln, angefangen von Planeten- und Sternentstehung, über Wechselwirkung von Strahlung mit Materie und Dynamik des Interstellaren Mediums, bis hin zu Galaxienhaufen und Kosmologie. Allen Arbeitsgruppen gemeinsam ist, dass die Entwicklung neuer statistischer Analysemethoden und numerischer Simulationstechniken wichtige Forschungsschwerpunkte darstellen. Seit dem 1. Januar 2005 ist das ITA zusammen mit dem Astronomischen Rechen-Institut und der Landessternwarte Teil des Zentrums für Astronomie der Universität Heidelberg.

Die Wissenschaftler am ITA sind an einer Vielzahl nationaler und internationaler Forschungsprojekte beteiligt. Da ist zunächst der Heidelberger Sonderforschungsbereich (SFB) 439 „Galaxien im jungen Universum“ zu nennen, der am ITA initiiert wurde. Er lief am 31. Dezember 2008 aus. Der Vorantrag für einen neuen SFB zum Thema „The Milky Way System“ wurde Ende 2008 bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft eingereicht. Das ITA hat darüberhinaus Anteil an der DFG-Forschergruppe 759 „The Formation of Planets: The Critical First Growth Phase“, am Transregio SFB-TR 33 „The Dark Universe“, sowie mit mehreren Teilprojekten am Schwerpunktprogramm SPP 1177 „Witnesses of Cosmic History: Formation and Evolution of Black Holes, Galaxies and Their Environment“. Auf internationaler Ebene sind Mitarbeiter des ITA am Europäischen RTN „DUEL“, am ASTRONET Projekt „STAR FORMAT“, am Planck-Satelliten zur Vermessung der kosmischen Hintergrundstrahlung und am geplanten Satellitenprojekt DUNE beteiligt.

Die starke internationale Verflechtung der Forschungsaktivitäten am ITA spiegelt sich auch in der großen Zahl an wissenschaftlichen Gästen am Institut wieder. Im Jahr 2008 haben mehr als 40 Forscher aus dem In- und Ausland das Institut besucht. Allen voran sind hier Prof. Dr. Ralph Pudritz von der McMaster University in Hamilton, Prof. Dr. Mordecai Mac Low vom American Museum of Natural History in New York und Prof. Dr. Vincenzo Antonuccio-Delogu von der Universität Catania zu nennen, die im Sommer bzw. Herbst für mehrere Monate nach Heidelberg kamen.

1 Personal und Ausstattung

1.1 Personalstand

Direktoren und Professoren:

Prof. Dr. Matthias Bartelmann [-4817], Prof. Dr. Bodo Baschek [-4838] (Emeritus), apl. Prof. Dr. Hans-Peter Gail [-8982] (im Ruhestand), Prof. Dr. Ralf S. Klessen [-8978] (geschäftsführender Direktor), Prof. Dr. Michael Scholz [-4838] (im Ruhestand), Prof. Dr. Werner M. Tscharnutter [-4815], apl. Prof. Dr. Rainer Wehrse [-8973], Prof. Dr. Peter Ulmschneider (im Ruhestand)

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. Robi Banerjee [-8967] (DFG, Nachwuchsgruppenleiter), Dr. Paul Clark [-8967] (SFB 439), Dr. Carlo Giocoli (EU DUEL, seit 01.09.), Dr. Simon Glover [-4206] (HGSFP, seit 01.09.), Dr. Luigi Iapichino (ITA, seit 01.09.), Dr. Matteo Maturi [-8983] (TRR 33), Dr. Francesco Pace [-6712] (ITA), Dr. Stefan Schmeja [-4828] (DFG)

Doktoranden:

Dipl.-Phys. Christian Angrick [-4839] (DFG) Dott. Cosimo Fedeli [-4839] (SFB 439, bis 06.02.), Dipl.-Phys. Christoph Federrath [-8975] (MPIA), Dipl.-Phys. Philipp Girichidis (DFG, seit 01.12.), Dipl.-Phys. Irina Golombek [-8987] (SFB 439, bis 16.10.), Dipl.-Phys. Thomas Greif [-8974] (ZAH), Dipl.-Phys. Dominikus Heinzeller (IMPRS, Standort Kiel, bis 16.07.), Dipl.-Phys. Ulrich Herbst (SFB 439), Dipl.-Phys. Hannes Horst (SFB 439, Standort Kiel, bis 06.02.), Dipl.-Phys. Gunter Kaliwoda [-8969] (bis, 09.04.), Dipl.-Phys. Ekaterina Lüttjohann [-8988] (ITA), Dipl.-Phys. Peter Melchior [-4869] (DFG), Dipl.-Phys. Julian Merten [-6712] (HGSFP, seit 16.01.), Dott.a Claudia Mignone [-4839] (IMPRS-HD), Dipl.-Phys. Milica Milosavljevic [-6714] (IMPRS-HD, seit 08.10.), Dipl.-Phys. Thomas Peters [-8974] (Universität Heidelberg), Dipl.-Phys. Dominik Schleicher [-8975] (HGSFP), Dipl.-Phys. Johannes Schönke [-8988] (FG 759), Dipl.-Phys. Gregor Seidel [-8986] (SFB 439), Dipl.-Phys. Alexandra Tachil (SFB 439, Standort Kiel, bis 06.02.), Ana Valente M.Sc. (IMPRS, seit 15.10.), Dipl.-Phys. Stefan Vehoff [-4839] (SFB 439), Dipl.-Phys. Massimo Viola [-8986] (DUEL), Mag. Bernd Völkl [-6714] (DFG, seit 08.09.) Dipl.-Phys. Jean-Claude Waizmann [-8987] (TRR33), Dipl.-Phys. Svitlana Zhukovska [-8988] (SFB 439, bis 17.12.), Dipl.-Phys. Emanuel Ziegler [-8986] (SFB 439)

Diplomanden:

René Andrae (seit 01.04.), Madeleine Ecker (bis 12.11.), Philipp Girichidis (extern an der Michigan State University, bis 27.11.), Lavinia Heisenberg (seit 01.10.), Susanne Horn (seit 18.02.), Julien Fieger (seit 01.09.), Mischa Gerstenlauer (bis 10.09.), Ernst Lexen (bis 05.09.), Gero Juergens (seit 01.05., bis 01.12. in Melbourne, Australien), Hendrik Lönngren, Julian Merten (bis 15.01.), Katja Teichert (seit 10.09.), Dominik Weirich (bis 01.02.)

Sekretariat und Verwaltung:

Anna Zacheus (ITA/SFB 439)

2 Gäste

Im Jahr 2008 konnten wir eine Reihe von Gästen am Institut begrüßen, die teilweise für einen Zeitraum von mehreren Monaten am Institut gearbeitet haben:

Prof. Tom Abel (Stanford University, 15.09.-16.09.), Prof. Vincenzo Antonuccio-Delogu (Universität Catania, 15.10.-15.12.), Aycin Aykotalp (Rijksuniversiteit Groningen, 28.04.-03.05.), Fabio Bellagamba (Universität Bologna, 10.09.-23.12.), Florian Bürzle (Universität Konstanz, 10.12.-13.12.), Dr. Benedetta Ciardi (MPA, 21-23.01.), Dr. Sami Dib (CEA Saclay, 21.02.-27.02.), Julia Duval (Boston University, 21.05.-23.05.), Dr. Dirk Froebrich (University of Kent, 21.04.-24.04.), Dr. Simon Glover (Astrophysikalisches Institut Pots-

dam, 14.04.-18.04., 19.05.-23.05., 09.07.-16.07.), Prof. Alyssa Goodman (CfA Harvard, 23.06.-26.06.), Matthias Gritschneider (Universität München, 15.09.-17.09.), Dr. Patrick Hennebelle (ENS Paris, 23.01.-25.01.), Dr. Christian Hummel (ESO Garching), Markus Hupp (Universität Würzburg, 09.01.-11.01., 28.01.), Dr. Katharina Jappsen (Cardiff University 25.06.-29.06.), Dr. Jarrett Johnson (University of Texas, 05.04.-18.04.), Dr. Spyros Kitsionas (Astrophysikalisches Institut Potsdam, 27.01.-30.01.), Sebastian Korn (Universität Würzburg, 07.05.-), Prof. Paul Lasky (Sydney, 21.-25.07.), Prof. James Liebert (Steward Observatory, Tucson, 7. -17. 7.), Prof. Mordecai-Mark Mac Low (American Museum of Natural History & Columbia University, New York, 06.06. - 21.07.), Prof. Dan Maoz (Tel Aviv, 09-12.06.), Brice Ménard (CITA, 15.-16.09.), Dr. Dieter Nürnberger (ESO Santiago), Prof. Francesco Palla (Arcetri Florenz, 22.04.-23.04.), Dr. Beatrice Perret (University of Arizona, 03.06.-31.07.), Dr. Christoph Pfrommer (CITA, 07.-11.07.), Dr. Daniel Price (Exeter University, 13.04.-26.04.), Prof. Ralph Pudritz (McMaster University, 10.06. - 20.08.), Dr. Wolfgang Schmidt (Universität Würzburg, 23.01.-25.01.), Rowan Smith (University of St. Andrews, 02.12. - 15.12.), Prof. Marco Spaans (Rijksuniversiteit Groningen, 07.04.-09.04.), Dr. Dimitris Stamatellos (Cardiff University, 18.09.-19.09.), Matthew Turk (Stanford University, 15.09.-16.09.), Bernd Völkl (Universität Wien, 23.05.), Dr. Knut Waagan (University of Colorado, 21.07.-26.07.), Prof. Antony Whitworth (Cardiff University, 13.07.-18.07.), Dr. John Wise (NASA Goddard Space Flight Center, 18.09.-19.09.), Dr. Richard Wunsch (Cardiff University, 19.05.-23.05.), Meng Xiang-Grük (Universität Kiel, 11.02.-12.02.).

Außerdem waren Renate Magert (02.04.-14.04.) und Marina Rinke (20.10.-31.10.) als Schülerpraktikantinnen am Institut.

3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

3.1 Lehrtätigkeiten

Robi Banerjee: *Wintersemester 2007/08*: Übungen zur Vorlesung „Theoretical Astrophysics“, *Sommersemester 2008*: ITA Kolloquium, *Wintersemester 2008/09*: Vorlesung „Einführung in die Gravitationstheorie“

Matthias Bartelmann: *Wintersemester 2007/08*: Kursvorlesung mit Übungen „Theoretische Physik I (Punktmechanik und mathematische Methoden)“, *Sommersemester 2008*: Kursvorlesung mit Übungen „Theoretische Physik II (Analytische Mechanik und Einführung in die Thermodynamik)“, *In jedem Semester*: Oberseminar „Selected Topics in Cosmology“

Hans-Peter Gail: *Wintersemester 2007/08*: Vorlesung „Aufbau und Entstehung unseres Planetensystems“ mit Übungen (mit W. Tscharnuter), *Sommersemester 2008*: Vorlesung „Sternentwicklung auf dem asymptotischen Riesenast“ mit Übungen (mit W. Tscharnuter), *Wintersemester 2008/09*: „Planetenenstehung“ (mit W. Tscharnuter), *In jedem Semester*: Seminar „Galaxy Evolution, Stellar Dynamics, Interstellar Medium“ (mit A. Just, R. Klessen, R. Spurzem) und Seminar „Galactic and Protostellar Disks“ (mit B. Fuchs, R. Klessen, W. Tscharnuter, R. Wehrse)

Simon Glover: *Wintersemester 2008/09*: Übungen zur Vorlesung „Theoretical Astrophysics“ (mit R. Klessen)

Ralf Klessen: *Wintersemester 2007/08*: Kursvorlesung und Übungen „Theoretical Astrophysics“, Seminar „Galactic and Protostellar Disks“ (mit H.-P. Gail, B. Fuchs, W. Tscharnuter), Seminar „Galaxy Evolution and Stelardynamics“ (mit H.-P. Gail, A. Just, R. Spurzem), Kolloquium zu Fragen der Theoretischen Astrophysik. *Sommersemester 2008*: Kursvorlesung und Übungen „Computerphysik“ (mit R. Spurzem), Kursvorlesung und Übungen „Stellar Structure and Evolution“ (mit S. Jordan), Astronomisches Kolloquium der Universität Heidelberg, Seminar „Galactic and Protostellar Disks“ (mit H.-P. Gail, B. Fuchs, W.

Tscharnuter). *Wintersemester 2007/08*: Kursvorlesung und Übungen „Theoretical Astrophysics“, Seminar „Galactic and Protostellar Disks“ (mit B. Fuchs, H.-P. Gail, W. Tscharnuter), Journal Club „Theoretical Star Formation Studies“.

Werner Tscharnuter: *Wintersemester 2007/08*: Vorlesung „Aufbau und Entstehung unseres Planetensystems“ mit Übungen (mit H.-P. Gail), *Sommersemester 2008*: Vorlesung „Sternentwicklung auf dem asymptotischen Riesenast“ mit Übungen (mit H.-P. Gail), *Wintersemester 2008/09*: „Planetenentstehung“ (mit H.-P. Gail), *In jedem Semester*: Seminar „Galactic and Protostellar Disks“ (mit H.-P. Gail, B. Fuchs, R. Klessen, R. Wehrse)

Rainer Wehrse: Physikalisches Praktikum für Mediziner und Zahnmediziner (mit M. Hausmann), Kursvorlesung „Einführung in die Astronomie und Astrophysik I und II“ jeweils mit Übungen (J. Krautter), Vorlesung „Physik von kosmischen und Fusionsplasmen“ (mit H. Bruhns), Blockvorlesung „Stellar Astronomy and Astrophysics“ mit Übungen (mit A. Quirrenbach)

3.2 Prüfungen

Die Dozenten am Institut beteiligten sich an Vordiplomprüfungen in Physik, knapp 100 Diplomprüfungen in theoretischer Physik, Wahl- und Nebenfachprüfungen in Physik und Astronomie, sowie an Doktorprüfungen in den Fächern Astronomie und Physik.

3.3 Gremientätigkeit

Matthias Bartelmann: Dekan der Fakultät für Physik und Astronomie bis 30.09.; Prodekan der Fakultät für Physik und Astronomie seit 01.10.; Berufungskommission Nf. Schmidt, Institut für Theoretische Physik; Co-Chair, Planck Working Group 5, Clusters and Secondary Anisotropies (with N. Aghanim, Paris); Mitglied des Kuratoriums des Physik-Journals; Mitherausgeber der Zeitschrift *Sterne und Weltraum*; Leiter zweier Teilprojekte im SFB 439, Galaxien im jungen Universum; Leiter zweier Teilprojekte im TRR 33, The dark Universe; Mitglied, Direktorium der Heidelberg Graduate School of Fundamental Physics.

Ralf Klessen: Mitglied der Studienkommission der Fakultät für Physik und Astronomie der Ruprecht-Karls-Universität, Mitglied der Studiengebührenkommission der Fakultät für Physik und Astronomie, Mitglied der Fachkommission des Landes Baden-Württemberg zur Neuregelung des Lehramtsstudiums Physik und Astronomie, Senatsberichterstatte über ein Berufungsverfahren im Anglistischen Seminar der Universität, Mitglied der Steuerungsgruppe der International Max Planck Research School (IMPRS) for Astronomy and Cosmic Physics at the University of Heidelberg, Mitorganisator des Forward Look Programms der European Science Foundation zum Thema „Computational Science in Europe“, Mitglied des ESO Observing Programmes Committee für die Beobachtungsperioden 81 und 82.

Julian Merten: Gewählter Sprecher der vierten IMPRS-HD Generation.

Werner Tscharnuter: Mitglied des erweiterten Direktorium des Interdisziplinären Zentrums für Wissenschaftliches Rechnen (IWR).

Rainer Wehrse: Mitglied des erweiterten Direktorium des IWR.

4 Wissenschaftliche Arbeiten

4.1 Stellare Astrophysik und Astrochemie

Gail, Tscharnuter mit Lattard, Trieloff, Reinhard (Mineralogisches Institut) untersuchten experimentell das Annealing-Verhalten amorpher Eisen-Magnesiumsilikate und dessen Auswirkungen auf die Struktur und Entwicklung von Akkretionsscheiben.

Gail, Tscharnuter mit Pucci, Klevenz (Kirchhoff-Institut für Physik) untersuchten experimentell die Verdampfungseigenschaften astrophysikalisch relevanter Mineralien und deren Extinktion bei hohen Temperaturen. Die Auswirkungen auf den Planetenbildungsprozess

wurden durch Modellrechnungen untersucht.

Gail und Sedlmayr (Berlin) untersuchen die Chemie und Physik zirkumstellarer Staubhüllen. Schwerpunkt war die Modellierung der Staubbildung und des Massenverlustprozesses.

Gail und Zhukovska studierten die Staubbildung bei Sternen, insbesondere bei solchen mit kleiner Metallizität.

Glover, Federrath und Klessen haben zusammen mit Mac Low (New York) ihr existierendes hydrodynamisch-gekoppeltes, chemisches Netzwerk zur Bildung von molekularem Wasserstoff auf die Erzeugung von Kohlenmonoxid (CO) erweitert. Sie haben das neue Netzwerk auf numerische Rechnungen zur Entstehung von Molekülwolken angewandt und die Ergebnisse mit CO-Karten aus Beobachtungen verglichen.

Herbst, Gail und Tscharnuter haben die Untersuchung der AGB-Entwicklung extrem metallarmer sowie metallfreier Sterne zwischen 3 und 10 Sonnenmassen im wesentlichen abgeschlossen. Es konnte die Entwicklung über mehrere thermische Pulse hinweg auf dem AGB-Ast verfolgt werden. Eine vollständige Entwicklungsrechnung für einen $3 M_{\odot}$ -Stern mit $Z = 10^{-5}$ von der Hauptreihe bis zum Weißen Zwerg liegt vor.

Lexen und Wehrse untersuchten mit Liebert (Tucson) und Bessell (Canberra) die Temperaturschichtung und Elementhäufigkeiten in dem Roten Zwergstern Gliese 1.

Lüttjohann und Gail studieren das Extinktionsverhalten von Clusterteilchen mit komplexer mineralogischer Zusammensetzung.

Schleicher und Klessen haben zusammen mit Spaans (Groningen) die Röntgen-dominierte Chemie in Quasaren bei hoher Rotverschiebung untersucht und daraus Observable für zukünftige Beobachtungen mit ALMA abgeleitet. Besonderer Schwerpunkt waren die CO-Linien sowie verschiedene Feinstrukturlinien. Weiterhin haben Schleicher, Glover, Klessen und Bartelmann mit Galli und Palla (Arcetri) und Camenzind (LSW) Signaturen von primordialen Molekülen im kosmischen Mikrowellenhintergrund untersucht.

Scholz arbeitete über Rote Riesensterne, insbesondere die Analyse von Spektren und die Interpretation von interferometrischen Daten pulsierender Sterne, in Zusammenarbeit mit Boboltz (Washington), Driebe (Bonn), Gray (Manchester), Ireland (Sydney), Ohnaka (Bonn), Tuthill (Sydney), Wittkowski (Garching), Wood (Canberra), Woodruff (Sydney). Für die Berechnung dynamischer Modelle von Mira-Variablen wurde ein neuer Code entwickelt und so gute Übereinstimmung zwischen Beobachtungen und Modellen gefunden, dass eine quantitative Analyse der Struktur der hohen staub- und wind-bildenden Schichten möglich ist (Scholz mit Ireland und Wood). Es wurde ein Projekt zur Beobachtung und Interpretation von SiO Masern im zirkumstellaren Bereich von Mira-Variablen begonnen und ein neues Modell hierfür entwickelt (Scholz mit Boboltz, Gray, Ohnaka und Wittkowski).

4.2 Stern- und Planetenentstehung

Banerjee und Federrath entwickelten akkretierende Sink-Teilchen für den magnetohydrodynamischen Code FLASH. Sie wenden die neue numerische Methode auf Rechnungen zur Bildung von Sternhaufen im turbulenten interstellaren Medium an.

Banerjee, Klessen, und Fendt (MPIA) konnten mit Hilfe hydrodynamischer Simulationsrechnungen mit adaptiver Gitterverfeinerung zeigen, dass protostellare Ausflüsse nicht in der Lage sein sollten, Turbulenz in Sternentstehungsgebieten zu treiben. Dies wird kontrovers diskutiert, und so werden weitergehende Untersuchungen unternommen, in denen die Wechselwirkung von mehreren Ausflüssen im Vordergrund steht.

Clark, Glover und Klessen zeigten mit hochaufgelösten hydrodynamischen Rechnungen der Sternbildung in extrem metallarmen Gas, dass der Übergang von massereichen metallfreien Sternen zu massearmen metallarmen Sternen, so wie wir sie im Halo der Milchstraße beobachten können, bereits bei einer Metallizität stattfand, die $1/100.000$ der Sonnenme-

tallizität entspricht.

Clark, Klessen, und Bonnell (St. Andrews) untersuchten mit Hilfe numerischer Simulationsrechnungen die Korrelation zwischen gravitativer Bindungsstärke von interstellaren Gaswolken und der Sternentstehungseffizienz und der resultierenden stellaren Massenfunktion (IMF). Sie finden, dass nur Gebiete, die Sternhaufen bilden können, d.h. die stark gebunden sind, eine mit den Beobachtungsdaten vergleichbare IMF liefern.

Clark, Glover, Greif, und Klessen arbeiten mit Bromm (Austin) zusammen, um die physikalischen Prozesse, die zur Entstehung der ersten (metallfreien) Sterne führen, mit höchster Präzision zu untersuchen. Dazu kombinieren sie kosmologische Simulationsrechnungen mit detaillierten Kollapskalkulationen und berücksichtigen dabei die chemische Entwicklung (die das Kühl- und Fragmentationsverhalten bestimmt) und die Wechselwirkung mit dem Strahlungsfeld.

Gail untersuchte den Aufbau und die Entwicklung protostellarer Akkretionsscheiben und widmete sich der Entstehung der Planetenatmosphären. Außerdem wurde von Gail und Tscharnuter ein Programm für die zweidimensionale Hydrodynamik und die Reaktions- und Transportprozesse in Akkretionsscheiben entwickelt.

Federrath, Klessen, und Schmidt (Würzburg) bestimmten die fraktale Dimension von getriebener hydrodynamischer Turbulenz in Abhängigkeit von den Eigenschaften des turbulenten Treibers. Sie konnten zeigen, dass kompressiver Energieeintrag zu Dichte- und Geschwindigkeitsfeldern mit statistisch signifikant anderen Eigenschaften im Vergleich zu solenoidalem Treiben führt.

Federrath und Klessen erweiterten diese Studien mit Schmidt (Würzburg) und Hennebelle (Paris) auf die Untersuchung weiterer statistischer Charakteristika von turbulenten Strömen und bezogen die Effekte von Eigengravitation und Magnetfeldern in ihre Studien mit ein.

Federrath und Banerjee nahmen an einer Vergleichsstudie zur Beschreibung zerfallender Turbulenz mit verschiedenen numerischen Methoden teil. Diese Studie wurde auf einem Workshop am Kavli Institute for Theoretical Physics in Santa Barbara im Herbst 2007 initiiert.

Federrath, Banerjee, Clark und Klessen verglichen verschiedene Implementierungen von Sink-Teilchen in hydrodynamischen adaptiven Gitter-Codes mit existierenden Implementierungen in Teilchen-Codes und zeigten, dass beide Methoden konvergieren.

Greif und Klessen behandelten zusammen mit Bromm und Johnson (beide Austin) die Ausbreitung von HII-Regionen der ersten Sterne im jungen Universum mit dem Ziel, den Einfluss der ersten Sternengeneration auf die weitere Entwicklung des Universums zu verstehen. Sie haben eine analytische Approximation für die Ausbreitung von Supernova-Explosionen im expandierenden Universum hergeleitet und die Verteilung der entstandenen Metalle im Detail untersucht.

In einem gemeinsamen Projekt mit Jappsen (Cardiff) und Mac Low (New York) studierten Glover und Klessen das Kühlverhalten von metallfreiem und metallarmem Gas bei hohen Rotverschiebungen. Sie wiesen nach, dass bis Dichten von unter 100 Teilchen pro Kubikzentimeter und einer Metallhäufigkeit unterhalb von 1% des solaren Wertes Emission von molekularem Wasserstoff der dominante Kühlmechanismus ist.

Lüttjohann und Gail modellieren die Chemie und Mineralogie protoplanetarer Akkretionsscheiben im Bereich der Bildung terrestrischer Planeten. Ein umfangreiches Ratenetzwerk zur Modellierung der H-C-N-O-Si-S Chemie befindet sich in Entwicklung.

In einer Kollaboration mit Vázquez-Semadeni (Morelia) und Hennebelle (Paris) untersuchten Banerjee und Klessen die Bildung von Molekülwolken in konvergenten Gasströmen. Lokal konvergente Ströme sind charakteristisch für Überschallturbulenz.

Peters, Banerjee und Klessen studierten in Zusammenarbeit mit Mac Low (New York) und

Keto (Harvard) die Entstehung massereicher Sterne mit Hilfe von strahlungshydrodynamischen Simulationsrechnungen, die erklären sollen, welchen Einfluss ionisierende Strahlung auf die Endmasse des entstehenden Sternes nimmt.

Schmeja untersuchte mit Kumar (Porto) und Ferreira (Florida) die Strukturen von jungen Sternhaufen in nahegelegenen Molekülwolken. Die Ergebnisse legen nahe, dass sich Sternhaufen von einer hierarchischen Struktur zu einem zentral konzentrierten Haufen entwickeln, in Übereinstimmung mit numerischen Simulationen. Auch ein Zusammenhang der Struktur mit der turbulenten Energie im Haufen scheint möglich.

Schmeja, Gouliermis (MPIA) und Klessen untersuchten die Sternentstehungsregion NGC 346 in der Kleinen Magellanschen Wolke mittels verschiedener statistischer Methoden. Es wurden zehn Haufen aus Vorhauptreihensternen identifiziert, die in Größe und Morphologie stark variieren. Es ist wahrscheinlich, dass sich diese Sternhaufen nicht, wie vermutet, zur selben Zeit gebildet haben, sondern das Ergebnis mehrerer Sternentstehungsereignisse sind.

Schleicher, Banerjee und Klessen haben den Einfluss primordialer Magnetfelder von 0.03 - 3 nG (im mitbewegten Bezugssystem) auf die thermische Entwicklung im Universum sowie die Strukturentstehung und Reionization untersucht. Es wurde festgestellt, dass sich Sternentstehung im frühen Universum durch primordiale Magnetfelder signifikant verzögern kann, was mit dem Aufheizen durch ambipolare Diffusion als auch mit dem zusätzlichen magnetischen Druck begründet ist.

Ferner untersuchten Schleicher, Banerjee und Klessen, ob Szenarien für die Entstehung sogenannter „Dunkler Sterne“ im frühen Universum, die durch die Annihilation dunkler Materie anstelle nukleare Fusion betrieben werden, sich mit der gemessenen optischen Tiefe der Reionisation und den kosmischen Hintergründen vereinbaren lassen. Es wurde festgestellt, dass sich einige Vorschläge für massereiche dunkle Sterne ausschließen lassen.

Schönke, Lüttjohann, Gail und Tscharnuter entwickeln im Rahmen der DFG-Forschergruppe 759 „The Formation of Planets: The Critical First Growth Phase“ ein explizites 2-D Programm zur Simulation der zeitlichen Entwicklung präplanetarer Akkretionsscheiben unter Berücksichtigung detaillierter chemischer und mineralogischer Prozesse. Nach der Implementierung der hydrodynamischen Gleichungen sowie der Eigengravitation ist nun auch der Strahlungstransport in der Eddington-Approximation in das Programm integriert und getestet worden. Erste Simulationen wurden erfolgreich durchgeführt. Weiter konnte mit einem bereits bestehenden impliziten 2-D hydrodynamischen Code der Kollaps bis hin zu stellaren Dichten mit befriedigender räumlicher Auflösung verfolgt werden.

Vehoff führte seine Doktorarbeit unter der Betreuung von Duschl (Kiel), Hummel (ESO Garching), Nürnberg (ESO Chile) und Wehrse fort. Die Untersuchungen des jungen, massereichen Protosterns NGC 3603 IRS 9A wurden gegen Ende des Jahres zum Abschluss gebracht. Durch den Vergleich verschiedener Modellrechnungen mit den Daten von MIDI und Spitzer zeigt sich, dass IRS 9A einen weiteren, wichtigen Hinweis dafür liefert, dass massereiche Sterne von etwa $40 M_{\odot}$ auf eine ganz ähnliche Art und Weise entstehen wie Sterne mit geringer oder mittlerer Masse.

4.3 Galaxien

Gail, Zhukovska, Spurzem (ARI), Berczik (ARI) untersuchten die Entwicklung des interstellaren Mediums in Galaxien und die Entstehung und Entwicklung der Staubkomponente im interstellaren Medium.

Greif und Klessen untersuchten zusammen mit Johnson und Bromm (beide Austin) die Entstehung der ersten Galaxien mit Hilfe von kosmologischen Simulationsrechnungen. Sie berechneten die komplexe Merger-Geschichte der ersten Galaxien und vergleichen das Akkretionsverhalten der ersten Galaxien mit der von isolierten Minihaalos. Es zeigt sich, dass der Gasfluss in das Zentrum der ersten Galaxien hochgradig komplex und turbulent ist. Das hat gravierende Auswirkungen auf deren Sternbildungsverhalten.

Greif untersuchte mit Johnson und Bromm (beide Austin) die Effekte von Strahlungsfeedback in Form von ionisierender Strahlung und in den Lyman-Werner-Banden des Wasserstoffs bei der Bildung der ersten Galaxien.

Maier (Würzburg), Iapichino, Schmidt (Würzburg) and Niemeyer (Würzburg) entwickelten ein neues numerisches Verfahren, um turbulente astrophysikalische Strömungen in Gitter-Codes zu modellieren. Diese Methode kombiniert die Vorzüge der adaptiven Gitterverfeinerung (AMR) und der Simulationen großer Wirbel (LES) und wird als FEARLESS bezeichnet. Die Ausbildung turbulenter Strömungen im diffusen Medium in Galaxienhaufen und im Kern eines Galaxienhaufens wird mit dieser neuartigen Methode untersucht, wobei sich interessante Ergebnisse zu den radialen Profilen der Temperatur, der Dichte und der Entropie im Galaxienhaufen ergeben.

Schleicher und Klessen haben zusammen mit Spaans (Groningen) untersucht, wie sich die ersten aktiven Galaxien zwischen Rotverschiebung 5 und 15 mit ALMA und JWST beobachten lassen.

Ferner haben Schleicher, Banerjee und Klessen den Einfluss primordialer Magnetfelder auf die charakteristische Größe der ersten Galaxien untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass sich für primordiale Magnetfelder ab 0.05 nG (im mitbewegten Bezugssystem) Galaxien erst bilden, sobald die ersten Halos massereich genug sind, um den magnetischen Druck sowie den durch ambipolare Diffusion erhöhten thermischen Druck überwinden zu können. Für starke Felder von 1 - 3 nG führt dies dazu, dass die Reionisation zu spät eintritt, im Widerspruch zu der gemessenen optischen Tiefe von WMAP 5.

Wehrse arbeitete an der Modellierung und Interpretation von Ly- α -Profilen von jungen Galaxien (mit Meinköhn, Tapken, und Shaviv aus Haifa).

4.4 Kosmologie

Angrick und Bartelmann leiteten, basierend auf der Gauß'schen Statistik des kosmischen Gravitationspotentials und des sphärischen Kollapsmodells, semi-analytisch eine Röntgentemperaturfunktion her, die die Anzahldichte von Galaxienhaufen als Funktion ihrer Röntgentemperatur in Abhängigkeit eines kosmologischen Modelles vorhersagt. Das Problem der zu hoch vorhergesagten Anzahldichte von kleinen Strukturen konnte mit Hilfe eines geeigneten Hochpassfilters beseitigt werden.

Angrick, Maturi und Bartelmann begannen damit, analytisch die unerwünschten Detektionen in Weak Lensing Surveys, die von großskaligen kosmologischen Strukturen verursacht werden, in Abhängigkeit verschiedener Filter mit Hilfe der Statistik der kosmischen Konvergenz herzuleiten.

Maturi und Mignone verwendeten die PCA-Methode (Principal Component Analysis), um verbesserte Abschätzungen der kosmischen Expansionsrate aus Supernova-Entfernungsmessungen zu gewinnen.

Melchior, Andrae, Maturi und Bartelmann erweiterten die bestehende Formulierung der Faltung im Shapelet-Raum, sodass der Transport von Shapelet-Moden berücksichtigt wird, und untersuchten die Auswirkungen auf die Messbarkeit des schwachen Gravitationslinseneffekts. Weitere Untersuchungen zur Systematik der Shapelet-Zerlegung folgten.

Melchior, Andrae und Meneghetti (Bologna) erstellten eine umfangreiche Datenbank mit Galaxiemorphologien, Rotverschiebung und spektralen Energieverteilungen auf Basis öffentlicher Katalogdaten.

Andrae und Melchior untersuchten die morphologische Verteilung von Galaxien auf Basis von SDSS-Bilddaten. Sie erstellten einen probabilistischen Klassifikationsalgorithmus und konnten nachweisen, dass dieser ohne Training u.a. elliptische und Spiralgalaxien unterscheiden kann.

Merten hat seinen Algorithmus zur Rekonstruktion von Galaxienhaufen aufgrund ihres

Gravitationslinseneffekts bezüglich seiner Laufzeit optimiert, insbesondere durch Parallelisierung. Darüber hinaus hat er Gravitationslinseneffekte höherer Ordnung und die Möglichkeit zur Rekonstruktion maskierter Felder implementiert.

Merten und Meneghetti (Bologna) haben an der Rekonstruktion simulierter Galaxienhaufen auf Grund realistisch simulierter Daten gearbeitet.

Merten und Maturi haben begonnen, die Verteilung dunkler Materie im COSMOS-Feld zu rekonstruieren.

Gerstenlauer, Bartelmann und Pettorino (ITP) untersuchten nichtlineare Strukturbildung in kosmologischen Modellen mit nicht-minimaler Kopplung zwischen dunkler Materie und dunkler Energie.

Giocoli, Melchior und Bartelmann begannen mit Simulationen von Gravitationslinseneffekten höherer Ordnung (Flexion) in Galaxienhaufen aufgrund des Halo-Modells.

Golombek, Bartelmann und Pfrommer (CITA, Toronto) schlossen ihre Untersuchung der nicht-thermischen Emission aus magnetohydrodynamisch simulierten Galaxienhaufen ab.

Seidel, Meneghetti (Bologna) und Bartelmann entwickelten die Arcfinder-Software weiter und begannen mit ihrer Kalibrierung anhand simulierter und realer Daten. An Letzterem war auch Faure (ARI, jetzt EPFL Lausanne) beteiligt.

Ecker, Bartelmann und van den Bosch (MPIA) untersuchten die bedingte Leuchtkraftfunktion von Galaxien in Modelluniversen mit früher dunkler Energie.

Schleicher, Banerjee und Klessen haben den Einfluss primordialer Magnetfelder auf die Zeit nach der Rekombination untersucht, und festgestellt, dass Felder von 0.03 nG oder mehr zu einer teils beträchtlichen Aufheizung und einer Erhöhung des Ionisationsgrades durch ambipolare Diffusion und zerfallende MHD-Turbulenz führen können. Es wurde ferner untersucht, wie sich solche Szenarien durch zukünftige 21cm-Beobachtungen mit LOFAR oder SKA testen lassen. Schleicher, Glover, Banerjee und Klessen haben ferner gezeigt, dass sich Modelle für leichte dunkle Materie aufgrund des kosmischen Röntgenhintergrunds ausschließen lassen.

Wehrse modellierte in Zusammenarbeit mit Dave (Tucson) und Wickramasinghe (Canberra) den zeitlichen Verlauf der Ausbreitung ionisierender Strahlung, wenn die Quellen statistisch verteilt sind und ihre Leuchtkraft fluktuiert.

Ziegler und Bartelmann arbeiteten weiter an einer Darstellung der Magnetohydrodynamik im Rahmen des SPH-Formalismus. Die theoretischen Grundlagen wurden geklärt und die algorithmische Umsetzung begonnen.

4.5 Strahlungstransport

Baschek, Wehrse fanden in Zusammenarbeit mit von Waldenfels (IWR) analytische Lösungen der Strahlungstransportgleichung für plan-parallele, streuende Medien mit und ohne differentieller Bewegung. Die daraus resultierenden Strahlungsbeschleunigungen aufgrund vieler Spektrallinien wurden untersucht. Zugehörige analytische Mittelwerte wurden für deterministische und stochastische Linienverteilungen hergeleitet.

Baschek, Wehrse und von Waldenfels (IWR) entwickelten ein effektives Markov-Ketten-Monte-Carlo-Verfahren für die Lösung der Strahlungstransportgleichung für dreidimensionale, streuende Medien.

Für die Bestimmung der Temperaturschichtungen in Planetenatmosphären im Strahlungsgleichgewicht führte Wehrse mit Shaviv (Haifa) Modellrechnungen durch, die insbesondere detailliert viele Spektrallinien und die optischen Eigenschaften eines festen Untergrundes berücksichtigen.

Schleicher und Klessen haben zusammen mit Maselli (Garching), Spaans (Groningen) und Ciardi (Garching) ein zusätzliches Modul für Röntgenstrahlung in den Strahlungstransport-

Code CRASH implementiert. Dieses Modul wird für die Berechnung der HII-Regionen von Quasaren bei hoher Rotverschiebung und zur Bestimmung von Observablen für ALMA verwendet werden.

5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

5.1 Diplomarbeiten

Abgeschlossen:

Ecker, Madeleine: Probing early dark energy models with the conditional luminosity function

Gerstenlauer, Mischa: Non-linear structure formation in cosmological models with non-minimal coupling between dark matter and dark energy

Girichidis, Philipp (extern an der Michigan State University): Brennprozesse auf Neutronensternen

Weirich, Dominik: Numerische Lösung der Poisson-Gleichung mit Mehrgittermethoden

Laufend:

Andrae, René : Morphological classification of galaxies with shapelets

Fieger, Julien: Entwicklung protostellarer Scheiben

Heisenberg, Lavinia: Halo formation in the Zel'dovich approximation

Horn, Susanne: Interstellare Turbulenz und protostellare Ausflüsse

Jürgens, Gero: A model for the strong gravitational lens SDSS 1044+4112

Lönngrén, Hendrik: Über die Bildung von Doppelsternen: Vergleich der Doppelsternhäufigkeit in numerischen Simulationsrechnungen mit Beobachtungen in der Sonnenumgebung

Teichert, Katja: Models of strong gravitational lensing by HST clusters

5.2 Dissertationen

Abgeschlossen:

Fedeli, Cosimo: On strong lensing by galaxy clusters

Golombek, Irina: Simulation der Synchrotronemission in Galaxienhaufen aufgrund relativistischer Sekundärelektronen aus hadronischen Zerfallsmodellen

Heinzeller, Dominikus: Black hole accretion disks Sources of viscosity and signatures of super-Eddington accretion

Horst, Hannes: The Mid-Infrared-hard X-ray correlation in Active Galactic Nuclei

Kaliwoda, Gunter: Chemische Entwicklung metallarmer Objekte während der protostellaren Phase

Tachil, Alexandra: Lineare Stabilitätsanalyse selbstgravitierender Akkretionsscheiben

Zhukovska, Svitlana: Bildung von Staub in der Interstellaren Materie

Laufend:

Angrick, Christian: Ableitung der Röntgentemperaturfunktion mithilfe der Statistik des kosmischen Gravitationspotentials

Federrath, Christoph: Statistische Eigenschaften der Interstellaren Turbulenz

Girichidis, Philipp: Entstehung massereicher Sterne

Greif, Thomas: Sternentstehung im frühen Universum

Herbst, Ulrich: Untersuchungen zur zeitabhängigen Staubbildung in AGB-Sternen

Lüttjohan, Ekaterina: Mineralogische und chemische Zusammensetzung des Sonnennebels

Melchior, Peter: Messung kosmischer Gravitationslinseneffekte mithilfe von Shapelets und theoretische Interpretation

Merten, Julian: Entwicklung einer Methode zur parameterfreien Rekonstruktion von Galaxienhaufen anhand kombinierter Daten des starken und des schwachen Linseneffekts

Mignone, Claudia: Einschränkungen der kosmischen Ausdehnungsrate durch gemeinsame Analyse verschiedener Datensätze

Milosavljevic, Milica: Chemische Prozesse im Interstellaren Medium

Peters, Thomas: Einfluss von radiativem Feedback bei der Entstehung massereicher Sterne

Schleicher, Dominik: The early universe: Probing primordial magnetic fields, dark matter models and the first supermassive black holes

Schönke, Johannes: Entwicklung präplanetarer Akkretionsscheiben unter Berücksichtigung der Eigengravitation

Seidel, Gregor: Automatische Entdeckung von starken Linseneffekten in Weitwinkelaufnahmen

Vehoff, Stefan: Mid-infrared interferometric observations of the high-mass protostellar candidate NGC 3603 IRS 9A

Völkl, Bernd: Massereiche Sternentstehung und der Einfluss von Strahlungsrückkopplung

Viola, Massimo: Weiterentwicklung und Anwendung linearer Filter zur Entdeckung dunkler Halos

Waizmann, Jean-Claude: Einfluss früher Dunkler Energie auf die Statistik des thermischen Sunyaev-Zel'dovich-Signals von Galaxienhaufen

Ziegler, Emanuel: Divergenzfreie Simulation von Magnetfeldern in Galaxienhaufen mithilfe von SPH

5.3 Tagungen und Veranstaltungen

Angrick und Melchior organisierten zusammen mit Lianou (ARI), Moster und Kuiper (MPIA) die erste „Heidelberg Astronomers' Convention“, ein eintägiges Treffen der Heidelberger Astronomen mit Vorträgen und Diskussionsrunden.

5.4 Projekte und Kooperationen mit anderen Instituten

Siehe Abschnitt 4, Wissenschaftliche Arbeiten

6 Auswärtige Tätigkeiten

6.1 Nationale und internationale Tagungen

Matthias Bartelmann: Mitglied, Scientific Organisation Committee, Classification and Discovery in Large Astronomical Surveys (Class08), Schloss Ringberg, 14.-17.10.

Ralf Klessen: Mitorganisation der Tagung „Origin and Evolution of Planets“ in Ascona (März 2008), Mitorganisation des ersten Sino-German Frontiers of Science Symposium in Beijing (April 2008)

6.2 Vorträge und Gastaufenthalte

Christian Angrick: Talk „Statistics of gravitational potential fluctuations: A novel approach to derive the X-ray temperature function“ im Rahmen des Kosmologieseminars der Uni-

versity of Oxford am 12.06., TRR33 Winter School „Theory for Observers - Observations for Theorists“ vom 07.12.-12.12. in Passo del Tonale.

Robi Banerjee: ETH, Zürich, 15.05, „From Molecular clouds to protostellar disks“, Universität Würzburg, 29.05, Jetset Workshop Galway, Irland, 12.01, „Jets from collapsing magnetized cores“, EPoS Tagung, Schloss Ringberg, 31.07, Jetset Tagung Rhodos, Griechenland, 11.07, „Jet driven turbulence?“, Teilname an der JENAM Tagung, „New challenges to European Astronomy“, Wien, 08.09-12.09.

Paul Clark: Galactic stellar dynamics, Straßburg, 16. - 20.03., „The turbulent ISM and the stellar IMF“ (eingeladener Vortrag), Low-metallicity star formation: from the first stars to the first galaxies, Rapallo, 16. - 20.06., „The formation of the first stellar clusters in the Universe, (Vortrag), The Early Phase of Star Formation, Schloss Ringberg, 28.07. - 01.08., „The thermodynamics of molecular clouds and the formation clusters, (Vortrag), The Origin and Evolution of Planets, Ascona, 29.06. - 04.07., „The formation of discs in clusters, (eingeladener Vortrag), Joint European and National Astronomy Meeting, Wien, 08. - 12.09., „Numerical modelling of star formation, (Vortrag), Gastaufenthalte in Potsdam (AIP) vom 25.02. - 07.03. und in St. Andrews vom 03.08. - 21.08.

Matthias Bartelmann: Gravitational Lensing, Vorlesungen als Teil der ICTP-Sommerschule 2008, Triest, 28.07.-02.08., Gravitational lensing, gemeinsames physikalisches Seminar, Forschungszentrum Karlsruhe, 29.01., Mit Einsteins Brille auf der Suche nach dunkler Materie, Planetarium Mannheim, 07.02., Dunkle Strukturen im dunklen Universum, öffentlicher Vortrag, Naturkundemuseum Karlsruhe, 10.03., Das kosmologische Standardmodell, Planetarium Stuttgart, 28.03., Der kosmische Mikrowellenhintergrund, DLR-Astroseminar, Köln-Porz, 08.04., Moderne Kosmologie, Karl-Rahner-Akademie, Köln, 09.04., Einführung in die moderne Kosmologie, British-German Frontiers of Science Symposium, Potsdam, 14.05., Gravitationslinsen und dunkle Materie, physikalisches Kolloquium, Duisburg, 04.06., Planck: Observing the Cosmic Microwave Background, Sommerschule The Art and Craft of Astronomical Instrumentation, Heidelberg, 05.09., Nonlinear structure formation and early dark energy, Leopoldina-TRR-33-Konferenz über Dunkle Energie, München, 07.10., Ein neues Ohr am Mikrowellenhimmel, Planetarium Münster, 04.11., Gravitationslinsen, physikalisches Kolloquium, TU Darmstadt, 07.11., Das dunkle Universum, Volkssternwarte Darmstadt, 08.11., Moderne Kosmologie, Gastvorlesung, Vorlesung über vorderorientalische Schöpfungsmythen, Heidelberg, 10.11., Magnetic fields in galaxy clusters, eingeladenes Vortrag, Workshop über Galaxienhaufen, Heidelberg, 19.11., Gravitational lensing, eingeladenes Seminarvortrag, Mailand, 25.11., Die Optik des dunklen Universums, physikalisches Kolloquium, Heidelberg, 05.12., Strong lensing by clusters and dark-matter halos, eingeladenes Vortrag, Texas-Symposium, Vancouver, 08.-12.12.

Christoph Federrath: Vortrag „The role of turbulence in star formation“, School of Mathematical Sciences der Monash University Melbourne, 11.11.-09.12., „Solenoidal versus Compressive Forcing in Supersonic Isothermal Turbulence“, ASTROSIM conference „Frontiers in Computational Astrophysics“, Ascona, 13.07.-18.07.

Hans-Peter Gail: Kolloquiumsvortrag Universitätssternwarte Wien, 31.3., Institut für Astronomie, Universitätssternwarte Wien, Zusammenarbeit mit Th. Posch, 30.3. - 4.4.

Thomas Greif: 1.2. - 1.3. Austin, Texas; 26.9. - 25.10. Austin, Texas

Ralf Klessen: „Molecular Cloud Fragmentation and Star Formation“, Ringberg Workshop „Early Epochs of Star Formation 2008“ (Tegernsee, 28.07. - 01.08.) , Discussion Session on „Star Formation“, Workshop „Origin and Evolution of Planets 2008“, (Ascona, 29.06. - 04.07.), „What Can We Learn from Present-Day Star Formation about Stellar Birth in the Early Universe?“, IAU Symposium 255 „Low Metallicity Star Formation: From the First Stars to Dwarf Galaxies“, (Rapallo, 16.06. - 20.06.), „Modeling Star Formation“, Chinese German Workshop on Star Formation (Nanjing, 31.03. - 04.04.), ESO, MPA, MPE, and University of Munich, Joint Astronomical Colloquium, 25.09., Hamburger Sternwarte, 10.07., Peking University, Beijing, 17.03., Cardiff University, 26.02.

Peter Melchior: „Deconvolution with shapelets“, DUEL workshop in Victoria (Canada) on 26.06. „Unveiling shapes - Shapelets for describing galaxy morphologies“, eingeladener Vortrag, Classification and Discovery in Large Astronomical Surveys, Schloss Ringberg, 14.-17.10.

Thomas Peters: American Museum of Natural History, New York, 12.09. - 25.10.

Dominik Schleicher: Kapteyn Astronomical Institute, ISM colloquium, „Exploring the physics of the early universe“, 16.09.2008, ITA Kolloquium, „Exploring the physics of the universe“, 15.10.2008, Osservatorio Astrofisico di Arcetri (Kollaboration mit Daniele Galli und Francesco Palla zur primordialen Chemie), 03.-28.03, Kapteyn Astronomical Institute (Kollaboration mit Marco Spaans über Chemie in Röntgen-dominierten Regionen und Beobachtungsmöglichkeiten von Quasaren bei hoher Rotverschiebung), 08.-26.09., 17.-21.11.

Stefan Schmeja: From Taurus to the Antennae, Sheffield, 05.08.2008, JENAM 2008, Symposium „Star Formation from Spitzer (Lyman) to Spitzer (Space Telescope) and Beyond“, Wien, 10.09.2008

M. Scholz: Gastaufenthalte an der University of Sydney, Australien (12.03.-02.04., 19.06.-13.07., 07.11.-14.12.), Australian National University, Canberra, Australien (25.03., 04.12.-05.12)

Rainer Wehrhage: Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (Cambridge, Mass.), 14.01., Steward Observatory (Tucson), 24.01., Texas A&M University (College Station, Texas), 30.01., Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (Cambridge, Mass.), 08.01. - 15.01., Steward Observatory (Tucson), 19.01. - 27.01.

6.3 Kooperationen

Neben den gemeinsamen Projekten, die im Abschnitt 4 (Wissenschaftliche Arbeiten) aufgeführt sind, ist das Institut am Sonderforschungsbereich 439 („Galaxien im jungen Universum“), am Transregio-Sonderforschungsbereich TRR 33 („The Dark Universe“), an der DFG-Forscherguppe 759 („The Formation of Planets: The Critical First Growth Phase“), am DFG-Schwerpunktprogramm 1177 („Zeugen kosmischer Geschichte: Entstehung und Entwicklung von schwarzen Löchern, Galaxien und ihrer Umgebung“), am Europäischen RTN-Netzwerk „DUEL“, am ASTRONET Projekt „STAR FORMAT“, am Satellitenprojekt „Planck“ und am geplanten Satellitenprojekt „DUNE“ beteiligt.

7 Veröffentlichungen

7.1 In Zeitschriften und Büchern

- Bonnell I. A., Clark P. C., Bate M. R., Gravitational fragmentation and the formation of brown dwarfs, *MNRAS*, 389, 1556 (2008)
- Carbone, C., Springel, V., Baccigalupi, C., Bartelmann, M., Matarrese, S., Full-sky maps for gravitational lensing of the CMB, *MNRAS*, 388, 1618 (2008)
- Clark, P. C., Bonnell, I. A., Klessen, R. S., The star formation efficiency and its relation to variations in the initial mass function, *MNRAS*, 386, 3 (2008)
- Clark, P.C., Glover, S.C. O., Klessen, R. S., The First Stellar Cluster, *ApJ*, 672, 757 (2008)
- Crociani, D., Viel, M., Moscardini, L., Bartelmann, M., Meneghetti, M., Cosmic reionization in dynamic quintessence cosmology, *MNRAS*, 385, 728 (2008)
- Dobbs, C. L., Glover, S. C. O., Clark, P. C., Klessen, R. S., The ISM in spiral galaxies: can cooling in spiral shocks produce molecular clouds? *MNRAS*, 389, 1097 (2008)
- Elmegreen, Bruce G., Klessen, R. S., Wilson, Christine D., On the Constancy of the Characteristic Mass of Young Stars, *ApJ*, 681, 365 (2008)

- Fedeli, C., Bartelmann, M., Meneghetti, M., Moscardini, L., Strong lensing statistics and the power spectrum normalisation, *A&A*, 486, 35 (2008)
- Federrath, C., Glover, S. C. O., Klessen, R. S., Schmidt, W., Turbulent mixing in the interstellar medium: an application for Lagrangian tracer particles, *Physica Scripta*, T132, 014025 (2008)
- Federrath, C., Klessen, R. S., Schmidt, W., The Density Probability Distribution in Compressible Isothermal Turbulence: Solenoidal versus Compressive Forcing, *ApJ*, 688, 79 (2008)
- Feix, M., Fedeli, C., Bartelmann, M., Asymmetric gravitational lenses in TeVeS and application to the bullet cluster, *A&A*, 480, 313 (2008)
- Greif, T. H., Johnson, J. L., Klessen, R. S., Bromm, V., The first galaxies: assembly, cooling and the onset of turbulence, *MNRAS*, 387, 1021 (2008)
- Hennebelle, P., Banerjee, R., Vázquez-Semadeni, E., Klessen, R. S., Audit, E., From the warm magnetized atomic medium to molecular clouds, *A&A*, 486, 43 (2008)
- Ireland, M. J., Scholz, M., Wood, P. R., Dynamical opacity-sampling models of Mira variables - I. Modelling description and analysis of approximations, *MNRAS*, 391, 1994 (2008)
- Meneghetti, M., Melchior, P., Grazian, A., De Lucia, G., Dolag, K., Bartelmann, M., Heymans, C., Moscardini, L., Radovich, M., Realistic simulations of gravitational lensing by galaxy clusters: extracting arc parameters from mock DUNE images, *A&A*, 482, 403 (2008)
- Mignone, C., Bartelmann, M., Model-independent determination of the cosmic expansion rate. I. Application to type-Ia supernovae, *A&A*, 481, 295 (2008)
- Pace, F., Maturi, M., Bartelmann, M., Cappelluti, N., Dolag, K., Meneghetti, M., Moscardini, M., Statistical properties of SZ and X-ray cluster detections, *A&A*, 483, 389 (2008)
- Peters, T., Banerjee, R., Klessen, R. S., Ionization front-driven turbulence in the clumpy interstellar medium, *Physica Scripta*, T132, 014026 (2008)
- Schleicher, D. R. G., Galli, D., Camenzind, M., Klessen, R. S., Bartelmann, M., Glover, S. C. O., Effects of primordial chemistry on the cosmic microwave background, *A&A*, 490, 521 (2008)
- Schleicher, D. R., Banerjee, R., Klessen, R. S., Reionization: A probe for the stellar population and the physics of the early universe, *PhRvD*, 78, 3005 (2008)
- Schmeja, S., Kumar, M. S. N., Ferreira, B., The structures of embedded clusters in the Perseus, Serpens and Ophiuchus molecular clouds, *MNRAS*, 389, 1209 (2008)
- Schmidt, W., Federrath, C., Klessen, R. S., Is the Scaling of Supersonic Turbulence Universal? *PhRvL*, 101, 4505 (2008)
- Shu, C., Zhou, B., Bartelmann, M., Comerford, J. M., Huang, J.-S., Mellier, Y., Comparisons between isothermal and NFW mass profiles for strong-lensing galaxy clusters, *ApJ*, 685, 70 (2008)
- Smith R. J., Clark P. C., Bonnell I. A., The structure of molecular clouds and the universality of the clump mass function, *MNRAS*, 391, 1091 (2008)
- Waelkens, A., Maturi, M., Enßlin, T., Camouflaged Galactic CMB polarization foregrounds: total and polarized contributions of the kinetic Sunyaev-Zel'dovich effect, *MNRAS*, 383, 1425 (2008)
- Wittkowski, M., Boboltz, D. A., Driebe, T., Le Bouquin, J.-B., Millour, F., Ohnaka, K., Scholz, M., J, H, K spectro-interferometry of the Mira variable S Orionis, *A&A*, 479, L21 (2008)

- Woodruff, H. C., Tuthill, P. G., Monnier, J. D., Ireland, M. J., Bedding, T. R., Lacour, S., Danchi, W. C., Scholz, M., The Keck Aperture Masking Experiment: Multiwavelength Observations of Six Mira Variables, *ApJ*, 673, 418 (2008)
- Zhukovska, S., Gail, H.-P., Condensation of MgS in outflows from carbon stars, *A&A*, 486, 229 (2008)
- Zhukovska, S., Gail, H.-P., Trieloff, M., Evolution of interstellar dust and stardust in the solar neighbourhood, *A&A*, 479, 453 (2008)

7.2 Konferenzbeiträge

- Andrae, R., Melchior, P., Morphological Galaxy Classification with Shapelets AIP Conference Proceedings vol. 1082 (2008)
- Banerjee, R., Jets from collapsing magnetized cores, Springer lecture series, ed. Jose Gracia Banerjee R., Horn, S., Klessen, R. S., Jet driven turbulence?, Springer lecture series, Tom Ray and Kanaris Tsinganos
- Clark, P. C., Glover, S. C. O., Klessen, R. S., The First Stellar Cluster, FIRST STARS III, AIP Conference Proceedings, 990, 79 (2008)
- Clark, P. C., Klessen, R. S., Bonnell, I. A., Smith, R. J., The Conditions for Competitive Accretion, ASP Conference Series, 387, 208 (2008)
- Driebe, T., Woodruff, H. C., Eberhardt, M., Hofmann, K.-H., Ohnaka, K., Richichi, A., Schertl, D., Schoeller, M., Scholz, M., Weigelt, G., Wittkowski, M., Wood P.R., Interferometric observations of the Mira star omicron Ceti with the VLTI/VINCI instrument in the near-infrared, in The Power of Optical/IR Interferometry: Recent Scientific Results and 2nd Generation Instrumentation (eds A. Richichi, F. Delplancke, F. Paresce, A. Chelli), ESO Astrophysics Symp., 503 (2008)
- Fedele, D., Wittkowski, M., Paresce, F., Scholz, M., Wood, P. R., Ciroi, S., The K-band intensity profile of R Leonis probed by VLTI/VINCI. in The Power of Optical/IR Interferometry: Recent Scientific Results and 2nd Generation Instrumentation (eds A. Richichi, F. Delplancke, F. Paresce, A. Chelli), ESO Astrophysics Symp., 95 (2008)
- Glover, S. C. O., Clark, P. C., Greif, T. H., Johnson, J. L., Bromm, V., Klessen, R. S., Stacy, A., Open questions in the study of population III star formation, *IAUS*, 255, 3 (2008)
- Greif, T. H., Schleicher, D. R. G., Johnson, J. L., Jappsen, A.-K., Klessen, R. S., Clark, P. C., Glover, S. C. O., Stacy, A., Bromm, V., The formation of the first galaxies and the transition to low-mass star formation, *IAUS*, 255, 33 (2008)
- Greif, T. H., Johnson, J. L., Bromm, V., Towards the First Galaxies, *AIPC*, 990, 405 (2008)
- Jappsen, A.-K., Glover, S. C. O., Klessen, R. S., Mac Low, M.-M., The Influence of Metallicity on Star Formation in Protogalaxies, FIRST STARS III, AIP Conference Proceedings, 990, 76 (2008)
- Johnson, J. L., Greif, T. H., Bromm, V., The First Stars, *IAUS*, 250, 471 (2008)
- Johnson, J. L., Greif, T. H., Bromm, V., Radiative Feedback in the Formation of the First Protogalaxies, *ASPC*, 393, 215 (2008)
- Kanschat, G., Meinköhn, E., Rannacher, R., Wehrse, R., Introduction: The Radiation Field and its Transfer Equation, in: Numerical Methods in Multidimensional Radiative Transfer, Kanschat, G., Meinköhn, E., Rannacher, R., Wehrse, R., eds., Springer, Heidelberg, 1 (2009)
- Kitsionas, S., Whitworth, A. P., Klessen, R. S., SPH simulations of star/planet formation triggered by cloud-cloud collisions, *Exoplanets: Detection, Formation and Dynamics*, Proceedings IAU Symposium, 249, 271 (2008)

- Klessen, R. S., Clark, P. C., Glover, S. C. O., Formation of Stellar Clusters and the Importance of Thermodynamics for Fragmentation, *Proceedings IAU Symposium*, 246, 3 (2008)
- Klessen, R. S., Clark, P. C., Glover, S. C. O., Importance of Thermodynamics for Fragmentation and Star Formation, *EAS Publications Series*, 31, 3 (2008)
- Melchior, P., Unveiling Shapes: Shapelets for Galaxy Morphology and Gravitational Lensing Studies *AIP Conference Proceedings* vol. 1082 (2008)
- Schmeja, S., Kumar, M. S. N., Froebrich, D., Klessen, R. S., Changing Structures in Galactic Star Clusters. In *Dynamical Evolution of Dense Stellar Systems*, eds. E. Vesperini, M. Giersz, A. Sills, *IAU Symposium* 246, 50 (2008)
- Seidel, G., Bartelmann, M., Fast automatic detection of gravitational arcs. *AAS meeting* 211, number 160.11 (2008)
- Vázquez-Semadeni, E., Banerjee, R. Klessen, R. S., Ballesteros-Paredes, J., Molecular Cloud Formation III. Influence of the Magnetic Field, *BAAS*, 39, 984
- Vázquez-Semadeni, E., Ballesteros-Paredes, J., Klessen, R. S., and Jappsen, A. K., Massive Star-Forming Regions: Turbulent Support or Global Collapse?, *ASP Conference Series*, 387, 240 (2008)
- Vehoff, S., VLTI/MIDI Observations of the Massive Protostellar Candidate NGC 3603 IRS 9A, *ASP Conference Series*, 387, 444 (2008)
- Wehrse, R., Radiative Transfer with Finite Differences and Finite Elements, in: *Perspectives in radiative Transfer and Interferometry*; Wolf, S., Allard, F., Stee, Ph., eds., *EAS Publications Series*, 28, 129 (2008)
- Wood, P. R., McSaveney, J. A., Scholz, M., Lattancio, J. C., Hinkle, K. H., Karakas, A. I., Nitrogen production in intermediate-mass stars by hot-bottom burning. in *IXth Torino Workshop on Evolution and Nucleosynthesis in AGB Stars and The IInd Perugia Workshop on Nuclear Astrophysics* (eds R. Guandalini, S. Palmerini, M. Busso), *AIP Conf. Proc.* 1001, 163 (2008)
- Zhukovska, S., Gail, H.-P., Modeling Dust Evolution in the Interstellar Medium, in *Pathways Through an Eclectic Universe*. Ed. Knapen, J.H., Mahoney, T.J., Vazdekis, A. *Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, 390, 117 (2008)

7.3 Populärwissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen

- Bartelmann, M., Neues von WMAP. *Sterne und Weltraum*, 9 (2008)

Prof. Dr. Ralf S. Klessen