

## 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. Innerhalb Deutschlands sind das Beteiligungen an der DFG-Forschergruppe 759 „The Formation of Planets: The Critical First Growth Phase“, am Transregio SFB-TR 33 „The Dark Universe“, an den Schwerpunktprogrammen SPP 1177 „Witnesses of Cosmic History: Formation and Evolution of Black Holes, Galaxies and Their Environment“ und SPP 1385 „The first 10 Million Years of the Solar System - A Planetary Materials Approach“ (Beginn der Förderung Dez. 2009), sowie am Projekt „Formation of the First Stars“, das von der Landesstiftung Baden-Württemberg im Rahmen des Programmes Internationale Zusammenarbeit II gefördert wird. 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 EUCLID beteiligt.

Das Jahr 2009 war geprägt von zwei personellen Entwicklungen. Zum einen wurde das Berufungsverfahren für die Nachfolge von Prof. Werner Tscharnuter eingeleitet, der im September 2010 in Ruhestand gehen wird. Inzwischen ist der Ruf an Dr. Cornelis Dullemond (MPIA) ergangen. Zum anderen wurde im Oktober nach 36 Jahren am ITA Prof. Rainer Wehrse aus dem aktiven Dienst verabschiedet. Nach nur wenigen Wochen im hochverdienten Ruhestand, verstarb Prof. Wehrse am 8. Dezember völlig unerwartet an den Folgen eines Herzinfarktes. Prof. Wehrse hat die Entwicklung des Instituts entscheidend begleitet und mitgestaltet. Dafür sind wir ihm in großer Dankbarkeit verbunden, und wir behalten ihn als einen sehr engagierten, stets freundlichen, und immens kompetenten Kol-

legen in Erinnerung.

## 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 (im Ruhestand, verstorben im Dez. 09), Prof. Dr. Peter Ulmschneider (im Ruhestand)

#### *Wissenschaftliche Mitarbeiter:*

Dr. Robi Banerjee [-8967] (DFG, Nachwuchsgruppenleiter), Dr. Ingo Berentzen [-4206] (FRONTIER-Programm der Universität Heidelberg, seit 01.01.), Dr. Paul Clark [-8967] (DFG), Dr. Carlo Giocoli (EU-Netzwerk DUEL), Dr. Simon Glover [-4206] (DFG), Dr. Luigi Iapichino [-8983] (ITA), Dr. Matteo Maturi [-8983] (Transregio-SFB TR 33), Dr. Francesco Pace [-6712] (ITA), Dr. Stefan Schmeja [-4828] (DFG), Dr. Gregor Seidel [-8986] (DFG, seit 20.11.), Dr. Rahul Shetty [-8973] (BMBF, seit 10.09.), Dr. Rowan Smith [-8973] (FRONTIER-Programm der Universität Heidelberg, seit 03.09.), Dr. Sharanya Sur [-8974] (DFG, seit 13.10.)

#### *Doktoranden:*

Dipl.-Phys. Christian Angrick [-4839] (DFG), Dipl.-Phys. Gustavo Dopcke [-6714] (IMPRS, seit 01.06.), Dipl.-Phys. Christoph Federrath [-8975] (MPIA), Dipl.-Phys. Philipp Girichidis [-6713] (DFG), Dipl.-Phys. Thomas Greif [-8974] (ZAH, bis 27.07.), Dipl.-Phys. Ulrich Herbst [-8988], bis 28.10.), Dipl.-Phys. Gero Jürgens [-4839] (Sondermittel des Landes und der Universität, seit 05.05.), Dipl.-Phys. Ernst Lexen [-6714] (Sondermittel bis 31.12., Sternwarte Hamburg), Dipl.-Phys. Ekaterina Lüttjohann [-8988] (ITA), Dipl.-Phys. Peter Melchior [-4869] (DFG), Dipl.-Phys. Julian Merten [-6712] (HGSFP, ASI-Stipendium, Bologna), Dott.a Claudia Mignone [-4839] (IMPRS-HD, bis 20.05.), Dipl.-Phys. Milica Milosavljevic [-6714] (IMPRS-HD), Dipl.-Phys. Favio Molina [-8975] (Cluster KIP, BMBF seit 01.09.), Dipl.-Phys. Thomas Peters [-8975] (Universität Heidelberg bis 18.12., DFG), Dipl.-Phys. Dominik Schleicher [-8975] (DFG, bis 31.07.), Dipl.-Phys. Johannes Schönke [-8988] (FG 759), Dipl.-Phys. Gregor Seidel [-8986] (DFG, bis 20.11.), Dipl.-Phys. Daniel Seifried [-6713] (DFG, seit 19.10.), Ana Valente M.Sc. [-8987] (IMPRS), Dipl.-Phys. Stefan Vehoff [-4839] (bis 29.04.), Dipl.-Phys. Massimo Viola [-8986] (EU-Netzwerk DUEL), Mag. Völkl [-6714] (DFG bis 31.07.), Dipl.-Phys. Jean-Claude Waizmann [-8987] (TRR33), Dipl.-Phys. Emanuel Ziegler [-8986] (SFB 439, HGSFP, Transregio-SFB TR 33)

#### *Diplomanden:*

René Andrae (bis 15.04.), Julien Fieger (bis 31.08.), Angelos Kaloviduris (betreut von Dr. Björn Schäfer, bis 01.11.), Lukas Konstandin (seit 17.06.), Nils Krahl (betreut von Dr. Björn Schäfer, seit 16.06.), Philipp Merkel (betreut von Dr. Björn Schäfer, seit 09.03.), Lavinia Heisenberg (bis 01.12.), Susanne Horn (bis 18.02.), Hendrik Lönngrén (bis 01.11.), Eleonora Sarli (Laurea, Universität Pavia, seit 01.12.), Katja Teichert (bis 21.11.)

#### *Sekretariat und Verwaltung:*

Anna Zacheus (ITA)

### 1.2 Personelle Veränderungen

Im Laufe des Jahres sind folgende Personen aus dem Institut ausgeschieden: Andrae, René (15.04.), Fieger, Julien (31.08.), Greif, Thomas (27.07.), Heisenberg, Lavinia (01.12.), Horn, Susanne (18.02.), Lönngrén, Hendrik (01.11.), Mignone, Claudia (20.05.), Schleicher, Do-

minik (31.07.), Teichert, Katja (21.11.), Vehoff, Stefan (29.04.), Völkl, Bernd (31.07.)

Als Postdoc neu angestellt wurden: Dr. Ingo Berentzen (seit 01.01.), Dr. Rahul Shetty (seit 10.09.), Dr. Rowan Smith (seit 03.09.), Dr. Sharanya Sur (seit 13.10.) Als Doktoranden neu angestellt wurden: Gustavo Dopcke (seit 01.06.), Philipp Girichidis (seit 01.01.), Faviola Molina (seit 01.09.), Daniel Seifried (seit 19.10.) Als Diplomanden neu aufgenommen wurden: Lukas Konstandin (seit 25.05.), Nils Krahl (seit 16.06.), Philipp Merkel (seit 09.03.)

Eine Änderung des Angestelltenverhältnisses ergab sich bei: Gero Jürgens als Doktorand (seit 01.05.), Dr. Thomas Peters als Postdoc ( seit 18.12.), Dr. Gregor Seidel als Postdoc (seit 20.11.)

## 2 Gäste

Im Jahr 2009 konnten wir eine Reihe von Gästen am Institut begrüßen, die teilweise für einen Zeitraum von mehreren Monaten am Institut gearbeitet haben:

Tom Abel (KIPAC Stanford University) 19. - 22.7. & 19. - 23.10., Rainer Beck (MPIfR Bonn) 14.10. & 17.12., Fabio Bellagamba (Universität Bologna), 06.04. - 03.07., Ian Bonnell (University of St Andrews) 7. - 11.12., Volker Bromm (University of Austin) 4. - 8.10., Florian Bürzle (Universität Konstanz) 23. - 24.4., Sanghamitra Deb (Drexel University) 07. - 08.09., Dennis Duffin (McMaster University) 29.9. - 23.10., Tristen Hayfield (Universität Zürich) 19. - 31.1., Jes Jørgensen (MPIfR Bonn) 27.1., Pamela Klaassen (ESO Garching) 11. - 12.2., Mordecai Mac Low (American Museum of Natural History) 13.7. - 31.8., Tom Marek (Praktikant) 2.3. - 31.5., Brice Ménard (CITA Toronto), 14. - 16.09., Massimo Meneghetti (Sternwarte Bologna), 05.01. - 03.07., Faviola Molina (ESO, Chile) 21. - 24.4., Jorge Moreno (Haverford), Lauro Moscardini (Universität Bologna) 19. - 20.05., Jens Niemeyer (Universität Göttingen) 11.02., Kazuyuki Omukai (National Astronomical Observatory of Japan) 5. - 10.10., Benjamin Ooghe (LRA ENS, Paris) 23. - 27.6., Ralph Pudritz (McMaster University) 22. - 24.7., Patrick Rogers (McMaster University) 12. - 13.11., Sijing Shen (McMaster University) 24. - 25.11., Rahul Shetty (University of Maryland) 12.7. - 25.7., Dominik Schleicher (ESO, Sterrewacht Leiden) 5. - 19.10., Marco Spaans (Rijksuniversiteit Groningen) 7. - 8.5., Andres Suarez Madrigal (UNAM Morelia) 5. - 14.8., Kandu Subramanian (IUCAA Pune) 30.11 - 1.12., Franco Vazza (INAF-IRA, Bologna), Todor Veltchev (Sofia University) 6.1. - 15.3. & 3. - 12.12., Stefanie Walch (Cardiff University) 24. - 28.11., James Wadsley (McMaster University / Universität Zürich) 24. - 25.11., Naoki Yoshida (IPMU, University of Tokyo) 5. - 9.10., Hans Zinnecker (AIP) 14. -15.10., Ellen Zweibel (University of Wisconsin) 19.1. - 20.1.

## 3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

### 3.1 Lehrtätigkeiten

Robi Banerjee: *Wintersemester 2009/10*: Vorlesung und Übung „Einführung in die Gravitationstheorie“, Numerisches Praktikum (Modul UKNum) (mit Hubert Klahr)

Matthias Bartelmann: Grundvorlesungen in theoretischer Physik (klassische Mechanik, Thermodynamik, klassische Elektrodynamik, allgemeine Relativitätstheorie); Oberseminar über aktuelle kosmologische Themen, Vorlesung über statistische Methoden (zusammen mit Dr. Björn M. Schäfer); Vorlesung über kosmische Strukturbildung, Sommerschule an der Jacobs-University Bremen, 02. - 04.07.; Vorlesung über Kosmologie, Fortbildungsveranstaltung für Lehrer, Bad Honnef, 13. - 17.07.; Vorlesung über Gravitationslinsen, Sommerschule des DUEL-RTN-Netzwerks, Paris, 24. - 25.08.; Vorlesung über das kosmologische Standardmodell, Maria-Laach-Sommerschule, Bautzen, 13. - 16.09.

Ingo Berentzen: *Wintersemester 2008/09*: Numerisches Praktikum (Modul UKNum), *Win-*

tersemester 2009/10: Kursvorlesung und Übungen „Theoretical Astrophysics“ (mit R. Klessen), *In jedem Semester*: Oberseminar „Galaxy Evolution, Stellar Dynamics, Interstellar Medium“ (mit A. Just, R. Spurzem, H.-P. Gail)

Paul Clark: *Wintersemester 2008/09*: „Kolloquium zu Fragen der Theoretischen Astrophysik“

Hans-Peter Gail: *Sommersemester 2009*: Vorlesung „Entwicklung von Sternen in Doppelsternsystemen“ mit Übungen (mit W.M. Tscharnuter), Oberseminar „Galaxienentwicklung, Stelardynamik, Interstellare Materie“ (mit A. Just, R. Spurzem), *Wintersemester 2009/10*: Vorlesung „Aufbau und Entwicklung rotierender Sterne“ (mit W.M. Tscharnuter), *In jedem Semester*: Seminar „Galaktische und protostellare Akkretionsscheiben, Planetenentstehung“ (mit B. Fuchs, R. Klessen, W. M. Tscharnuter, R. Wehrse).

Simon Glover: *Wintersemester 2008/09*: Übungen zur Vorlesung „Theoretical Astrophysics“ (mit R. Klessen), *Wintersemester 2009/10*: Kursvorlesung „Physics and Chemistry of the Interstellar Medium“

Ralf Klessen: *Wintersemester 2008/09*: Kursvorlesung und Übungen „Theoretical Astrophysics“, Seminar „Galactic and Protostellar Disks“ (mit H.-P. Gail, B. Fuchs, W. Tscharnuter, R. Wehrse), Journal Club „Current Topics in Theoretical Star Formation Studies“. *Sommersemester 2009*: 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, R. Wehrse), Journal Club „Current Topics in Theoretical Star Formation Studies“. *Wintersemester 2009/10*: Kursvorlesung und Übungen „Theoretical Astrophysics“ (mit Ingo Berentzen), Blockkurs „Introduction to Astronomy and Astrophysics I + II“ (with S. Jordan), Seminar „Galactic and Protostellar Disks“ (mit B. Fuchs, H.-P. Gail, W. Tscharnuter, R. Wehrse), Journal Club „Current Topics in Theoretical Star Formation Studies“.

Rowan Smith: *Sommersemester 2009* und *Wintersemester 2009/10*: „Kolloquium zu Fragen der Theoretischen Astrophysik“ (mit J.-C. Waizmann)

Werner Tscharnuter: /em Sommersemester 2009: Vorlesung „Entwicklung von Sternen in Doppelsternsystemen“ mit Übungen (mit H.-P. Gail), *Wintersemester 2009/10*: Vorlesung „Aufbau und Entwicklung rotierender Sterne“ (mit H.-P. Gail), *In jedem Semester*: Seminar „Galaktische und protostellare Akkretionsscheiben, Planetenentstehung“ (mit H.-P. Gail, B. Fuchs, R. Klessen, R. Wehrse).

Jean-Claude Waizmann: *Sommersemester 2009* und *Wintersemester 2009/10*: „Kolloquium zu Fragen der Theoretischen Astrophysik“ (mit R. Smith)

### 3.2 Prüfungen

Die Dozenten am Institut beteiligten sich an Vordiplomsprüfungen 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

Robi Banerjee: Mitglied der Doktorandenauswahlkommission der International Max Planck Research School (IMPRS) for Astronomy and Cosmic Physics at the University of Heidelberg, Mitglied der Auswahlkommission für das Austauschprogramm der Universität Heidelberg mit den USA

Matthias Bartelmann: Prodekan der Fakultät für Physik und Astronomie; Co-Chair, Planck Working Group 5, Clusters and Secondary Anisotropies (with N. Aghanim, Paris-Orsay); Mitglied des Kuratoriums des Physik-Journals; Mitherausgeber der Zeitschrift *Sterne und Weltraum*; Mitglied, Direktorium der Heidelberg Graduate School of Funda-

mental Physics; Teilprojektleiter und stellvertretender Sprecher des Transregio-SFB TR 33; Mitkoordinator des DUEL-RTN-Netzwerks; Mitglied in zwei Berufungskommissionen in der theoretischen Physik (Nf. Schmidt, neue Professur); Vorsitzender einer Berufungskommission in der theoretischen Astrophysik (Nf. Tscharnuter); Mitglied der Habilitationskommission der Fakultät für Physik und Astronomie (Wintersemester 2009/10); Mitglied des Promotionsausschusses der Fakultät; Mitglied von Amts wegen im Komitee für Astroteilchenphysik (KAT); Mitglied im Scientific Organising Committee der Texas-Konferenz 2010; Teilprojektleiter der Fakultät für Physik und Astronomie in der Exzellenzinitiative der Universität Heidelberg; Mitglied der Arbeitsgruppe Zukunft der Universität Heidelberg

Ralf Klessen: Mitglied der Studienkommission der Fakultät für Physik und Astronomie der Ruprecht-Karls-Universität, Mitglied der Studiengebührenkommission der Fakultät für Physik und Astronomie, Senatsberichterstatter 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, Mitglied der Auswahlkommission für das Austauschprogramm der Universität Heidelberg mit den USA, Mitorganisator des Forward Look Programms der European Science Foundation zum Thema *Computational Science in Europe*

Julian Merten: Gewählter Studentensprecher der 4. IMPRS-HD-Generation, Studentensprecher des ZAH

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

Rainer Wehrse: Mitglied des erweiterten Direktorium des IWR bis 31.08.

## 4 Wissenschaftliche Arbeiten

### 4.1 Stellare Astrophysik und Astrochemie

Federrath, Glover und Klessen untersuchten zusammen mit Mac Low (New York) hydrodynamische Simulationen zur Entstehung von molekularem Wasserstoff ( $H_2$ ) und Kohlenmonoxid (CO) in turbulenten Molekülwolken. Aus den Simulationsdaten wurden synthetische Beobachtungskarten angefertigt. Wesentliches Ergebnis war, dass in CO-Beobachtungskarten nur dichtes, kaltes Gas beobachtet werden kann, dünnes Wasserstoffgas hingegen unsichtbar ist.

Gail mit Lattard, Oehm, Triefoff (Inst. Geowissenschaften) untersuchten experimentell das Annealing-Verhalten amorpher Eisen-Magnesiumsilikate und dessen Auswirkungen auf die Struktur und Entwicklung von Akkretionsscheiben.

Gail mit Pucchi, Klevenz (Kirchhoff-Institut für Physik) untersuchten experimentell die Verdampfungseigenschaften astrophysikalisch relevanter Mineralien und deren Extinktion. Die Ergebnisse wurden in astrophysikalische Modellrechnungen implementiert.

Gail und Sedlmayr (Berlin) untersuchten die Chemie und Physik zirkumstellarer Staubhüllen und stellten ein Buchmanuskript über „Physics and chemistry of circumstellar dust shells“ fertig.

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.

Scholz arbeitete über Rote Riesensterne, insbesondere die Analyse von Spektren und die Interpretation von interferometrischen Daten pulsierender Sterne, in Zusammenarbeit mit Boboltz (Washington), Chiavassa (Garching), Driebe (Bonn), Gray (Manchester), Ireland (Sydney), Ohnaka (Bonn), Tuthill (Sydney), Wittkowski (Garching), Wood (Canberra), Woodruff (Sydney). Der neue CODEX Code für die Berechnung dynamischer Modellatmosphären von Mira-Variablen wurde weiterentwickelt. Damit wurden bisher Modellserien für

4 verschiedene Parameter-Sets berechnet und sehr gute Übereinstimmung mit spektroskopischen und interferometrischen Beobachtungen gefunden (Scholz mit Ireland und Wood). Mehrere Projekte zur Beobachtung (AMBER/VLTI) und Interpretation hoher und zirkumstellarer Schichten von Mira-Variablen (Struktur, Asymmetrien, Maser) wurden weitergeführt und teils abgeschlossen (Scholz mit Boboltz, Chiavassa, Driebe, Gray, Ohnaka und Wittkowski).

## 4.2 Stern- und Planetenentstehung

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

Berentz implementierte mit Banerjee, Klessen, Marcus (ZITI) und Wunsch (Prag) Routinen zur Gravitationsberechnung auf Graphikkarten (GPUs) für den adaptiven Gittercode FLASH und den  $N$ -Körper Code PHI-GRAPE. Des Weiteren entwickelte er Routinen für FLASH zur Untersuchung von Gasscheiben im Gravitationspotential von Balkengalaxien.

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 Sonnenmetallizität entspricht.

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.

Federrath und Klessen analysierten zusammen mit Duval (Boston), Schmidt (Göttingen) und Mac Low (New York) verschiedene numerische Modelle zur Erzeugung von Überschallturbulenz in Molekülwolken. Sie verglichen die Ergebnisse mit Beobachtungsdaten galaktischer Molekülwolken. Es konnte gezeigt werden, dass die Erzeugung der Turbulenz wesentlichen Einfluss auf die Sternentstehung hat.

Federrath, Brunt (Exeter) und Price (Melbourne) entwickelten eine statistische Methode zur Rekonstruktion der Varianz und der Wahrscheinlichkeitsverteilung eines dreidimensionalen turbulenten Dichtefeldes aus der zwei-dimensionalen, beobachtbaren Projektion des Feldes.

In einer weiteren Vergleichsstudie analysierten Federrath und Price (Melbourne) die Statistik von Überschallturbulenz in hydrodynamischen Simulationen mit Gittermethoden (AMR) auf der einen Seite und Teilchenmethoden (SPH, Tracer Teilchen) auf der anderen Seite. Ergebnis der Studie war, dass alle Statistiken mit ausreichend hoher numerischer Auflösung (Anzahl Gitterzellen und Anzahl Teilchen) unabhängig von der verwendeten Methode konvergieren.

Federrath, Banerjee, Clark und Klessen 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.

Federrath und Klessen testeten zusammen mit Kern (MPIA) und Schmidt (Göttingen) analytische Modelle der Sternmassenverteilungsfunktion durch Zerlegung des Dichtefeldes in gravitativ gebundene, zusammenhängende Strukturen in hydrodynamischen Simulationen getriebener Turbulenz.

Federrath und Klessen schlossen mit 11 Kollaborationspartnern aus dem In- und Ausland eine Vergleichsstudie zur Beschreibung zerfallender Turbulenz mit verschiedenen numeri-

schen Methoden ab.

Gouliermis (MPIA), Schmeja und Klessen untersuchten die hierarchische Struktur von jungen Sternhaufen in der Zwerggalaxie NGC 6822. Dabei wurden auf allen Skalen Strukturen entdeckt und Rückschlüsse auf die Sternentstehungsgeschichte dieser Galaxie gezogen.

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.

Glover und Klessen studierten in einem gemeinsamen Projekt mit Jappsen (Cardiff) und Mac Low (New York) 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 wurde entwickelt. Gail erweiterte das vorhandene Modellprogramm zur zeitlichen Entwicklung von Akkretionsscheiben durch eine selbstkonsistente Kopplung mit der Reaktionskinetik für Staubprozessierung und Chemie der Gasphase.

Lüttjohann untersuchte den oxidativen Abbau präsolarer Graphit und Siliziumkarbidteilchen im Sonnennebel und berechnete deren theoretisch zu erwartende Häufigkeit in meteoritischem Material.

Lüttjohann, Schönke, Gail und Tscharnuter entwickeln ein Modell der Entstehung und räumlichen Verteilung von Kalzium-Aluminium-reichen Einschlüssen in Meteoriten aus dem frühen Sonnensystem, basierend auf den Modellen zum protostellaren Kollaps und der Entstehung der Akkretionsscheibe.

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.

Smith, Glover, Clark und Bonnell (St-Andrews) untersuchen die Entwicklung protostellarer Kerne und deren Relation zur stellaren Massenfunktion durch Akkretionsprozesse. Dazu wird in numerischen Simulationsrechnungen der Massenfluss auf junge Sterne identifiziert und klassifiziert. Diese Daten werden dann mit Beobachtungen in jungen Sternhaufen verglichen.

Smith, Clark und Glover arbeiten an der Einführung von Strahlungsrückkopplungsprozessen durch protostellare Akkretion in numerischen Simulationsrechnungen der Bildung der ersten Sternhaufen. Ziel ist es, den Einfluss dieser Prozesse auf das Fragmentationsverhalten des Gases im Zentrum primordialer Halos zu untersuchen.

Smith und Dale (Prag) verwenden Klumpenidentifikationsalgorithmen um die Struktur expandierender, dünner Schichten zu untersuchen, wie sie etwa bei der Expansion von HII-Regionen oder Supernova-Explosionen auftreten. Hierbei werden Modellrechnungen mit analytischen Abschätzungen verglichen.

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 der Aufheizung 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.

Schmeja untersuchte mit Froebrich (Kent) dessen Katalog von bekannten und möglichen neuen offenen Sternhaufen in der Milchstraße mittels verschiedener statistischer Methoden mit dem Ziel, tatsächliche Sternhaufen von zufälligen Erhöhungen der Sternichte zu unterscheiden. Unter anderem wurde ein seltener alter ( $\sim 5$  Gyr) offener Sternhaufen entdeckt.

Schmeja testete verschiedene statistische Methoden, die zur Entdeckung von Sternhaufen entwickelt wurden, an künstlich generierten Haufen. Während die Fähigkeit, Haufen zu identifizieren, bei den meisten Algorithmen vergleichbar ist, unterscheiden sie sich stark in Laufzeit und Zusatznutzen.

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. Simulationen des protostellaren Kollaps und der Entstehung der Akkretionsscheibe 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 untersuchte den jungen, massereichen Protosterns NGC 3603 IRS 9A. 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 Stelldynamik

Berentzen untersuchte in Zusammenarbeit mit Athanassoula und Bosma (beide Marseille) den Auflösungsprozess von dichten Sternhaufen in galaktischen Gravitationspotentialen.

### 4.4 Galaxien

Berentzen untersuchte mit Dubinski (Toronto) und Shlosman (Lexington, Kentucky) anhand numerischer  $N$ -Körper Simulationen den Drehimpulstransport in Scheibengalaxien durch stellare Balken. Es wurde gezeigt, daß stellare Balken im Allgemeinen nicht in der Lage sind, Cusps im Dichteprofil Dunkler Materie Halos zu zerstören.

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 Minihalos. 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 (Göttingen) and Niemeyer (Göttingen) entwickelten ein neues numerisches Verfahren, um turbulente astrophysikalische Strömungen in Gittercodes 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.

Shetty geht zusammen mit Banerjee und Klessen der Frage nach, ob Supernova-Explosionen die beobachtete Turbulenz in der galaktischen Scheibe erklären können.

Sur untersucht zusammen mit Banerjee, Federrath, Klessen, und Schleicher ob sich beim Kollaps protogalaktischer Halos schwache Magnetfelder unter dem Einfluss des turbulenten Dynamos verstärken.

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

## 4.5 Kosmologie

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 (Cannara) 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.

Maturi, Angrick, Pace und Bartelmann entwickelten eine analytische Methode, die auf der Grundlage von zwei-dimensionalen Gauß'schen Zufallsfeldern die Anzahl von Minima in gefilterten Konvergenzkarten von weak-lensing surveys als Funktion ihres Signal-Rausch-Verhältnisses vorhersagt.

Angrick und Bartelmann verfeinerten das ellipsoide Kollapsmodell von Bond & Myers (1996) dahingehend, dass sie eine Bedingung ausgehend vom Tensor-Virial-Theorem herleiteten, die angibt, wann der Kollaps jeder einzelnen Achse gestoppt werden muss. Desweiteren leiteten sie eine verbesserte Anfangsbedingung für die Elliptizität und Prolatizität her, die auf der Taylorentwicklung der marginalisierten Größen beruht. Ausgehend davon berechneten sie die lineare Überdichte  $\delta_c$  und die viriale Überdichte  $\Delta_v$  als Funktion der Masse und Rotverschiebung für verschiedene kosmologische Modelle.

Angrick und Bartelmann führen damit fort, ausgehend von der Anzahl der Minima in dem Gauß'schen Zufallsfeld, welches die Störungen des kosmologischen Gravitationspotentials beschreibt, eine Röntgentemperaturfunktion zu entwickeln, die in Abhängigkeit eines kosmologischen Modells die Anzahldichte von Halos aus dunkler Materie als Funktion ihrer Röntgentemperatur vorhersagt. Die Verknüpfung zwischen linearen und nicht-linearem Gravitationspotential wurde mithilfe des verfeinerten ellipsoiden Kollapsmodells anstatt des sphärischen Kollapsmodells modelliert.

Merten, Meneghetti (Bologna) und Bartelmann haben ein numerisches Verfahren weiter entwickelt, das die adaptive Rekonstruktion der Massenverteilung in Galaxienhaufen aufgrund kombinierter starker und schwacher Gravitationslinseneffekte erlaubt. Unter anderem wurde es vollständig parallelisiert und so erweitert, dass Mehrfachbilder und Flexion berücksichtigt werden können. Merten und Meneghetti arbeiteten an umfassenden Tests

und der Kalibration dieses Verfahrens anhand simulierter Daten.

Merten, Meneghetti, Lanzoni und Mocchi (Bologna) haben einen GPU-Server angeschafft und angefangen, einige der in der Gruppe verwendeten Algorithmen (SaWLens und SkyLens) auf diese Maschine zu portieren. Erste Tests lieferten herausragende Resultate.

Merten, Meneghetti (Bologna), Broadhurst, Zitrin (Tel Aviv), Oguri (Tokio) Umetsu (Taipei) und Bartelmann haben die Massenverteilung einer Auswahl von Galaxienhaufen rekonstruiert, die mit dem Subaru-Teleskop beobachtet worden waren.

Melchior, Merten und Meneghetti (Bologna) überarbeiteten einen bestehenden Code zur realistischen Simulation des Gravitationslinseneffekts in Galaxienhaufen, um Verbesserungen der Laufzeit, der Flexibilität und der Genauigkeit zu erreichen.

Giocoli schloss eine numerische Studie der Subhalo-Population in Halos aus dunkler Materie ab. Die Ergebnisse werden dazu verwendet werden, das Flexionssignal des Gravitationslinseneffekts und seine Abhängigkeit von Masse und Rotverschiebung zu quantifizieren.

Giocoli, Bartelmann, Sheth (University of Pennsylvania) und Cacciato (Jerusalem) erweiterten das Halo-Modell der Verteilung dunkler Materie, indem sie die Beiträge von Substrukturen sowohl zum Ein- als auch zum Zwei-Halo-Term berücksichtigten. Insbesondere wurde das Modell auch durch die stochastische Zuordnung von Konzentrationsparametern zu Masse und Rotverschiebung ergänzt. Das Halo-Modell ist nun in der Lage, Ergebnisse numerischer Simulationen genau zu reproduzieren.

Melchior, Böhnert, Lombardi (beide München) und Bartelmann identifizierten eine prinzipielle Schwachstelle modellbasierter Scherungsmessung und zeigten die resultierenden Effekte im Rahmen der Shapelet-Methode.

Viola und Melchior implementierten die Algorithmen KSB und HOLICS zur Scherungs- und Flexionmessung, identifizierten mehrere grundlegende Schwächen dieser Algorithmen und nahmen zusammen mit Schäfer und Bartelmann umfangreiche Verbesserungen daran vor.

Pace, Waizmann und Bartelmann untersuchten verschiedenste kosmologische Modelle mit dynamischer dunkler Energie hinsichtlich ihres Einflusses auf die Dichteschwelle für sphärischen Kollaps. Diese Auswirkungen stellten sich in allen Modellen als sehr klein heraus.

Pace, Moscardini (Bologna), Bartelmann und andere simulierten den Einfluss primordialer Abweichungen von Gaußscher Statistik auf die Statistik des schwachen Gravitationslinseneffekts. Sie fanden, dass verschiedene Maße für den schwachen Gravitationslinseneffekt kaum von der nicht-Gaussianität beeinflusst werden und wesentlich kleiner als die Ungenauigkeiten der Beobachtungen sind.

Viola, Maturi und Bartelmann entwickelten zwei lineare Filtertechniken, um die innere Steigung des Dichteprofiles dunkler Halos aus schwachen Gravitationslinseneffekten zu extrahieren. Beide Methoden verwenden alle verfügbare Information zur Abschätzung dieser Größe. Mögliche Schwierigkeiten bei der Beobachtung wurden berücksichtigt.

Im Rahmen seiner Diplomarbeit, betreut von Bartelmann und Webster (Melbourne), entwickelte Jürgens ein parametrisches Gravitationslinsenmodell des Galaxienhaufens SDSS J1004+4112. Die Positionen der vier hellsten Bilder und die zwei gemessenen Zeitverzögerungen werden durch das Modell reproduziert. Seit Oktober arbeitet Jürgens mit Bartelmann über renormierte kosmologische Störungstheorie.

Mit Bartelmann, Schäfer Giocoli und Aghanim (Paris-Orsay) arbeitet Valente daran, die Kreuzkorrelation zwischen dem schwachen Gravitationslinseneffekt und dem thermischen Sunyaev-Zel'dovich-Effekt anhand des Halo-Modells zu bestimmen. Zusammen mit Aghanim und da Silva (Porto) entwickelt Valente Methoden, um Himmelskarten der Baryonenverteilung aus dreidimensionalen Simulationen zu produzieren.

Maier (Würzburg), Iapichino, Schmidt (Göttingen) und Niemeyer (Göttingen) 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 wurde mit dieser neuartigen Methode untersucht, wobei sich interessante Ergebnisse zu den radialen Profilen der Temperatur, der Dichte und der Entropie im Galaxienhaufen ergaben.

## 4.6 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.

Shetty arbeitet zusammen mit Banerjee, Dullemond (MPIA), Glover und Klessen an der Produktion synthetischer Molekülwolkenkarten. Dreidimensionale Strahlungstransportrechnungen von CO Linien sollen den direkten Vergleich von numerischen Modellen der interstellaren Turbulenz mit Beobachtungsdaten nahegelegener Molekülwolken ermöglichen.

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.

## 5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

### 5.1 Diplomarbeiten

*Abgeschlossen:*

Andrae, René: Morphological Classification of Galaxies from the Sloan Digital Sky Survey using Soft Clustering Analysis and Sharpelet Image Decomposition

Fieger, Julien: Untersuchungen protostellarer Scheiben in jungen Sternhaufen mit Hilfe numerischer Simulationsrechnungen

Heisenberg, Lavinia: A critical assessment of the PINOCCHIO model

Horn, Susanne: Protostellare Jets und Interstellare Turbulenz

Jürgens, Gero: Modelling the Gravitational Lensing System SDSS J1004+4112

Kaloviduris, Angelos: Studies of the integrated Sachs-Wolfe effect with different tracers

Lönngrén, Hendrik: Phasenraumdynamik selbstgravitierender Systeme

Teichert, Katja: Parameterized mass models for strongly lensing galaxy clusters

*Laufend:*

Konstandin, Lukas: Untersuchung der Eigenschaften von Überschallturbulenz mit Hilfe Lagrange'scher Statistik

Krah, Nils: Nichtgaußsche Eigenschaften des kosmischen Mikrowellenhintergrunds

Merkel, Philipp: Gravitationslinseneffekt im kosmischen Mikrowellenhintergrund

Sarli, Eleonora: Accretion flows and light propagation near rotating black holes (externe Laurea-Arbeit, Universität Pavia)

## 5.2 Dissertationen

### *Abgeschlossen:*

Greif, Thomas: The Formation of the First Galaxies

Mignone, Claudia: Model-Independent Reconstruction of the Expansion Rate of the Universe Through Combination of Different Cosmological Probes

Peters, Thomas: Ionization Feedback in Massive Star Formation

Schleicher, Dominik: The Early Universe: Probing Primordial Magnetic Fields, Dark Matter Models and the First Supermassive Black Holes

Seidel, Gregor: Automatic Detection of Gravitational Lenses in Astronomical Image Data

Herbst, Ulrich: über die AGB-Entwicklung metallfreier und extrem metallarmer Sterne mittlerer Masse

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

### *Laufend:*

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

Dopcke, Gustavo: Entstehung der ersten Sternhaufen

Federrath, Christoph: Statistische Eigenschaften der Interstellaren Turbulenz

Girichidis, Philipp: Entstehung massereicher Sterne

Jürgens, Gero: Nichtlineare kosmische Strukturbildung

Lexen, Ernst: Solution of the Inverse Radiative Transfer Problem as a Parameter Estimation Problem with Nonlinear Differential Equation Models

Lüttjohann, 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

Milosavljevic, Milica: Chemische Prozesse im Interstellaren Medium

Molina, Faviola: Statistische Untersuchung von Molekülwolken

Schönke, Johannes: Entwicklung präplanetarer Akkretionsscheiben unter Berücksichtigung der Eigengravitation

Seifried, Daniel: Numerische Modellierung massereicher Sternentstehung

Valente, Ana: Cross correlation of the thermal Sunyaev-Zel'dovich and weak gravitational lensing effects in the halo model

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 die zweite „Heidelberg Astronomers' Convention“, ein eintägiges Treffen der Heidelberger Astronomen mit Vorträgen und Diskussionsrunden.

Klassen organisierte das 2. Meeting des „STAR FORMAT“ Projektes (17. - 18.9.)

## 5.4 Projekte und Kooperationen mit anderen Instituten

Siehe Abschnitt 4, Wissenschaftliche Arbeiten

## 6 Auswärtige Tätigkeiten

### 6.1 Nationale und internationale Tagungen

Christian Angrick und Peter Melchior: Organisation des Heidelberger Astronomentags am 02.10.2009 mit 16 Diskussionsrunden und über 100 Teilnehmern

Matthias Bartelmann: Organisation der Winterkonferenz des DUEL-RTN-Netzwerks (Januar 2009), Mitorganisation (mit Prof. Lotze, Jena) einer Heraeus-Sommerschule für Lehrer (Bad Honnef, Juli 2009), Mitglied im Scientific Organising Committee der Texas-Konferenz in Heidelberg (Dezember 2010)

Ralf Klessen: Mitorganisation der folgenden Konferenzen und Schulen: „Numerical Astrophysics and Its Role in Star Formation“ in Cardiff (Januar 2009), Sino-German Frontiers of Science Symposium in Potsdam (März 2009), Splinter Meeting „Dynamical Processes in the Interstellar Medium“ beim Jahrestreffen der Astronomische Gesellschaft in Potsdam (September 2009)

### 6.2 Vorträge und Gastaufenthalte

Robi Banerjee: Workshop „Numerical astrophysics and its role in star formation“, Cardiff 21.-23.01 (Vortrag: „Contemporary Star Formation with the FLASH code“), ASTRONET „STAR FORMAT Kick-Off Meeting“, Paris, 12.-13.02. Forschungsaufenthalt in Morelia, Mexiko, 23.02-15.03., Astronomieseminar „From Molecular Clouds to Protostellar Disks: Present Day Star Formation in Numerical Simulations“, Morelia, 11.03., ITA-Seminar: „Formation and Evolution of Molecular Clouds in Numerical Simulations“, 06.05, Forschungsaufenthalt in St. Andrews, UK, 18.-22.05., Seminarvortrag „Formation of Molecular Clouds in the Magnetised ISM“, St. Andrews, 21.05, Tagung „Cosmological Magnetic Fields“, Ascona, 03.-05.05. Seminarvortrag „Sternentstehung in der Milchstrasse“, Hamburg, 14.07. CONSTELLATION meeting „The Birth and Influence of Massive Stars“, Prag, 14.-17.09. (Vorträge: „Star formation in numerical simulations“ und „Ionization Feedback in Massive Star Formation“), ASTRONET „STAR FORMAT Meeting“, Heidelberg, 17.-18.09., Astronomische Gesellschaft Jahrestagung, Potsdam, 21.-25.09 (Highlight talk „From molecular clouds to massive stars: star formation in numerical simulations“), Seminarvortrag „From Molecular Clouds to Massive Stars“, Argelander-Institut für Astronomie, Bonn, 01.10.,

Matthias Bartelmann: öffentlicher Vortrag „Kosmologie - Stand und Perspektiven“ im Studium Generale der Universität Heidelberg, 26.01., öffentlicher Vortrag „Das dunkle Universum“, Bergstraßeer Weltraumtage, 20.02., Aufenthalt an der Universität von Tel Aviv, Israel, 13. - 21.03., Vortrag im physikalischen Kolloquium, Universität Tel Aviv, 16.03., Seminarvortrag, Universität Tel Aviv, 18.03., öffentlicher Vortrag „Kosmologie: unser dunkles Universum“, VHS Schwetzingen, 28.04., astronomisches Kolloquium, Sterrewacht Leiden, 07.05., öffentlicher Vortrag „Das dunkle Universum“, Sternwarte Gudensberg bei Kassel, 25.05., öffentlicher Vortrag „Planck - ein neues Ohr am Mikrowellenhimmel“, Planetarium Stuttgart, 29.05., öffentlicher Vortrag „Dem Echo des Urknalls auf der Spur“ im Studium Universale, Universität Bonn, 04.06., öffentlicher Auftritt bei der Eröffnungsveranstaltung von „Explore Science“, Capitol Mannheim, 13.06., astronomisches Kolloquium, Kapteyn-Institut Groningen, 22.06., öffentliche Vorträge, „Unser dunkles Universum“ und „Ein neues Ohr am Mikrowellenhimmel“, Astronomia Ravensburg, 26.06., öffentlicher Vortrag „Das dunkle Universum“, Astronomie am Sonntag, Max-Planck-Institut für Astronomie, 05.07., physikalisches Kolloquium Marburg, 06.07., Vortrag über moderne Kosmologie, Akademie der Wissenschaften, Düsseldorf, 10.11., öffentlicher Vortrag „Ein neues Ohr am Mikro-

wellenhimmel“, Planetarium Mannheim, 13.11., Vortrag über dunkle Materie und dunkle Energie, Fachschaft Physik des Cusanus-Werks, Gernsheim, 28.11., öffentlicher Vortrag über dunkle Materie und dunkle Energie, LHC-Ausstellung, Kirchhoff-Institut für Physik, Heidelberg, 28.11.

Ingo Berentzen: DFG Rundgespräch: Physics of the Interstellar Medium (München 17.03.) „Evolution of disc galaxies in cosmological dark matter halos“ ITA Kolloquium (29.04.) Gastaufenthalt und zwei Vorträge am L’Observatoire de Marseille-Provence (Marseille 02.06. - 02.07.); „Numerical Simulations of SMBHs in Galactic Nuclei: N-body meets post-Newtonian dynamics“ Workshop „Massive Black Hole Binaries and Their Coalescence in Galactic Nuclei“ (Beijing 17.07. - 30.07.); „Dynamical Evolution of Massive Black Hole Binaries in Galactic Nuclei“, Stockholm Observatory, (Stockholm 08.10. - 10.10.)

Paul Clark: Eingeladener Vortrag „The formation of discs in clusters“ auf der CONSTELLATION Schule „Numerical astrophysics and its role in star formation“ (Cardiff, 19. - 21.1), ASTRONET „STAR FORMAT“ Kick-Off Meeting (Paris 12. - 13.2), Besuch an der University of St. Andrews mit Vortrag „Star formation in a metal-enriching Universe“ (18. - 24.5.), Workshop „Disc and Planet Formation“ (Cambridge, 18. - 23.5.), Vortrag „The formation of discs in clusters“ während der IAU General Assembly (Rio de Janeiro, 5. - 17.8), eingeladenener Vortrag „The formation of brown dwarfs in filaments“ auf der ESA Conference „How to make brownies“ (Noordwijk, 9. - 11.9.)

Christoph Federrath: CONSTELLATION school, Cardiff University (19.01. - 23.01.), University of Wisconsin, Madison (09.06. - 19.06.), IAU XXVII General Assembly, Rio de Janeiro (03.08. - 14.08.), 82. Generalversammlung der AG, Potsdam (21.09. - 25.09.), American Museum of Natural History, New York (20.10. - 20.01.2010), McMaster University, Hamilton (07.12. - 10.12.)

Carlo Giocoli: Vortrag, DUEL-RTN-Winterkonferenz, Heidelberg, Germany, 14 - 16.01., DUEL-Workshop, Edinburgh, UK., 08. - 09.06., Vortrag, Internationale Konferenz „Invisible Universe“, Paris, France, 29.06. - 03.07., The 13th Paris Cosmology Colloquium (Ecole Internationale d’Astrophysique Daniel Chalonge), Paris, France, 23. - 25.07., DUEL-Sommerschule, Paris, France, 24.08. - 04.09.

Simon Glover: Cardiff University (12. - 23.1), ASTRONET „STAR FORMAT Kick-Off Meeting“ (Paris 12. - 13.2), XXVII General Assembly of the IAU, Rio de Janeiro (10. - 14.8.), CONSTELLATION-ESA workshop on the formation of brown dwarfs, Noordwijk, The Netherlands (9. - 11.9.), CONSTELLATION WP2 Progress meeting, Prag (14. - 17.9.), 82. Jahrestagung der Astronomischen Gesellschaft 2009, Potsdam, (21. - 25.9.), Vortrag, University of Leeds (19. - 20.11.)

Luigi Iapichino: Aufenthalt am Dipartimento di Astronomia, Università di Trieste (Italy), 12. - 23.1., Vortrag über „Modelling of turbulent flows applied to numerical simulations of galaxy clusters“, Trieste, 14.1., Vortrag über „Modelling of turbulent flows applied to numerical simulations of galaxy clusters“, Invisible Universe International Conference, Paris, 29.6. - 3.7., Teilnahme am Fourth Joint HLRB and KONWIHR Result and Reviewing Workshop, Garching, 8. - 9.12.

Ralf Klessen: „Planet Formation and Evolution: The Solar System and Extrasolar Planets“ (Tübingen, 3.1.), ASTRONET „STAR FORMAT Kick-Off Meeting“ (Paris 12.2.), DFG Rundgespräch „Physics of the Interstellar Medium“ (München 17.3.), Ecole Normale Supérieure in Paris, MHD Seminar (3.4.), Physikalisches Seminar Heidelberg „Hydrodynamics Seminar“ (4.5.), Universität Oldenburg, Physikalisches Kolloquium (23.6.), „SFR@50: Filling the Cosmos with Stars“ (Spineto, 7.7.), einmonatiger Gastaufenthalt an der Ecole Normale Supérieure in Paris im Sommer 2009

Peter Melchior: Vortrag „When shapelets fail and when they prevail“, GREAT08 final workshop, Ascona, 26.07. - 31.07., Vortrag „When shapelets fail - Limitations for shapelet-based weak-lensing measurements“, SPP 1177 meeting, Bad Honnef, 21.05., Gastaufenthalt an der Sterrewacht Leiden, 14. - 16.09.

Julian Merten: öffentliche Vorträge über „Gravitationslinsen“ und „Die dunkle Seite des Universums“, Astronomia Ravensburg, 26.06., Gastaufenthalt am Astronomischen Observatorium Bologna, seit Juni 2009

Francesco Pace: Vortrag „Halo selection functions from simulations for lensing, SZ and X-rays detections“, SZE-Workshop, Bonn, 15. - 17.07.

Thomas Peters: AAS Meeting 213, 4. - 8.1., American Museum of Natural History, New York, 9.1. - 20.2., Arizona State University, Phoenix, 21.2. - 27.2., Vortrag „Ionization Feedback in Massive Star Formation“, Arizona State University, Phoenix, 23.2., Vortrag „Ionization Feedback in Massive Star Formation“, Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg, 1.7., Vortrag „Ionization Feedback in Massive Star Formation“, Universität Zürich, 8.12.

Stefan Schmeja: XXVII General Assembly of the IAU, Rio de Janeiro (Poster), Gemeinsame Jahrestagung der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft, Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft und Österreichischen Gesellschaft für Astronomie und Astrophysik, Innsbruck, 2.-4.9. (Poster), 82. Jahrestagung der Astronomischen Gesellschaft 2009, Potsdam, 21.-25.9. (Poster), International Workshop on Interstellar Matter and Star Formation - A Multi-Wavelength Perspective, Hyderabad, Indien, 5.-7.10. (eingeladener Übersichtsvortrag: „The structures of embedded clusters“), University of Kent, Canterbury, 28.01.: „What the Structures of Young Stellar Clusters Tell us About Star Formation“, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, MA, 22.06.: „The Structures of Embedded Clusters“, Urania Berlin, 10.12.: „Vom Werden und Vergehen der Sterne“

Rowan Smith: Vortrag auf dem CONSTELLATION Work Package 2 - Interim Meeting „The Birth and Influence of Massive Stars“ (Prag 14 - 17.9), Vortrag an der University of St-Andrews (13. - 18.11.)

Michael Scholz: Gastaufenthalte an der University of Sydney, Australien (21.03.-20.04., 30.10.-09.12.); Australian National University, Canberra, Australien (16.11.-17.11.)

Massimo Viola: Vortrag, DUEL-Winterkonferenz, Heidelberg, 14. - 16.01., DUEL-Workshop, Edinburgh, UK, 08. - 09.06., Francesco-Luchin-Sommerschule, Bertinoro, Italien, 24. - 29.05., DUEL-Sommerschule, Paris, 24.08. - 04.09., Transregio-Winterschule, Passo Tonale, Italien, 07. - 11.12.

### 6.3 Kooperationen

Neben den gemeinsamen Projekten, die im Abschnitt 4 (Wissenschaftliche Arbeiten) aufgeführt sind, ist das Institut am Transregio-Sonderforschungsbereich TRR 33 („The Dark Universe“), an der DFG-Forschergruppe 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“, und am Projekt „Formation of the First Stars“ der Landesstiftung Baden-Württemberg beteiligt.

## 7 Veröffentlichungen

### 7.1 In Zeitschriften und Büchern

Angrick C., Bartelmann M., Statistics of gravitational potential perturbations: A novel approach to deriving the X-ray temperature function, *A&A*, 494, 461 (2009)

Banerjee, R., Vázquez-Semadeni, E., Hennebelle, P., Klessen, R.S., Clump morphology and evolution in MHD simulations of molecular cloud formation, *MNRAS*, 398, 1082 (2009)

- Banerjee, R., Jets and Outflows from Collapsing Objects, Lecture Notes in Physics, Berlin Springer Verlag, 791, 201 (2009)
- Bartelmann M., Ruth Durrer: The cosmic microwave background, *GRGr*, 41, 1671 (2009)
- Berentzen, I., Preto, M., Berczik, P., Merritt, D., Spurzem, R., Binary black hole merger in galactic nuclei: post-Newtonian simulations, *ApJ*, 695, 455 (2009)
- Carbone C., Baccigalupi C., Bartelmann M., Matarrese S., Springel V., Lensed CMB temperature and polarization maps from the Millennium Simulation, *MNRAS*, 396, 668 (2009)
- Dubinski J., Berentzen I., Shlosman I., Anatomy of the bar instability in cuspy dark matter halos, *ApJ*, 697, 293 (2009)
- Fedeli C., Moscardini L., Bartelmann M., Observing the clustering properties of galaxy clusters in dynamical dark-energy cosmologies, *A&A*, 500, 667 (2009)
- Federrath, C., Klessen, R. S., Schmidt, W., The Fractal Density Structure in Supersonic Isothermal Turbulence: Solenoidal Versus Compressive Energy Injection, *ApJ*, 692, 364 (2009)
- Froebrich, D., Meusinger, H., Davis, C.J., Schmeja, S., UKIRT follow-up observations of the old open cluster FSR 0358 (Kirkpatrick 1). *MNRAS* **395** (2009), 1768–1774
- Gail, H.-P.: Dust Formation in Evolved Stars. In: *Interstellar Dust from Astronomical Observations to Fundamental Studies*, ed. E. Boulanger, C. Joblin, A. Jones and S. Madden. EAS Publ. Ser. 35, p. 173 (2009)
- Gail, H.-P., Zhukovska, S. V., Hoppe, P., Trieloff, M.: Stardust from Asymptotic Giant Branch Stars. *ApJ*, 698, 1136 (2009)
- Giocoli C., Pieri L., Tormen G., Moreno J., A merger tree with microsolar mass resolution: application to  $\gamma$ -ray emission from subhalo population, *MNRAS*, 395, 1620 (2009)
- Glover, S. C. O., Savin, D. W., Is  $H_3^+$  cooling ever important in primordial gas?, *MNRAS*, 393, 911 (2009)
- Gray, M.D., Wittkowski, M., Scholz, M., Humphreys, E.M.L., Ohnaka, K., Boboltz, D., SiO maser emission in Miras, *MNRAS*, 394, 51 (2009)
- Greif, T.H., Glover, S.C.O., Bromm, V., Klessen, R.S., Chemical mixing in smoothed particle hydrodynamics simulations, *MNRAS*, 392, 1381 (2009)
- Greif, T.H., Johnson, J.L., Klessen, R.S., Bromm, V., The observational signature of the first HII regions, *MNRAS*, 399, 639 (2009)
- Jappsen, A.-K., Klessen, R. S., Glover, S. C. O., Mac Low, M.-M., Star Formation at Very Low Metallicity. IV. Fragmentation does not Depend on Metallicity for Cold Initial Conditions, *ApJ*, 696, 1065 (2009)
- Jappsen, A.-K., Mac Low, M.-M., Glover, S. C. O., Klessen, R. S., Kitsionas S., Star Formation at Very Low Metallicity V. The Greater Importance of Initial Conditions Compared to Metallicity Thresholds, *ApJ*, 694, 1161 (2009)
- Kitsionas, S., Federrath, C., Klessen, R. S., Schmidt, W., Price, D. J., Dursi, L. J., Gritschneider, M., Walch, S., Piontek, R., Kim, J., Jappsen, A.-K., Cieliegielag, P., Mac Low, M.-M., Algorithmic comparisons of decaying, isothermal, supersonic turbulence, *A&A*, 508, 541 (2009)
- Lodders, K., Palme, H., Gail, H. P.: Abundances of the elements in the solar system. In: *Landolt-Börnstein, New Series, Group IV, Vol. 4.*, ed. J. E. Trümper. (Berlin: Springer), p. 560–599 (2009)
- Maier A., Iapichino L., Schmidt W., Niemeyer J. C., Adaptively Refined Large Eddy Simulations of a Galaxy Cluster: Turbulence Modeling and the Physics of the Intracluster Medium, *ApJ*, 707, 40 (2009)

- Maturi M., Mignone C., An optimal basis system for cosmology: data analysis and new parameterisation, *A&A*, 508, 45 (2009)
- Melchior P., Andrae R., Maturi M., Bartelmann M., Deconvolution with shapelets, *A&A*, 493, 727 (2009)
- Merten J., Cacciato M., Meneghetti M., Mignone C., Bartelmann M., Combining weak and strong cluster lensing: applications to simulations and MS 2137, *A&A*, 500, 681 (2009)
- Moreno J., Giocoli C., Sheth R. K., Dark matter halo creation in moving barrier models, *MNRAS*, 397, 299 (2009)
- Schleicher, D. R. G., Galli, D., Glover, S. C. O., Banerjee, R., Palla, F., Schneider, R., Klessen, R. S., The Influence of Magnetic Fields on the Thermodynamics of Primordial Star Formation, *ApJ*, 703, 109 (2009)
- Schleicher, D. R. G., Glover, S. C. O., Banerjee, R., Klessen, R. S., Cosmic constraints rule out s-wave annihilation of light dark matter, *Phys. Rev. D*, 79, 023515 (2009)
- Schmeja, S., Gouliermis, D.A., Klessen, R.S., The Clustering Behavior of Pre-Main-Sequence Stars in NGC 346 in the Small Magellanic Cloud. *ApJ*, 694, 367 (2009)
- Schmidt, W., Federrath, C., Hupp, M., Kern, S., Niemeyer, J. C., Numerical simulations of compressively driven interstellar turbulence. I. Isothermal gas, *A&A*, 494, 127 (2009)
- Smith, R.J., Clark, P.C., Bonnell, I.A., Fragmentation in molecular clouds and its connection to the IMF, *MNRAS*, 396, 830 (2009)
- Spurzem, R., Berentzen, I., Berczik, P., Merritt, D., Amaro-Seoane, P., Harfst, S., Guandris, A., Parallelization, special hardware and post-Newtonian dynamics in direct *N*-body simulations, *The Cambridge N-body Lectures, Lecture Notes in Physics* (Springer-Verlag Berlin Heidelberg), 760, 377 (2009)
- Tscharnuter, W. M., Schönke, J., Gail, H.-P., Tieloff, M., Lüttjohann, E.: Protostellar collapse: rotation and disk formation. *A&A*, 504, 109 (2009)
- Waizmann J.-C., Bartelmann M., Impact of early dark energy on the Planck SZ cluster sample, *A&A*, 493, 859 (2009)
- Woodruff, H.C., Ireland, M.J., Tuthill, P.G., Monnier, J.D., Bedding, T.R., Danchi, W.C., Scholz, M., Townes, C.H., Wood, P.R., The Keck aperture masking experiment: spectro-interferometry of 3 Mira variables from 1.1 to 3.8 $\mu$ -m, *ApJ*, 691, 1328 (2009)

## 7.2 Konferenzbeiträge

- Banerjee, R., Horn, S., Klessen, R.S., Jet Driven Turbulence?, *Protostellar Jets in Context*, eds. Tsinganos, K., Ray, T., & Stute, M., p. 421 (2009)
- Dubinski, J., Berentzen, I., Shlosman, I., Bars in cuspy halos, *Proceedings of the IAU, IAU Symposium 254*, 165 (2009)
- Gail, H.-P., Tieloff, M., Tscharnuter, W. M. Schönke, J., Lüttjohann, E.: Rapid Protostellar Collapse and the Origin of Calcium-Aluminium Rich Inclusions. *Meteoritics & Planetary Sci. Suppl.*, 72, 5218 (2009)
- Hoppe, P., Gail, H.-P., Zhukovska, S. V., Tieloff, M.: The Stellar Sources of Presolar Grains: Isotopic Evidence vs. Model Predictions for the Origin of Stardust in the ISM. *Meteoritics & Planetary Sci. Suppl.* 72, 5128 (2009)
- Karovicova, I., Wittkowski, M., Boboltz, D.A., Scholz, M., Coordinated AMBER and MIDI observations of the Mira variable RR Aql, *Proceeding of the 15th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun* (ed Stempels E.), *AIP Conf. Proc.*, 1094, p.981 (2009)

- Lee, D., Deane, A. E., Federrath, C., A New Multidimensional Unsplit MHD Solver in FLASH3, ASP Conference Series, 406, 243 (2009)
- Peters, T., Banerjee, R., Klessen, R. S. and Mac Low, M., Effects of Ionization Feedback in Massive Star Formation, BAAS, 213, 441.03 (2009)
- Preto, M., Berentzen, I., Berczik, P., Merritt, D., Spurzem, R., Merger of massive black holes using  $N$ -body simulations with post-Newtonian corrections, Journal of Physics: Conference Series, 154, pp.012049 (2009)
- Shu C., Fu L., Huang J.-S., Bartelmann M., Mellier Y., Star Forming Galaxies Lensed by A 370, ASPC, 408, 432 (2009)

### 7.3 Populärwissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen

- Bartelmann, M., Claus Kiefer: Der Quantenkosmos, SuW, 04 (2009)
- Klessen, R. S., Die Wiege der Sterne, Ruperto Carola, 2/09
- Ulmschneider, P.: Intelligent Life in the Universe. Principles and Requirements behind its Emergence, Japanische Ausgabe (Springer Verlag, Berlin, Heidelberg)

Prof. Dr. Ralf S. Klessen