

# Heidelberg

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

Albert-Ueberle-Str. 2, 69120 Heidelberg  
Telefon: (06221)544837, Telefax: (06221)544221  
E-Mail: [mbartelmann@ita.uni-heidelberg.de](mailto:mbartelmann@ita.uni-heidelberg.de)  
WWW: <http://www.ita.uni-heidelberg.de/>

### 0 Allgemeines

Das Berichtsjahr hat für das Institut wieder eine Reihe tiefgreifender Veränderungen mit sich gebracht. Die wichtigsten waren, dass es mit der Berufung von Prof. Wolfgang J. Duschl auf einen Lehrstuhl an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel einen langjährigen, sehr aktiven Mitarbeiter und seine Gruppe verloren hat, und dass Prof. Ralf S. Klessen auf eine W3-Professur an das Institut kam und sofort damit begann, eine Gruppe aufzubauen, die sich mit der numerischen Modellierung der Sternentstehung und mit stellardynamischen Fragen beschäftigt.

Natürlich begrüßen wir Prof. Duschls Berufung nach Kiel sehr sowohl als Ausdruck seines persönlichen Erfolgs als auch der hervorragenden Arbeit seiner Gruppe. Dennoch hinterlassen er und seine Mitarbeiter eine große Lücke am Institut, die sich erst in einiger Zeit schließen kann. Über ein Jahrzehnt lang hat er mit seiner Gruppe die Aktivitäten des ITA wesentlich geprägt und seine wissenschaftliche Orientierung maßgeblich mit beeinflusst, nicht zuletzt als Geschäftsführer und Sprecher des Sonderforschungsbereichs 439, „Galaxien im jungen Universum“. Wir wünschen ihm und seinen Mitstreitern einen guten Start und erfolgreiche Arbeit in Kiel!

Prof. Klessen bereichert mit seiner Gruppe seit April des Berichtsjahrs das wissenschaftliche und soziale Leben des Instituts. Er erweitert die Forschung zur Sternentstehung am Institut erheblich und hat sich darüber hinaus bereits mit allem Elan in die vielfältigen Aufgaben der Lehre und der Selbstverwaltung gestürzt. Er und seine Mitarbeiter bilden eine große und hoch willkommene Bereicherung nicht nur des ITA, sondern auch der gesamten Heidelberger Astronomie.

Durch seine Beteiligung an einigen großen Projekten hat sich das Institut auch 2006 gut weiter entwickelt. Neben dem weiter bestehenden Sonderforschungsbereich 439 beteiligt sich die Kosmologie-Gruppe am ITA am neu eingerichteten Transregio-Sonderforschungsbereich „The Dark Universe“, der unter der Federführung von Prof. Christof Wetterich am Heidelberger Institut für Theoretische Physik zusammen mit Gruppen in Bonn und München/Garching erfolgreich beantragt worden war. Darüber hinaus beteiligen sich Prof. Tscharnuter und Prof. Gail an der DFG-Forschergruppe „The Formation of Planets: The Critical First Growth Phase“, die ebenfalls bewilligt wurde und sich nun der Entstehung von Sternen und Planeten widmet. Darüber hinaus stellt die Kosmologie-Gruppe am ITA

einen Knoten eines europäischen RTN-Netzwerks dar, das ebenfalls im Berichtsjahr bewilligt wurde und Gruppen in Edinburgh, Leiden, Paris, Bonn, Heidelberg, München und Neapel verbindet.

Neben ihrer weiter bestehenden Beteiligung am Planck-Satellitenprojekt wird die Kosmologie-Gruppe auch bei der Vorbereitung des Satelliten „Dune“ mitarbeiten, der durch eine optische Mehrband-Himmelsdurchmusterung Daten liefern soll, deren Qualität dazu ausreichen kann, der Dunklen Energie auf die Spur zu kommen.

Unter wesentlicher Beteiligung des ITA gelang es der Heidelberger Fakultät für Physik und Astronomie, im Rahmen der Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder die Graduiertenschule „Heidelberg Graduate School on Fundamental Physics“ zu gewinnen, die nun aufgebaut wird. Sie wird die Graduiertenausbildung auch in Astronomie und Astrophysik erheblich reformieren, modernisieren und attraktiver gestalten.

Darüber hinaus kam innerhalb der Universität die Umstellung der Studienpläne auf das im Bologna-Prozess vorgesehene Bachelor-Master-System beinahe zum Abschluss. Wie auch der Studiengang Physik wurde der Studienplan für die Astronomie und Astrophysik gründlich überarbeitet. Unter anderem bietet er nun die Chance, das Astronomiestudium schon früh im Bachelor-Studiengang zu beginnen und es bis zum Master oder zur Promotion entsprechend zu vertiefen.

## 1 Personal und Ausstattung

### 1.1 Personalstand

#### *Direktoren und Professoren:*

Prof. Dr. Carlo Baccigalupi (DFG, Mercator-Gastprofessor, bis 31.08.) Prof. Dr. Matthias Bartelmann [-4817], Prof. Dr. Bodo Baschek [-4838] (Emeritus), apl. Prof. Dr. Wolfgang J. Duschl (bis 31.08.) apl. Prof. Dr. Hans-Peter Gail [-8982] (im Ruhestand seit 01.08.), Prof. Dr. Ralf S. Klessen [-8978] (seit 01.04.), Prof. Dr. Michael Scholz (im Ruhestand), Prof. Dr. Werner M. Tscharnutter [-4815], apl. Prof. Dr. Rainer Wehrse [-8973], Prof. Peter Ulmschneider (im Ruhestand)

#### *Wissenschaftliche Mitarbeiter:*

Dr. Robi Banerjee [-8975] (DFG, seit 01.06.), Dr. Markward Britsch (SFB 439, 16.11.–31.12., jetzt in Kiel), Dr. Paul C. Clark [-8974] (DFG, seit 12.06.), Dr. Tobias Illenseer (SFB 439, 20.12.–31.12., jetzt in Kiel), Dr. Ana M. Lopes [-8983] (ITA), Dr. Matteo Maturi [-8983] (TRR 33, seit 01.10.), Dr. Erik Meinköhn [-5449] (SFB 439, jetzt am Institut für Angewandte Mathematik/Numerik), Dr. Massimo Meneghetti [-8983] (ITA, bis 30.06.), Dr. Francesca Perrotta [-8987] (Humboldt-Stipendiatin, bis 31.08.)

#### *Doktoranden:*

Dipl.-Phys. Markward Britsch (SFB 439, bis 15.11.), Dipl.-Ing. Farid Gamgami [-6713] (SFB 439), Dott. Cosimo Fedeli [-4839] (SFB 439), Dipl.-Phys. Irina Golombek [-8987] (SFB 439), Dipl.-Phys. Thomas Greif [-4220] (ZAH, seit 01.10.), Dipl.-Phys. Dominikus Heinzeller (IMPRS), Dipl.-Phys. Ulrich Herbst [-6714] (DFG), Dipl.-Phys. Jan Hofmann (SFB 439, seit 01.06.), Dipl.-Phys. Hannes Horst (ESO), Dipl.-Phys. Tobias Illenseer (SFB 439, bis 20.12.), Dipl.-Phys. Gunter Kaliwoda [-6714], Dott. Matteo Maturi (DAAD, EA-RA, bis 03.04.), Dipl.-Phys. Peter Melchior [-4869] (TRR 33, seit 01.10.), Dott.a Claudia Mignone [-4839] (IMPRS), Dott. Francesco Pace [-6712] (DFG), Dipl.-Phys. Thomas Peters [-4220] (Erstausstattung Klessen, seit 01.10.), Dipl.-Phys. Ewald Puchwein [-6712] (DFG, SPP 1177), Dipl.-Phys. Gregor Seidel [-8986] (SFB 439), Dipl.-Phys. Alexandra Tachil (SFB 439, bis 31.12., jetzt in Kiel), Dipl.-Phys. Stefan Vehoff (ESO), Dipl.-Phys. Jean-Claude Waizmann [-8987] (TRR 33, seit 01.10.), Dipl.-Phys. Meng Xiang-Grük (SFB 439, 03.06.–30.09., jetzt an der Tsinghua-Universität, Beijing, VR China), Svitlana Zhukovska [-8988] (SFB 439), Dipl.-Phys. Emanuel Ziegler [-8986] (SFB 439)

*Diplomanden:*

Christian Angrick (seit 01.09.), Peter Erbach (seit 31.05.), Martin Feix (seit 15.01.), Christian Fritsch (bis 13.04.), Ronny Geisler (bis 31.10.), Peter Melchior (bis 01.06.), Meng Xiang-Grüß (bis 01.06.)

*Sekretariat und Verwaltung:*

Ellen Jensen [-4206] (SFB 439), Marianne Wolf [-4206] (ITA), Anna Zacheus [-4837] (ITA, SFB 439)

*Studentische Mitarbeiter:*

Jean Macher (ENS Lyon, 01.04.–31.07.), Katja Teichert, Nico Wintergerst

## 1.2 Personelle Veränderungen

Während seiner Mercator-Gastprofessur am ITA wurde Prof. Carlo Baccigalupi unbefristet beschäftigter assoziierter Professor bei SISSA (Triest, Italien). Prof. Matthias Bartelmann wurde mit Wirkung zum 01.10. zum Dekan der Fakultät für Physik und Astronomie gewählt und ernannt. Prof. Wolfgang J. Duschl wurde zum 01.09. zum Professor für Astrophysik an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und zum Direktor des dortigen Instituts für Theoretische Physik und Astrophysik ernannt. Er schied deshalb am 31.08. aus und trat von seinen Ämtern als Sprecher des SFB 439 (11.10.) und der IMPRS on Astronomy and Cosmic Physics (31.08.) zurück. Apl. Prof. Hans-Peter Gail ging zum 31.07. in den Ruhestand und arbeitet seitdem im Rahmen eines Werkvertrags weiter am Institut. Dr. Massimo Meneghetti gewann eine Dauerstelle als Ricercatore am Observatorium in Bologna. Das Diplom in Physik wurde an Meng Xiang-Grüß (01.06.), Ronny Geisler (31.10.), Christian Fritsch (13.04.) und Peter Melchior (01.06.) verliehen. Dipl.-Phys. Meng Xiang-Grüß schied zum 30.09. aus und ging mit einem DAAD-Stipendium an die Tsinghua-Universität, Beijing, VR China. Promoviert wurden Matteo Maturi (co-tutela mit der Universität Padua, 03.04.), Markward Britsch (15.11.) und Tobias Illenseer (20.12.).

*Ausgeschieden:*

Prof. Wolfgang J. Duschl schied mit Antritt seiner Professur an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel zum 31.08. aus. Infolge dessen schieden auch die Mitglieder seiner Gruppe Dr. Markward Britsch, Dr. Tobias Illenseer und Alexandra Tachil aus. Dr. Massimo Meneghetti schied zum 30.06. aus und trat seine Dauerstelle am Observatorium Bologna an. Nach Beendigung seiner Mercator-Gastprofessur bzw. ihres Humboldt-Stipendiums gingen Prof. Carlo Baccigalupi und Dr. Francesca Perrotta zurück nach SISSA (Triest).

*Neueinstellungen und Änderungen des Anstellungsverhältnisses:*

Prof. Dr. Ralf S. Klessen trat zum 01.04. seine W3-Professur am ITA an. Als Post-Doktoranden wurden Dr. Robi Banerjee (01.06.), Dr. Paul Clark (12.06.) und Dr. Matteo Maturi (01.10.) eingestellt. Als Doktoranden neu eingestellt wurden Dipl.-Phys. Thomas Greif (01.10.), Dipl.-Phys. Peter Melchior (01.10.), Dipl.-Phys. Thomas Peters (01.10.) und Dipl.-Phys. Jean-Claude Waizmann (01.10.).

## 2 Gäste

Lauro Moscardini, Universität Bologna (19.–24.06.); Oliver Zahn, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (29.05.–10.06.); Matias Zaldarriaga, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (07.06.–10.06.); Massimo Meneghetti, Observatorium Bologna (01.07.–31.08., 01.–14.10., 12.–15.12.); Assaf Horesh, Universität Tel-Aviv (10.12.–16.12.); Paul C. Clark, Universität St. Andrews (01.06.–09.06.); Simon C.O. Glover, AIP Potsdam (wiederholt); Spyros Kitsionas, AIP Potsdam (wiederholt); Giora Shaviv, Technion, Haifa (03.06.–27.09.); Fulvio Melia, Universität Arizona, Tucson (10.–20.05.); Shin Mineshige, Universität Kyoto (08.–19.05.);

### 3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

#### 3.1 Lehrtätigkeiten

Neben der üblichen Lehrtätigkeit in den Fächern Physik und Astronomie an der Universität Heidelberg wurden folgende auswärtige Vorlesungen gehalten:

M. Bartelmann: Vorlesungen über „Gravitational Lensing“ während der DPG-Sommerschule „Dark Matter and Dark Energy“, Bad Honnef (17.–18.07.); Vorlesungen über „Das kosmologische Standardmodell“ während der Herbstschule über Astro-Teilchenphysik, Obertrubach-Bärnfels (10.–12.10.); Vorlesungen „Introduction to Gravitational Lensing“ während der Herbstschule „Theory and Applications of Gravitational Lensing“, Acireale (Sizilien, 29.10.–01.11.);

R. Klessen: Vorlesung über „Dynamical Processes in the Interstellar Gas“ während der IMPRS Summer School 2006, „Physics of the Interstellar Medium“, Heidelberg (25.–29.09.);

#### 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 Astronomie.

#### 3.3 Gremientätigkeit

M. Bartelmann: Dekan der Fakultät für Physik und Astronomie (seit 01.10.); Mitglied der Berufungskommission für eine neu geschaffene W3-Professur am Astronomischen Recheninstitut; Mitglied des Promotionsausschusses der Fakultät für Physik und Astronomie (Vorsitzender seit 01.10.); Stellvertretender Sprecher des und Teilprojektleiter im SFB 439 („Galaxien im jungen Universum“); Teilprojektleiter im Transregio-Sonderforschungsbereich TRR 33 („The Dark Universe“); Node Coordinator im Europäischen RTN-Netzwerk „DUEL“; Mitglied im Direktorium der „Graduate School of Fundamental Physics“; Mitglied des erweiterten Direktoriums des Interdisziplinären Zentrums für Wissenschaftliches Rechnen der Universität Heidelberg (IWR); Co-Chair der Working Group 5 (Clusters and Secondary Anisotropies) des Planck-Satellitenkonsortiums; Co-Chair der Working Group „Strong Gravitational Lensing“ im Dune-Satellitenkonsortium; Vertreter des Rats Deutscher Sternwarten im Komitee für Astro-Teilchenphysik (KAT); Mitherausgeber der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“; Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat von „Einstein Online“; Mitglied im Kuratorium des „Physik Journal“;

W.J. Duschl: Sprecher des SFB 439 (bis 11.10.); Sprecher der International Max-Planck Research School on Astronomy and Astrophysics at the University of Heidelberg (IMPRS, bis 31.08.);

R. Klessen: Mitglied der Habilitationskommission, der Studentenauswahlkommission und der Auswahlkommission für den Otto-Haxel-Preis der Fakultät für Physik und Astronomie; Organisationskomitee der „Forward Look Initiative Computational Science in Europe“ der European Science Foundation; Komitee von „SPHERIC“ (ERCOFTAC Special Interest Group on Smoothed Particle Hydrodynamics);

W.M. Tscharnuter: Mitglied des erweiterten Direktoriums des Interdisziplinären Zentrums für Wissenschaftliches Rechnen der Universität Heidelberg (IWR);

R. Wehrse: Mitglied des erweiterten Direktoriums des Interdisziplinären Zentrums für Wissenschaftliches Rechnen der Universität Heidelberg (IWR);

### 4 Wissenschaftliche Arbeiten

#### 4.1 Stellare Astrophysik

Gamgami schloss die Entwicklung eines Lagrange-Codes mit implizierter Zeitintegration zur Untersuchung des  $\varepsilon$ -Mechanismus in massereichen Population-III-Sternen ab. Erste

ausgedehnte Testläufe ergaben, daß die instabilen Moden im nichtlinearen Bereich nicht global gedämpft werden, sondern zu einem Massenverlust führen, der eher eruptiv als gleichmäßig verläuft. Die für diese Untersuchungen notwendigen hydrostatischen Sternmodelle lieferte Straka (derzeit Porto/Portugal).

Herbst, Gail, Scholz, Straka (Porto) und Tscharnuter setzten die Untersuchung der AGB-Entwicklung von Population-III-Sternen kleiner und mittlerer Masse fort. Es ist mittlerweile gelungen, die Entwicklung eines extrem metallarmen  $5 M_{\odot}$ -Sterns über mehrere thermische Pulse hinweg auf dem AGB-Ast zu verfolgen. Damit ist eine gute Ausgangsbasis zur Beantwortung der Frage geschaffen, wie die Anreicherung des interstellaren Mediums mit schwereren Elementen und insbesondere die erste Staubbildung im Kosmos durch die allerersten Generationen von Sternen stattgefunden haben könnte.

Geisler und Duschl untersuchten die Bahnentwicklung eines engen, sehr massereichen Doppelsternsystems in Folge eines großen LBV-Ausbruchs sowie die daraus resultierende Masseverteilung der Ejekta in der Umgebung des Doppelsternsystems. Sie fanden, dass zwar die hohe Bahnexzentrizität von  $\eta$  Carinae so erklärt werden kann, nicht jedoch die Masseverteilung im Homunkulus.

Wehrse, Liebert und Cushing (Tucson) analysierten die Atmosphärenparameter und die Temperaturstruktur von M-Zwergen mithilfe von Infrarotdaten des Spitzer-Satelliten.

Scholz arbeitete über Rote Riesensterne, insbesondere die Analyse von Spektren und die Interpretation von interferometrischen Daten pulsierender Sterne, in Zusammenarbeit mit Ireland (Pasadena), McSaveney (Canberra, Melbourne), Ohnaka (Bonn), Tuthill (Sydney), Wittkowski (Garching), Wood (Canberra) und Woodruff (Sydney). Scholz entwickelte mit Ireland (Pasadena) und Wood (Canberra) neue dynamische Modelle für Mira-Variable unter Einbeziehung von Staub in hohen atmosphärischen Schichten.

Gail und Ferrarotti analysierten die synthetische Sternentwicklung auf dem Asymptotischen Riesenast (AGB), insbesondere im Hinblick auf Massenverlust und Staubproduktion in Abhängigkeit von der Metallizität. Gail und Trieloff (Heidelberg) modellierten die Entwicklung des Isotopenverhältnisses  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  in Kohlenstoff- und SiC-Staubteilchen aus AGB-Sternen und verglichen die Ergebnisse mit Messungen an präsolaren Staubteilchen. Den protostellaren Kollaps von Population-III-Sternen untersuchten Kaliwoda und Gail mithilfe von Sternentwicklungsprogrammen mit sphärischer Symmetrie und adaptivem Gitter.

## 4.2 Sternentstehung

Clark und Klessen untersuchten mithilfe numerischer Simulationsrechnungen zusammen mit Bonnell (St. Andrews) die Frage, ob die Fragmentation von Molekülwolken aufgrund der Gravitation der wichtigste Mechanismus sein kann, der stellare Massen bestimmt. Ihre Arbeit legt nahe, dass es keine Verbindung zwischen der beobachteten Massenfunktion von Verdichtungen und der initialen stellaren Massenfunktion gibt.

Mit Zinnecker (Potsdam) widmeten sich Clark und Klessen dem Sternentstehungsprozess in ungebundenen Molekülwolken mit SPH-Methoden. Sie fanden, dass die Verteilung stellarer Massen in solchen Wolken der gewöhnlichen initialen Massenfunktion nicht ähnelt, obwohl ausreichende Energie sehr niedrige Sternentstehungsraten verursachen kann.

Banerjee schloss zwei Projekte mit Pudritz (Hamilton) über die Entstehung massereicher Sterne ab. Außerdem begann er in Zusammenarbeit mit Klessen und Fendt (MPIA Heidelberg) damit, die Entstehung von Turbulenzen mit Jets und stellaren Ausflüssen in Molekülwolken zu untersuchen.

Greif und Klessen behandelten zusammen mit Bromm (Austin) die Ausbreitung von HII-Regionen der ersten Sterne im jungen Universum mit dem Ziel, den Einfluss der ersten Sterneneration auf die weitere Entwicklung des Universums zu verstehen.

Peters, Banerjee und Klessen studierten die Entstehung massereicher Sterne mit Hilfe von strahlungshydrodynamischen Simulationsrechnungen, die erklären sollen, welchen Einfluss ionisierende Strahlung auf die Endmasse des entstehenden Sternes nimmt.

Clark und Klessen untersuchten in Kollaboration mit Jappsen (Toronto) und Glover (Potsdam) das Fragmentationsverhalten von primordialem Gas in Halos aus dunkler Materie bei hoher Rotverschiebung.

Klessen analysierte mit Schmeja (Porto) und Froebrich (Kent) die statistischen Eigenschaften junger Sternhaufen.

In Zusammenarbeit mit Spaans (Groningen) und Jappsen (Toronto) wandte sich Klessen der Sternentstehung in Starburst-Galaxien zu. Mithilfe numerischer Simulationsrechnung konnte nachgewiesen werden, dass die speziellen Umgebungsbedingungen in typischen zirkumnuklearen Starburst-Regionen zu einer stellaren Massenverteilung führen, die im Vergleich zur Sonnenumgebung zu größeren Massen hin verschoben ist.

Klessen untersuchte mit Li (Cambridge, USA) und Mac Low (New York) den globalen Sternbildungsprozess in Scheibengalaxien. Numerische Simulationsrechnungen zeigen, dass das beobachtete Schmidt-Gesetz auf globale gravitative Instabilität zurückgeführt werden kann.

In einem gemeinsamen Projekt mit Jappsen (Toronto), Glover (Potsdam), und Mac Low (New York) studierte 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. Metalle spielen keine Rolle.

In einer Kollaboration mit Vázquez-Semadeni, Ballesteros-Paredes, Gomez, Gonzalez (Morelia) und Jappsen (Toronto) untersuchte Klessen den Sternbildungsprozess in kollidierenden Gasströmen. Lokal konvergente Ströme sind charakteristisch für Überschallturbulenz. Ihre Untersuchung ist wichtig, um Sternentstehung in der turbulenten interstellaren Materie zu verstehen.

### 4.3 Akkretionsscheiben

Britsch und Duschl untersuchten die Stabilität selbstgravitierender Akkretionsscheiben, insbesondere deren Zusammenhang mit dem Wachstum massereicher Schwarzer Löcher. Sie konnten zeigen, dass die gravitative Instabilität zu einer Viskosität führt, die formal der  $\beta$ -Viskosität entspricht.

Heinzeller und Duschl setzten ihre Arbeiten über die Rolle der Eddington-Grenze bei Akkretionsscheiben fort. Sie fanden heraus, dass für Scheibengeometrie zwar ein solches Limit existiert, dies aber je nach den Scheibenparametern stark vom klassischen (sphärischen) Fall abweichen kann. Eine zeitabhängige Modellierung von Eddington-limitierten Scheiben wurde begonnen.

Heinzeller begann, zusammen mit Mineshige (Kyoto) und Ohsuga (Tokio) die spektrale und die zweidimensionale Energieverteilung stark akkretierender Akkretionsscheiben zu modellieren.

Hofmann, Vehoff und Duschl führten ihre Arbeiten über die Vertikal-Struktur von Akkretionsscheiben mit einer verallgemeinerten Viskositäts-Parametrisierung weiter. Hofmann und Duschl untersuchten, darauf aufbauend, die zeitliche Entwicklung von Scheiben in protostellaren Systemen.

Tachil und Duschl arbeiteten an der Entwicklung eines der Scheiben-Geometrie angepassten Lösungsverfahrens für die Poisson-Gleichung zur Verwendung in zeitabhängigen Simulationen mit chemischer Entwicklung.

Gail untersuchte den Aufbau und die Entwicklung protostellarer Akkretionsscheiben. Gail und Tscharnuter arbeiteten zur Struktur und der zeitlichen Entwicklung protoplanetarer

Akkretionsscheiben, einschließlich der Chemie der Gasphase und der Staubkomponente sowie des Strahlungstransports. Im Zuge seiner Arbeiten zur Planetenentstehung widmete Gail 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.

Wehrse und Shaviv (Haifa) studierten den Einfluss vieler Spektrallinien und des durch sie verursachten Strahlungsdruckgradienten auf die Struktur von Akkretionsscheiben.

#### 4.4 Astrochemie

Die Chemie der Gasphase, den Verlauf von Kondensations-, Sublimations- und Verbrennungsprozessen sowie den Stoff- und Strahlungstransport in axialsymmetrischen protoplanetaren Akkretionsscheiben untersuchten Tscharnuter und Gail.

Gail untersuchte die chemische und mineralogische Entwicklung des Materials in protoplanetaren Akkretionsscheiben, während Gail zur Chemie der Gasphase in Akkretionsscheiben arbeitete. Der Staubbildung in Leuchtkräftigen Blauen Veränderlichen und WN-Sternen widmeten sich Ferrarotti und Gail unter Berücksichtigung der Chemie, des Sternwinds und des Strahlungstransports. Zur Physik und Chemie zirkumstellarer Staubhüllen arbeiteten Gail und Sedelmayer (Berlin), während Ferrarotti und Gail die Staubbildung von Sternen bei unterschiedlicher Metallizität, deren Chemie, den Einfluss des Sternwinds und des Strahlungstransports simulierten. Duschl, Gail, Kaliwoda, Mayer und Tachil entwickelten ein chemisches Netzwerk (aus H, D, He und Li) für die primordiale Gasmischung und wendeten es auf die Entwicklung primordialer Objekte an.

Gail und Zhukovska studierten die Staubbildung bei Sternen, insbesondere bei solchen mit kleiner Metallizität. Gail, Zhukovska, Spurzem und Berczik (ZAH) untersuchten die chemische Entwicklung von Galaxien und die Entstehung und Entwicklung der Staubkomponente im interstellaren Medium.

#### 4.5 (Magneto-)Hydrodynamik

Illenseer und Duschl entwickelten ein neues numerisches Verfahren zur Lösung von hydrodynamischen Problemen auf krummlinigen Gittern. Mit dessen Hilfe wurde die Dynamik von strahlungsgetriebenen Scheibenwinden in den Zentren von aktiven galaktischen Kernen untersucht.

Ziegler und Bartelmann entwarfen ein Verfahren für exakt divergenzfreie Magneto-Hydrodynamik innerhalb des SPH-Verfahrens. Dieses Verfahren wird nun implementiert und getestet.

#### 4.6 Strahlungstransport

Meinköhn und Wehrse arbeiteten zusammen mit Kanschäp (Heidelberg) und Wickramasinghe (Canberra) über die Modellierung des Strahlungstransports in mehrdimensionalen Medien. Die physikalischen Grundlagen und mathematischen Eigenschaften der Strahlungstransportgleichung analysierten Baschek und Wehrse in Zusammenarbeit mit von Waldenfels (Heidelberg). Graf, Baschek und Wehrse schließlich studierten die Modellierung vieler Spektrallinien in bewegten Medien und verallgemeinerte Opazitätsmittel mithilfe stochastischer Punktprozesse. Baschek und Wehrse untersuchten Modifikationen der Strahlungstransportgleichung (z.B. bei Abweichungen des Brechungsindex von eins), die zur Modellierung stellarer Strahlungsfelder im mittleren und fernen Infrarot notwendig sind.

Mit Wickramasinghe (Canberra) und Davé (Tucson) simulierte Wehrse die Ausbreitung ionisierender Strahlung der ersten Sternengeneration. Mit Hilfe eines Poisson-Punkt-Prozesses modellierten Graf und Wehrse zusammen mit von Waldenfels (Heidelberg) den Lyman- $\alpha$ -Wald.

Zusammen mit Wickramasinghe (Canberra) und Davé (Tucson) simulierte Wehrse die Ausbreitung ionisierender Strahlung der ersten Generation von Sternen. Meinköhn, Shaviv (Haifa) und Wehrse zeigten, dass Lyman- $\alpha$ -Profile, die von Halos im frühen Universum hervorgerufen werden, als Ausdruck der Bewegung innerer Quellen wie etwa junge Galaxien oder aktive Galaxienkerne verstanden werden können, und dass Mikroturbulenz mit hohen Überschallgeschwindigkeiten nicht erforderlich ist.

#### 4.7 Galaxien

Horst und Duschl führten, in Zusammenarbeit mit Smette (ESO), Gandhi (Cambridge, UK), Hoenig, Beckert und Weigelt (Bonn), ihre Arbeiten über den physikalischen Torus des obskurierenden Torus in AGN sowohl mit Beobachtungen als auch dreidimensionaler Strahlungstransport-Modellierung fort.

Horst untersuchte zusammen mit Schmidtbreick, Saviane und Lidman (ESO), sowie Tappert (Santiago) die physikalischen Eigenschaften der ursprünglich als Kataklysmischen Variablen falsch klassifizierten kompakten Galaxie TV Ret und fanden als wahrscheinlichsten Grund für den Ausbruch von 1977 eine sehr helle Supernova.

Duschl führte mit Strittmatter (Tucson), Hasinger und Komossa (Garching) und Burkert (München) die Arbeiten zur Kosmogonie sehr massereicher Schwarzer Löcher in galaktischen Zentren fort. Sie untersuchten dabei insbesondere das Wachstum der Schwarzen Löcher durch Akkretion sowie die Rolle von Galaxien-Wechselwirkungen, Galaxien-Verschmelzungen und von Schwarz-Loch-Paaren.

Xiang-Grüß und Duschl setzten, zusammen mit Lou (Beijing) ihre Arbeiten zur großräumigen Strukturbildung und -entwicklung in Spiralgalaxien fort.

Duschl führte, zusammen mit Komossa, Voges, Adorf, Lemson (Garching), Xu (Beijing), Mathur (Columbus) und Grupe (University Park) eine erste systematische Untersuchung der Eigenschaften radio-lauter Narrow-Line-Seyfert-I-Galaxien durch.

In Zusammenarbeit mit Meyer, Eckart, Schödel (Köln) sowie Dovčiak, Karas und Mužić (Prag) untersuchte Duschl die IR- und Röntgenflares im Galaktischen Zentrum und entwickelte ein Modell für diese Ausbrüche.

Duschl und Strittmatter (Tucson) setzten ihre Arbeiten zum Wachstum Schwarzer Löcher in den Zentren von Galaxien fort.

Gail, Spurzem und Berczik (ZAH) studierten die dynamische Entwicklung von Gas und Sternen in jungen Galaxien.

#### 4.8 Kosmologie

Meneghetti, Pace und Bartelmann verwendeten zusammen mit Argazzi, Moscardini (Bologna), Dolag (Garching), Li (Shanghai) und Oguri (Princeton) numerische Simulationen von Galaxienhaufen, um im Detail zu untersuchen, welchen Einfluss Aymmetrien und Substrukturen in der Massenverteilung auf den starken Gravitationslinseneffekt von Galaxienhaufen haben.

Meneghetti und Bartelmann setzten gemeinsam mit Frenk und Jenkins (Durham) ihre Untersuchung an numerisch simulierten Galaxienhaufen fort, wie zuverlässig das zentrale Dichteprofil der Haufen durch Kombination radial und tangential verzerrter großer Bögen bestimmt werden kann. Mithilfe detaillierte Statistik zeigten sie, dass auch moderate Abweichung von axialer Symmetrie für zuverlässige Ergebnisse berücksichtigt werden müssen.

Seidel und Bartelmann setzten die Entwicklung eines schnellen und zuverlässigen Algorithmus fort, der zur automatischen Erkennung und Klassifizierung von Bögen geeignet ist. Zusammen mit Horesh und Maoz (Tel Aviv) wurde die Bestimmung der Morphologie so detektierter Bögen untersucht. In einer gemeinsamen Untersuchung mit Erben (Bonn) erwies sich der Algorithmus als hervorragend geeignet, lineare Strukturen wie etwa Satellitenspuren automatisch zu finden und zu maskieren.

Melchior, Meneghetti, Maturi und Bartelmann führen fort, die Shapelet-Analyse der Scheerung und der Flexion durch die Gravitationslinsenabbildung weiter zu entwickeln. Sie wiesen auf systematische Effekte hin und entwickelten Korrekturen dafür. Meneghetti und Melchior verwendeten die Shapelet-Entwicklung zur realistischen Simulation der Gravitationslinsenabbildung von Galaxien. Solche Simulationen werden von Seidel und Horesh (Tel Aviv) verwendet, um Methoden zur automatischen Detektion von Bögen zu kalibrieren.

Fedeli und Bartelmann wandten ihre neue, halb-analytische Methode, die Effizienz des starken Gravitationslinseneffekts von Galaxienhaufen zu berechnen, auf verschiedene kosmologische Modelle mit dynamischer dunkler Energie an. Sie zeigten, dass sich in solchen Modellen die Wahrscheinlichkeit für stark verzerrte Bilder erheblich gegenüber Modellen mit kosmologischer Konstante erhöht.

Darüber hinaus verwendeten Fedeli und Bartelmann analytisch konstruierte Verschmelzungsbäume, um systematische Effekte in der Auswahl von Galaxienhaufen mithilfe ihrer Röntgenemission bzw. aufgrund ihres starken Gravitationslinseneffekts zu quantifizieren.

Erbach arbeitete mit Meneghetti und Bartelmann daran, den Einfluss von Substrukturen in Galaxienhaufen auf die Morphologie großer Bögen zu beschreiben.

Mignone und Cacciato (MPIA Heidelberg) wandten die Methode zur Rekonstruktion von Galaxienhaufen aufgrund kombinierter schwacher und starker Gravitationslinseneffekte auf Beobachtungsdaten an, die vorher von Cacciato und anderen entwickelt worden war.

Zusammen mit Fedeli und Bartelmann setzte Feix seine Untersuchungen des Gravitationslinseneffekts in Bekensteins relativistisch invarianter Theorie der modifizierten Newtonschen Dynamik fort. Insbesondere entwickelten sie ein iteratives Verfahren zur numerischen Lösung der dabei auftretenden nichtlinearen Poissongleichung und wandten sie auf asymmetrische Testfälle an.

Zusammen mit Li, Mao, Jing und Kang (Shanghai) untersuchte Bartelmann den Einfluss verschiedener Algorithmen zur notwendigen Glättung simulierter Teilchenverteilungen auf hochaufgelöste numerische Simulationen des starken Linseneffekts in Galaxienhaufen. Es stellte sich insbesondere heraus, dass kohärente Teilchenströme die Struktur der Kaustiken verändern können.

Zusammen mit Schirmer (La Palma) und Moscardini (Bologna) wandten Maturi, Meneghetti (jetzt Bologna) und Bartelmann ihren neu entwickelten linearen Filter zur Detektion des Gravitationslinsensignals auf die Daten des „Garching-Bonn Deep Survey“ an, überprüften die Anzahl und Signifikanz früher behaupteter Entdeckungen und revidierten diese Ergebnisse.

Pace, Maturi, Bartelmann und Meneghetti wandten verschiedene lineare Filter zur Detektion dunkler Halos auf simulierte Karten des schwachen kosmischen Linseneffekts an. Sie untersuchten die Zuverlässigkeit solcher Detektionen durch Vergleich mit der Halopopulation in den Simulationen. Der von Maturi und anderen entwickelte Filter erwies sich als stabiler und statistisch zuverlässiger als andere. Diese Studie wird jetzt durch Filter erweitert, die die Röntgenemission bzw. den Sunyaev-Zel'dovich-Effekt ausreichend massereicher Halos mit berücksichtigt.

Pace und Bartelmann setzten in Zusammenarbeit mit Doran und Wetterich (ITP Heidelberg) die Analyse numerischer Simulationen der großräumigen Verteilung dunkler Materie in kosmologischen Modellen mit früher dunkler Energie fort.

Zusammen mit Dolag, Springel, Waelkens und Enßlin (Garching) untersuchte Maturi den Rees-Sciama-Effekt des lokalen Universums anhand einer hydrodynamischen Simulation unter geeigneten Zwangsbedingungen. Sie verwendeten einen linearen, angepassten Filter und fanden eine Amplitude, die nicht ausreicht, um die mögliche gemeinsame Ausrichtung des Quadru- und des Oktupols der Temperaturschwankungen im CMB zu erklären.

Waelkens und Enßlin (MPA) betrachteten mit Maturi den kinetischen Sunyaev-Zel'dovich-Effekt der Milchstraße, der sich als dominant gegenüber dem thermischen SZ-Effekt herausstellte. Sie zeigten, dass der Effekt bisher vernachlässigbar ist, produzierten aber Karten zur genaueren Analyse künftiger Daten.

Maturi schlug gemeinsam mit Enßlin (MPA), Hernández-Monteagudo und Rubiño-Martín eine Beobachtungsstrategie vor, den Rees-Sciama-Effekt von Galaxienhaufen abzuschätzen. Sie zeigten, dass künftige Teleskope wie ACT, SPT oder ALMA das Signal anhand von etwa 1000 verschmelzenden Galaxienhaufen entdecken können.

Puchwein und Bartelmann setzten ihre Arbeit an einer Methode fort, die die Rekonstruktion der dreidimensionalen Gas- und Materieverteilung in Galaxienhaufen durch Kombination von Röntgen-, thermischen Sunyaev-Zel'dovich- und Linsendaten erlaubt. Anhand von Simulationen von Dolag (Garching) entwickelten sie einen Algorithmus, der das hydrostatische Gleichgewicht in Galaxienhaufen zu testen erlaubt.

Golombek und Bartelmann setzten in Zusammenarbeit mit Pfrommer (Toronto), Dolag, Springel und Enßlin (Garching) ihre Simulation der Radioleuchtkraft von Galaxienhaufen aufgrund der Synchrotronemission durch sekundäre, relativistische Elektronen fort, die infolge hadronischer Zerfälle entstehen.

Angrick und Bartelmann begannen damit, die Statistik von Strukturen in einem Gravitationspotential zu studieren, das als Gaußsches Zufallsfeld beschrieben werden kann.

Mignone und Bartelmann entwickelten eine Methode, die kosmische Expansionsfunktion durch Kombination verschiedener kosmologischer Datensätze zu modellunabhängig zu rekonstruieren. Bisher wandten sie die Methode auf Daten des Supernova Legacy Survey an. Mit der Kombination mit dem schwachen kosmischen Linseneffekt wurde begonnen.

Mignone und Maturi begannen, die Hauptkomponentenanalyse auf die rekonstruierte kosmische Expansionsrate anzuwenden, um Abweichungen vom Expansionsverhalten eines kosmologischen Modells mit kosmologischer Konstante zu quantifizieren.

Baccigalupi, Perrotta und Bartelmann untersuchten zusammen mit Macher (ITA und ENS Lyon) sowie Pettorino (ITP Heidelberg und SISSA Triest) die nichtlineare Strukturbildung in solchen kosmologischen Modellen, in denen dunkle Materie und dunkle Energie nicht-minimal aneinander oder an die Gravitation gekoppelt sind.

Außerdem entwickelten Baccigalupi und Perrotta Algorithmen für die Analyse von CMB-Daten wie etwa von Planck oder anderen Instrumenten. Insbesondere studierten sie Techniken zur Trennung zwischen dem CMB und Vordergrundkomponenten.

Hofmann, Bartelmann und Duschl begannen ein Projekt zur Untersuchung der Abhängigkeit der zeitlichen Entwicklung der Quasar- und AGN-Dichte vom Verlauf einer zeitlich variablen frühen dunklen Energie.

## 5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

### 5.1 Diplomarbeiten

*Abgeschlossen:*

Fritsch, Christian: „Markoffs Methode und ihre Anwendung auf den Gravitationslinseneffekt“;

Geisler, Ronny: „Der gravitative Einfluss eines Begleitsterns auf LBV-Nebel“;

Melchior, Peter: „Shapelets reloaded and flexion revolutions“;

Xiang-Grüß, Meng : „Dreidimensionale Gas- und Staubverteilung im Galaktischen Zentrum“.

*Laufend:*

- Angrick, Christian: Statistik der Strukturen im kosmischen Gravitationspotential;  
 Erbach, Peter: Einfluss von Substrukturen auf den starken Gravitationslinseneffekt in Galaxienhaufen;  
 Feix, Martin: Gravitationslinseneffekte in Bekensteins Tensor-Vektor-Skalar-Theorie;  
 Merten, Julian: Rekonstruktion von Galaxienhaufen durch Kombination der schwachen und starken Linseneffekte.

## 5.2 Dissertationen

*Abgeschlossen:*

- Britsch, Markward: Gravitational instability and fragmentation of self-gravitating accretion disks;  
 Illenseer, Tobias: Hochauflösende Verfahren zur numerischen Berechnung strahlungsgetriebener Scheibenwinde;  
 Maturi, Matteo: „Probing Galaxy Clusters via Background Radiation“ (co-tutela zwischen den Universitäten Padua und Heidelberg).

*Laufend:*

- Fedeli, Cosimo: Einschränkungen kosmologischer Modelle aufgrund der Statistik starker Linseneffekte in Galaxienhaufen;  
 Gamgami, Farid: Das Stabilitätsverhalten massereicher Population-III-Sterne;  
 Golombek, Irina: Simulation der Synchrotronemission in Galaxienhaufen aufgrund relativistischer Sekundärelektronen aus hadronischen Zerfallsmodellen;  
 Graf, Christian: Statistische Behandlung der Parameter von Spektrallinien und resultierende Erwartungswerte des Strahlungsstroms und der Strahlungsbeschleunigung;  
 Greif, Thomas: Sternentstehung im frühen Universum;  
 Heinzeller, Dominikus: Massen- und Energiebilanz in Akkretionsscheiben;  
 Herbst, Ulrich: Untersuchungen zur zeitabhängigen Staubbildung in AGB-Sternen;  
 Horst, Hannes: Die Physik von Typ-II-AGN – Beobachtung und Modellierung;  
 Kaliwoda, Gunter: Chemie beim protostellaren Kollaps in metallarmen Objekten;  
 Melchior, Peter: Messung kosmischer Gravitationslinseneffekte mithilfe von Shapelets und theoretische Interpretation;  
 Mignone, Claudia: Einschränkungen der kosmischen Ausdehnungsrate durch gemeinsame Analyse verschiedener Datensätze;  
 Pace, Francesco: Der schwache Gravitationslinseneffekt in kosmologischen Modellen mit dynamischer dunkler Energie;  
 Peters, Thomas: Entstehung massereicher Sterne;  
 Puchwein, Ewald: Gemeinsame Analysen des Gravitationslinsen- und thermischen Sunyaev-Zel'dovich-Effekts sowie der Röntgenemission von Galaxienhaufen;  
 Seidel, Gregor: Automatische Entdeckung von starken Linseneffekten in Weitwinkel-aufnahmen;  
 Tachil, Alexandra: Zeitliche Entwicklung von Population-III-Akkretionsscheiben;  
 Vehoff, Stefan: Interferometrische Beobachtungen und Modellierung Protoplanetarer Scheiben;  
 Waizmann, Jean-Claude: Einfluss früher Dunkler Energie auf die Statistik des thermischen Sunyaev-Zel'dovich-Signals von Galaxienhaufen;

Zhukovska, Svitlana: Dust formation by stars and evolution of interstellar dust at low metallicities;

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

## 6 Tagungen, Projekte am Institut und Beobachtungszeiten

### 6.1 Projekte und Kooperationen mit anderen Instituten

(Siehe Abschnitt 4, Wissenschaftliche Arbeiten)

### 6.2 Beobachtungszeiten

H. Horst, W.J. Duschl mit A. Smette (ESO) und P. Gandhi (Cambridge, UK): The origin of the scatter in the AGN mid-IR to hard X-ray relation. 15 Std. VISIR (ESO 077.B-0137)

H. Horst mit C. Blundell, Schmidtobreick, Foellmi und A. Smette (ESO): Sub-orbital-period resolution spectroscopy of SS 433 in the near-IR. 11.25 Std. UIST (UKIRT/06A/43)

H. Horst, W.J. Duschl mit S. Hönig, T. Beckert, G. Weigelt (MPIfR), P. Gandhi und A. Smette (ESO): Modeling the NIR and MIR SED of dusty tori in nearby Seyfert 2 AGN. 21 Std. VISIR, 2 Std. on NACO (ESO 078.B-0303)

## 7 Auswärtige Tätigkeiten

### 7.1 Nationale und internationale Tagungen

M. Bartelmann: Organisation (mit C. Wetterich, Heidelberg, und Y. Mellier, Paris) der DPG-Schule „Dark Matter and Dark Energy“, Bad Honnef (16.–21.07.); Mitglied in den Scientific Advisory Committees der Konferenzen „Sesto 2007 – Tracing Cosmic Evolution with Galaxy Clusters: 6 years later“, Sesto Pusteria (25.–29.06.2007), „Galaxy Growth in a Dark Universe“, Heidelberg (16.–20.07.2007), „From giant arcs to CMB lensing: 20 years of gravitational distortion“, Paris, (02.–06.07.2007) und „Cosmic Matter“, Würzburg (25.–28.09.2007);

W.J. Duschl: Mitglied des Steering Committee der DFG-NSF Research Conference „Advanced Photonics in Astrophysics“, Washington, DC, USA, (10.06.–12.06.2007);

R. Klessen: Organisation des Workshops „Forward Look on European Computational Science: Astrophysical Aspects“, unterstützt durch die ESF, Heidelberg (01.12.–02.12.); Mitorganisation des Workshops „EPoS 2006: The Early Phase of Star Formation“, Schloss Ringberg (28.08.–01.09.) und der Joint Discussion „Modelling Dense Stellar Systems“, IAU Generalversammlung, Prag (22.08.–23.08.);

### 7.2 Vorträge und Gastaufenthalte

M. Bartelmann: Kolloquiumsvorträge: „Nonlinear Structure Formation in Cosmologies with Early Dark Energy“. IoA Cambridge (23.02.); „Early dark energy and late structure formation“. UC Berkeley (16.03.); „Early dark energy and late structure formation“. Lawrence-Livermore National Laboratory, Livermore (17.03.); „Kosmischer Schall läutet für den Nobelpreis“. Universität Würzburg (18.12.); eingeladene Übersichtsvorträge: „The cosmological standard model“. Sommerschule des DFG-Schwerpunktprogramms 1177, Bad Honnef (04.07.); „Dunkle Strukturen im Dunklen Universum“. Heraeus-Lehrerseminar, Bremen (27.09.); „Moderne Vorstellungen vom Urknall“. 1. Dillinger Physiktage, Dillingen (30.09.); „Observational Probes of Dark Energy“. Workshop des TRR 33, Heidelberg (07.11.); Gastaufenthalt am Institute for Advanced Study, Princeton (11.–15.03.);

M. Britsch: EARA-Gastaufenthalt am Institute of Astronomy, University of Cambridge, UK (Januar bis April);

P.C. Clark: Universität St. Andrews, Schottland (18.–26.11.);

W. J. Duschl: wiederholte Gastaufenthalte am Steward Observatory, The University of Arizona, Tucson, AZ, USA;

C. Fedeli: Gastaufenthalte an der Universität Bologna (06.–12.03., 01.10.–22.12.); Vortrag „Arc statistics in cosmological models with early dark energy“. Universität Bologna (13.12.); Teilnahme an der „Scuola Nazionale di Astrofisica“, Bertinoro, Italien (07.–12.05.) und an der DPG-Schule „Dark Matter and Dark Energy“, Bad Honnef (16.–21.07.);

H.-P. Gail: Workshop „Dust from fundamental studies to astronomical observations“, Les Houches (30.05.–05.06.), dabei Übersichtsvortrag „Dust formation in evolved stars and supernovae“; Kolloquiumsvortrag „Dust formation by AGB stars“. Institut für Astronomie Wien (12.06.); Workshop „Silicon-based dust“, Übersichtsvortrag „What is needed from the laboratories“, Jena (07.07.);

C. Mignone: Teilnahme an der „Scuola Nazionale di Astrofisica“, Bertinoro, Italien (07.–12.05.); an der DPG-Schule „Dark Matter and Dark Energy“, Bad Honnef (16.–21.07.); der „IMPRS School on the Interstellar medium“, Heidelberg (25.–29.09.); an der Konferenz „Key approaches to dark energy“, Barcelona (07.–14.08.);

M. Scholz: Gastaufenthalte an der University of Sydney, Australien (06.03.–15.04., 16.06.–04.07., 20.10.–02.12.); an der Australian National University, Canberra, Australien (21.–23.03.);

R. Klessen: Winterschule in Jerusalem „Lives of Low-Mass Stars and their Planetary Systems“ (26.12.2006–06.01.2007); Plenarvortrag während der Frühjahrstagung „Physik der Sternentstehung“ der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Augsburg (27.–30.03.); Kolloquiumsvorträge an der Universität Heidelberg (28.04.), am Kapteyn-Instituut Groningen (22.05.), an der Universität Konstanz (31.09.), der International University Bremen (08.11.) und an der Universität Basel (29.11.);

R. Wehrse: Gastaufenthalte an der Australian National University, School of Mathematical Sciences, Canberra (12.–21.03., 14.–29.12.);

U. Herbst: Gastaufenthalt am Department of Astronomy, Yale University (13.–24.02.);

W.J. Duschl: Physikalisches Kolloquium, Greifswald (01.06.);

H. Horst: Gastaufenthalte am MPIfR Bonn (24.07.) und am Institut für Astronomie, Universität Wien, Österreich (02.09.);

### 7.3 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-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“) und am Europäischen RTN-Netzwerk „DUEL“ beteiligt.

## 8 Veröffentlichungen

### 8.1 In Zeitschriften und Büchern

Acquaviva, V., C. Baccigalupi: Dark energy records in lensed cosmic microwave background. **Phys. Rev. D** 74 (2006) 103510

Ballesteros-Paredes, J., A. Gazol-Patino, J. Kim, R.S. Klessen, A.-K. Jappsen, E. Tejero: Mass Spectra of Turbulent Molecular Cloud Cores and the Relation to the Stellar Initial Mass Function. **Astrophys. J.** 637 (2006) 384

- Banerjee, R., R.E. Pudritz, D.W. Anderson: Supersonic turbulence, filamentary accretion, and the rapid assembly of massive stars and disks. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 373 (2006) 1091
- Bartelmann, M., M. Doran, C. Wetterich: Non-linear structure formation in cosmologies with early dark energy. **Astron. Astrophys.** 454 (2006) 27
- Bonaldi, A., L. Bedini, E. Salerno, C. Baccigalupi, G. de Zotti: Estimating the spectral indices of correlated astrophysical foregrounds by a second-order statistical approach. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 373 (2006) 271
- Cacciato, M., M. Bartelmann, M. Meneghetti, L. Moscardini: Combining weak and strong lensing in cluster potential reconstruction. **Astron. Astrophys.** 458 (2006) 349
- Carbone, C., C. Baccigalupi, S. Matarrese: Stochastic gravitational wave background from cold dark matter halos. **Phys. Rev. D** 73 (2006) 063503
- Comerford, J.M., M. Meneghetti, M. Bartelmann, M. Schirmer: Mass Distributions of Hubble Space Telescope Galaxy Clusters from Gravitational Arcs. **Astrophys. J.** 642 (2006) 39
- Dolag, K., M. Meneghetti, L. Moscardini, R. Rasia, A. Bonaldi: Simulating the physical properties of dark matter and gas inside the cosmic web. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 370 (2006) 656
- Duschl W.J., M. Britsch: A Gravitational Instability-Driven Viscosity in Self-Gravitating Accretion Disks. **Astrophys. J., Lett.** 653 (2006) L89
- Eriksen, H.K., C. Dickinson, C.R. Lawrence, C. Baccigalupi, A.J. Banday, K.M. Górski, F.K. Hansen, P.B. Lilje, E. Pierpaoli, M.D. Seiffert, K.M. Smith, K. Vanderlinde: Cosmic Microwave Background Component Separation by Parameter Estimation. **Astrophys. J.** 641 (2006) 665
- Fedeli, C., M. Meneghetti, M. Bartelmann, K. Dolag, L. Moscardini: A fast method for computing strong-lensing cross sections: application to merging clusters. **Astron. Astrophys.** 447 (2006) 419
- Ferrarotti, A.S., H.-P. Gail: Composition and quantities of dust produced by AGB-stars and returned to the interstellar medium. **Astron. Astrophys.** 447 (2006) 553
- Froeberich, D., S. Schmeja, M.D. Smith, R.S. Klessen: Evolution of Class-0 Protostars: Models versus Observations. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 368 (2006) 435
- Golombek, I., M. Bartelmann, T. Enßlin, M. Jubelgas, C. Pfrommer, V. Springel: Radio emission of galaxy clusters. **Astron. Nachr.** 327 (2006) 569
- Heinzeller D., S. Mineshige, K. Ohsuga: Spectral Energy Distribution Of Super-Eddington Flows. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 372 (2006) 1208
- Horst H., A. Smette, P. Gandhi, W.J. Duschl: The small dispersion of the mid IR – hard X-ray correlation in active galactic nuclei. **Astron. Astrophys.** 457 (2006) L17
- Ireland, M.J., M. Scholz: Observable effects of dust formation in dynamic atmospheres of M-type Mira variables. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 367 (2006) 1585
- Komossa S., W. Voges, D. Xu, S. Mathur, H.-M. Adorf, G. Lemson, W.J. Duschl, D. Grupe: Radio-loud Narrow-Line Type 1 Quasars. **Astron. J.** 132 (2006) 531
- Li, G.-L., S. Mao, Y.-P. Jing, X. Kang, M. Bartelmann: Smoothing Algorithms and High-Order Singularities in Gravitational Lensing. **Astrophys. J.** 652 (2006) 43
- Li, Y., M.-M. Mac Low, R.S. Klessen: Star Formation in Isolated Disk Galaxies. II. Schmidt Laws and Star Formation Efficiency. **Astrophys. J.** 639 (2006) 879
- Maio, U., K. Dolag, M. Meneghetti, L. Moscardini, N. Yoshida, C. Baccigalupi, M. Bartelmann, F. Perrotta: Early structure formation in quintessence models and its implications for cosmic reionization from first stars. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 373

(2006) 869

- Meyer L., A. Eckart, R. Schödel, W.J. Duschl, M. Dovčiak, V. Karas: A two component hot spot/ring model for the NIR flares of Sagittarius A\*. **J. Phys. Conf. Ser.** 54.1 (2006) 443
- Meyer L., A. Eckart, R. Schödel, W.J. Duschl, K. Mužić, M. Dovčiak, V. Karas: Near-infrared polarimetry setting constraints on the orbiting spot model for Sgr A\* flares. **Astron. Astrophys.** 460 (2006) 15
- Meyer L., R. Schödel, A. Eckart, V. Karas, M. Dovčiak, W.J. Duschl: K-band polarimetry of an Sgr A\* flare with a clear sub-flare structure. **Astron. Astrophys.** 458 (2006) L25
- Ohnaka, K., M. Scholz, P.R. Wood: Comparison of dynamical model atmospheres of Mira variables with mid-infrared interferometric and spectroscopic observations. **Astron. Astrophys.** 446 (2006) 1119
- Puchwein, E., M. Bartelmann: Three-dimensional reconstruction of the intra-cluster medium. **Astron. Astrophys.** 455 (2006) 791
- Reinecke, M., K. Dolag, R.M. Hell, M. Bartelmann, T.A. Enßlin: A simulation pipeline for the Planck mission. **Astron. Astrophys.** 445 (2006) 373
- Schäfer, B.M., M. Bartelmann: Weak lensing in the second post-Newtonian approximation: gravitomagnetic potentials and the integrated Sachs-Wolfe effect. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 369 (2006) 425
- Schäfer, B.M., C. Pfrommer, M. Bartelmann, V. Springel, L. Hernquist: Detecting Sunyaev-Zel'dovich clusters with Planck - I. Construction of all-sky thermal and kinetic SZ maps. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 370 (2006) 1309
- Schäfer, B.M., C. Pfrommer, R.M. Hell, M. Bartelmann: Detecting Sunyaev-Zel'dovich clusters with Planck - II. Foreground components and optimized filtering schemes. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 370 (2006) 1713
- Schmeja, S., R.S. Klessen: Evolving Structures of Star-Forming Clusters. **Astron. Astrophys.** 449 (2006) 151
- Stivoli, F., C. Baccigalupi, D. Maino, R. Stompor: Separating polarized cosmological and galactic emissions for cosmic microwave background B-mode polarization experiments. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 372 (2006) 615
- Wehrse, R., W. Kalkofen: Advances in Radiative Transfer. **Astron. Astrophys. Rev.** 13 (2006) 3
- Yang, X., H.-J. Mo, F.C. van den Bosch, Y.P. Jing, S.M. Weinmann, M. Meneghetti: Weak lensing by galaxies in groups and clusters - I. Theoretical expectations. **Mon. Not. R. Astron. Soc.** 373 (2006) 1159
- Ziegler, E., K. Dolag, M. Bartelmann: Divergence cleaning techniques in smoothed particle magnetohydrodynamics simulations. **Astron. Nachr.** 327 (2006) 607

## 8.2 Konferenzbeiträge

- Ballesteros-Paredes, J., R.S. Klessen, M.M. Mac Low, E. Vazquez-Semadeni: Molecular Cloud Turbulence and Star Formation. In: B. Reipurth, D. Jewitt, K. Keil (eds.) *Protostars & Planets V*. University of Arizona Press (2006), pp. 63ff
- Baschek, B.: Physics of stellar atmospheres – new aspects of old problems, Talk in honor of Albrecht Unsöld's 100th anniversary. **Reviews Modern Astronomy** 19 (2006) 61
- Eriksen, H.K., C. Dickinson, C.R. Lawrence, C. Baccigalupi, A.J. Banday, K.M. Górski, F.K. Hansen, E. Pierpaoli, M.D. Seiffert: Bayesian foreground analysis with CMB data. **New Astronomy Reviews** 50 (2006) 861

- Gail, H.-P., W.M. Tscharnuter: Evolution of protoplanetary disks including detailed chemistry and mineralogy. In: W. Jäger, R. Rannacher, J. Warnatz (eds.) *Reactive Flow, Diffusion and Transport*. Springer, Heidelberg (2006) pp. 437ff
- Horst H., W.J. Duschl: A simple model for quasar density evolution. In: B. Aschenbach, V. Burwitz, G. Hasinger, B. Leibundgut (eds.) *Relativistic Astrophysics and Cosmology – Einstein’s Legacy*.
- Horst H., A. Smette, P. Gandhi, W.J. Duschl: The Dispersion of the MIR – hard X-ray correlation in AGN. In: B. Aschenbach, V. Burwitz, G. Hasinger, B. Leibundgut (eds.) *Relativistic Astrophysics and Cosmology – Einstein’s Legacy* (2006)
- Meinköhn, E., G. Kanschat, R. Rannacher, R. Wehrse: Numerical Methods for Multidimensional Radiative Transfer. In: W. Jäger, R. Rannacher, J. Warnatz (eds.) *Reactive Flows, Diffusion and Transport*. Springer, Heidelberg (2006) pp. 485ff
- Wehrse, R., D.T. Wickramasinghe: The Propagation of Ionizing Radiation in the Early Universe. In: M. Novello, S. Perez Bergliaffa, R. Ruffini (eds.) **Proc. 10th Marcel Grossman Meeting**. World Scientific, Singapore (2005) pp. 1401ff
- Wooden, D., S. J. Desch, D. Harker, H.-P. Gail, L. Keller: Comet Grains and Implications for Heating and Radial Mixing in the Protoplanetary Disk. In: B. Reipurth, D. Jewitt, K. Keil (eds.) *Protostars and Planets V*. University of Arizona, Tucson (2006) pp. 815ff
- Woodruff, H.C., J.P. Lloyd, P.G. Tuthill, T. ten Brummelaar, M. Scholz: Imaging Shock fronts in Mira atmospheres. In: A.R. Walker, G. Bono (eds.) *Stellar Pulsation and Evolution*. **Mem. Soc. Astron. Italiana** 77 (2006) 186
- ### 8.3 Populärwissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen
- Bartelmann, M.: Astrophysics. In: R.G. Lerner and G.L. Trigg (eds.) *Encyclopedia of Physics*. Wiley-VCH (2006)
- Duschl W.J.: Das Schwarze Loch im Galaktischen Zentrum. In: **Sterne und Weltraum** Special 1 (2006) 94
- Jappsen, A.-K., S. Schmeja, R.S. Klessen: Die turbulente Geburt der Sterne. In: *Forschung special 2006*, Magazin der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Wiley-VCH (2006) pp. 10ff
- Klessen, R.S.: *Sternentstehung: Vom Urknall bis zur Geburt der Sonne*. Elsevier (2006)
- Ulmschneider, P.: *Intelligent Life in the Universe. Principles and Requirements behind its Emergence*. Heidelberg, Springer (2006)

Prof. Dr. Matthias Bartelmann