

# Köln

## I. Physikalisches Institut der Universität zu Köln

Zülpicher Straße 77, 50937 Köln  
Telefon: (0221) 470-3567, Telefax: (0221) 470-5162  
e-Mail: ...@ph1.uni-koeln.de  
WWW: <http://www.astro.uni-koeln.de>

### 0 Allgemeines

Die Arbeiten am Institut konzentrieren sich auf astrophysikalische Fragestellungen im Submillimeter-, Fern- bis Nahinfrarot-Spektralbereich. Die Forschung umfasst drei Schwerpunkte: *(i)* die Astrophysik der interstellaren Materie, der Sternentstehung und der Kerne von Galaxien, *(ii)* die Entwicklung von Empfängersystemen, Spektrometern und Kameras und *(iii)* die höchstauflösende Laborspektroskopie an astrophysikalisch relevanten Molekülen und Molekül-Ionen.

### 1 Personal und Ausstattung

#### 1.1 Personalstand

*Direktoren und Professoren:*

Prof. Dr. A. Eckart (geschäftsführender Direktor) [3546], Prof. Dr. J. Stutzki [3494], Prof. Dr. S. Schlemmer [7880].

*Wissenschaftliche Mitarbeiter:*

Dr. O. Asvany [3560], Dr. S. Falter [5933], Prof. apl. Dr. T. Giesen [4529], Dr. U. Graf [4092], Dr. M. Justen [3489], Dr. N. Honingh [4528], Dr. C. Iserlohe [7791], Dr. K. Jacobs [3484], Dr. F. Lewen [2757], Dr. M. Miller [3558], Dr. V. Ossenkopf [3485], Dr. H. S. P. Müller [4528], Prof. apl. Dr. S. Pfalzner [3493], Dr. P. Pütz [3769] Dr. F. Schmülling [5823], Dr. R. Simon [3547], Dr. G. Sonnabend [6147], Dr. C. Straubmeier [3552], Dr. N. Volgenau [3549], Dr. B. Vowinkel [3550], Dr. M. Wiedner [3484].

### 2 Wissenschaftliche Arbeiten

#### 2.1 Astrophysikalische Forschung

*Großräumige Verteilung und Struktur des Interstellaren Mediums*

Leiter: J. Stutzki

Bearbeiter: M. Cubick, M. Miller, V. Ossenkopf, M. Röllig, R. Simon

Zentrales Thema sind spektral hochauflösende Beobachtungen der globalen Verteilung des

interstellaren Mediums (ISM) in der Milchstraße und in nahegelegenen Galaxien. Ziel ist es, die Struktur, Dynamik, den Energiehaushalt und die Chemie des ISM besser zu verstehen. Dazu werden physikalische Modelle photonen-dominierten Regionen (PDRs) entwickelt, sowie Methoden die statistischen Eigenschaften der beobachteten turbulenten Struktur zu charakterisieren. Interpretationsgrundlage sind Beobachtungen galaktischer und extragalaktischer Molekülwolken mit den NANTEN2, KOSMA, APEX, IRAM-30m, FCRAO Millimeter- und Submillimeterteleskopen. Diese Arbeiten dienen auch zur Vorbereitung von Messungen mit dem Herschel Satelliten und mit SOFIA ab 2009.

Voraussichtlicher Abschlusstermin: offen

Fördernde Institutionen: MWIFT/NRW

Kooperationen: MPIfR; RAIUB; MPE; University of Nagoya; Ecole Normale Supérieure, Paris; Observatoire Bordeaux; Sterrewacht Leiden; OAN, Madrid; Harvard-Smithsonian CfA; Cambridge University, UK; Peking University, China; Nicolaus Copernicus Astronomical Center, Torun; SRON and Kapteyn Astronomical Institute Groningen; IRAM Grenoble

*HIFI/Herschel*

Leiter: J. Stutzki

Bearbeiter: A. Eckart, T. Giesen, V. Ossenkopf, M. Röllig, R. Simon

HIFI/Herschel wird spektral hochauflösende Beobachtungen von Linienstrahlung des interstellaren Mediums im bisher unerschlossenen Ferninfrarot-Bereich ermöglichen. Das Institut wirkt aktiv an den "key projects" aus garantierter Beobachtungszeit "The warm and dense ISM", "HEXOS: Herschel Observations of EXtra-Ordinary Sources: The Orion and Sgr B2 Star-Forming Regions", "PRISMAS: PRobing InterStellar Molecules with Absorption line Studies", "The HEXGAL (Herschel EXtraGALactic) Key Project: Physical and Chemical Conditions of the ISM in Galactic Nuclei" und dem Projekt "HERMES: Herschel M33 Extended Survey" aus offener Beobachtungszeit mit. Für all diese Projekte wurden Modellrechnungen aufgestellt, um detaillierte Zeitabschätzungen für die Herschel-Beobachtungen zu erhalten, und es wurden begleitende Beobachtungen der Quellen mit bodengestützten Teleskopen wie NANTEN2 und APEX durchgeführt.

Voraussichtlicher Abschlusstermin: offen

Fördernde Institutionen: DLR/BMBF, DFG

Kooperationen: MPIfR; SRON Groningen; Kapteyn Astronomical Institute, Groningen; LERMA Paris; CESR, Toulouse; IAS Paris; CSIC, Madrid; OAN Madrid; Centro Astronomico Yebes, Guadalajara; Sterrewacht Leiden; IRAM Grenoble, JPL Caltech, Pasadena; John Hopkins University, Baltimore.

*Das galaktische Zentrum - Sterne und Schwarzes Loch im Zentrum der Milchstraße*

Leiter: A. Eckart

Bearbeiter: M. Bremer, R.M. Buchholz, D. Kunneriath, N. Sabha, C. Straubmeier, G. Witzel

Stellardynamische Untersuchungen belegen, dass sich im Zentrum unserer Milchstraße ein super-massives Schwarzes Loch mit einer Masse von 3 bis 4 Millionen Sonnenmassen befindet. In diesem Projekt werden die Dynamik der Sterne, der Staub- und Gasemission, möglicher Sternentstehung, sowie die Emission der kompakten Radioquelle Sagittarius A\* im Nah- und Midinfrarotbereich untersucht. Ziel ist es die stellaren Populationen zu analysieren und deren Entstehung dort zu erklären, den Gas- und Staubeinfall, sowie die genaue Masse des Schwarzen Lochs sowie die 'Cusp'-Dynamik zu untersuchen. Simultane Radio-, Infrarot, Röntgen-Beobachtungen helfen den Ursprung der Ruhestrahlung und der Strahlungsausbrüche zu untersuchen.

Voraussichtlicher Abschlusstermin: offen

Fördernde Institutionen: Grundausrüstung

*Quasare und ultraleuchtkräftige Galaxien - Dynamik und Sternentstehung in QSOs*

Leiter: A. Eckart

Bearbeiter: S. Pfalzner, M. Krips, J. Scharwächter, T. Bertram, J. Zuther

Molekulares Gas und die Infrarotemission stellarer Populationen werden in Galaxien mit quasi-stellarem Kern und ultraleuchtkräftigen Galaxien untersucht. Dabei werden Interferometrie im Millimeterbereich, sowie Kartierungen und Spektroskopie mit Infrarot-Teleskopen im nahen Infrarotbereich eingesetzt. Die Untersuchungen werden auf Stichproben von nahen Galaxien mit aktivem Kern, sowie nahen Quasistellaren Objekten (QSOs) durchgeführt. Diese Beobachtungen dienen dazu die Dynamik von Gas und Sternen, sowie den Sternentstehungsprozess in diesen Objekten zu untersuchen. Aus diesen Messungen können dann Rückschlüsse auf die Entstehung und Entwicklung von Galaxien und deren aktiver Kerne gezogen werden.

Voraussichtlicher Abschlusstermin: offen

Fördernde Institutionen: DFG SFB494 Teilprojekt A4

*Einfluß der Clusterumgebung auf die Entwicklung protoplanetarer Scheiben*

Leiter: S. Pfalzner

Bearbeiter: S. Pfalzner, T. Kaczmarek, M. Steinhausen, C. Hövel

Junge Sterne treten meist nicht isoliert auf, sondern sind Teil eines Clusters. Man geht davon aus, dass die meisten, wenn nicht alle dieser jungen Sterne anfangs von Staub-Gas-Scheiben umgeben sind. In dichten Clustern, wie z.B. dem ONC, sind Wechselwirkungen solcher Stern-Scheibe-Systemen untereinander nicht selten. Numerisch wird die Häufigkeit der Wechselwirkung in unterschiedlichen jungen Clustern untersucht und die Folgen für die Masse, den Drehimpuls, die Größe der Scheiben etc. betrachtet. Die Auswirkungen der Wechselwirkungen auf die Entstehung von Planetensystemen wird behandelt, ebenso die wichtige Rolle, die die massiven Sterne in der Entwicklung des Gesamtsystems spielen. Ergänzt werden diese Arbeiten durch Beobachtung ausgewählter junger Cluster und die Entwicklung numerischer Methoden zur Behandlung der Wechselwirkungsdynamik.

Voraussichtlicher Abschlusstermin: offen

Kooperationen: Recheninstitut Heidelberg, FZ Jülich

## 2.2 Instrumentierung

*Entwicklung von Submillimeter- und Terahertz-Empfängern*

Leiter: Urs Graf

Bearbeiter: Bernhard Schmidt, Oliver Ricken, Michael Brasse

In diesem Projekt werden radioastronomische Empfänger entwickelt für den Einsatz an verschiedenen nationalen und internationalen Observatorien. Im Vordergrund steht der Aufbau von leistungsfähigen Multipixel-Empfängern. Der Zweifrequenz-Empfänger SMART (500 und 800 GHz) ist nun mit 16 Empfangskanälen am NANTEN2-Teleskop in der Atacama in Chile voll einsatzbereit. In diesem Frühjahr wurde ein systematisches Beobachtungsprogramm mit großräumigen Kartierungen in der südlichen Milchstraße begonnen. Gemeinsam mit dem MPIfR Bonn arbeiten wir weiter an der Entwicklung eines Zweifrequenz-Empfänger (300 und 500 GHz) für das APEX-Teleskop in Chile. Für das fliegende Observatorium SOFIA stellten wir den 1.9 THz Kanal von GREAT fertig.

Voraussichtlicher Abschlusstermin: offen

Fördernde Institutionen: SFB 494 TP D1

Kollaborationen: MPIfR Bonn, DLR Berlin, MPS Lindau, Universidad de Chile, University of Nagoya, Seoul National University, CSIRO Epping/Australien, Université de Neuchâtel, IAP Bern

*Kölner Observatorium für Submillimeter Astronomie (KOSMA)*

Leiter: J. Stutzki

Bearbeiter: M. Cubick, M. Miller, V. Ossenkopf, M. Röllig, R. Simon

Das Institut betreibt in Zusammenarbeit mit dem Radioastronomischen Institut der Universität Bonn ein 3m-Submillimeterteleskop auf dem 3100 m hohen Gornergrat bei Zermatt in der Schweiz. Die Beobachtungen und Arbeiten im Jahr 2009 waren geprägt von der Entscheidung des I. Physikalisches Instituts der Universität zu Köln, das KOSMA 3m Teleskop einschließlich aller Komponenten (außer der Kuppel) nach Yangbajing, 90 km nördlich von Lhasa/Tibet in 4300m Höhe zu verlegen. Dazu wurde ein Vertrag zwischen der Universität zu Köln und den National Astronomical Observatories der Chinesischen Akademie der Wissenschaften (NAOC) im Februar 2009 unterzeichnet.

Der größte Teil der Beobachtungszeit am Gornergrat Observatorium wurde Gastbeobachtern des NAOC, der Beijing Universität und der Nanjing Universität als Trainingszeit zur Verfügung gestellt. Die Beobachtungen wurden mit dem KOSMA Dual-SIS-Empfänger für 230/345 GHz für die folgenden Projekte durchgeführt: infall sources, colliding clouds und super nova remnants (NAOC und Universität Nanjing) und MSX infrared sources (Universität Peking). Neben 12/13CO(2-1),(3-2) Übergängen wurden auch C18O(2-1), HCO+(4-3,3-2), CS(5-4),(7-6) und CH<sub>2</sub> Linien gemessen. Im März, September und Dezember besuchten mehrere Ingenieure der Nanjing Haotian Astronomical Instruments and Equipment Co. und des Institute 54 of the Chinese Electronics Technical Group Corporation das Observatorium, um über Details der neuen Kuppel in Yangbajing und des Abbaus und Umzugs des Teleskops zu sprechen.

Abschlussstermin: Sommer 2010

Fördernde Institutionen: MWIFT/NRW, International Foundation Jungfrauojoch & Gornergrat in Bern

Kollaborationen: Universität Bonn; ETH Zürich; NAOC Peking/China; Universität Peking; China; Universität Nanjing, China.

*NANTEN2*

Leiter: J. Stutzki

Bearbeiter: U. Graf, N. Honingh, K. Jacobs, M. Miller, V. Ossenkopf, M. Röllig, R. Simon, M. Cubick.

Dieses internationale Projekt kombiniert das japanische NANTEN2 (Nanten=jap. für Südhimmel) 4m submm-Teleskop mit am I. Physikalisches Institut entwickelten Empfängern (490/810 GHz), Spektrometern und Software zur Steuerung des Teleskops und der Datenaufnahme auf dem exzellenten Standort Pampa la Bola in 4865 m Höhe in der chilenischen Atacama Wüste. Aufgabe von NANTEN2 ist die großräumige Untersuchung von Molekülwolken der Milchstraße und von nahen Galaxien am bisher wenig erforschten Südhimmel komplementär zu den detaillierteren Beobachtungen größerer Teleskope. Die Aktivitäten konzentrieren sich auf Beobachtungen von Übergängen des CO Moleküls und des atomaren Kohlenstoffs bei Frequenzen von 100 bis 880 GHz, sowie die Interpretation der Daten mit Modellen der Chemie und Struktur der Wolken. Nach einer Reihe von Hard- und Software Verbesserungen, insbesondere des 800 GHz Kanals, sind nun systematische Beobachtungen mit dem SMART Empfänger in beiden hochfrequenten Empfangskanälen möglich. Die Haupt-Beobachtungsprojekte sind Messungen im galaktischen Zentrum, in massearmen und massereichen Sternentstehungsregionen der südlichen Milchstraße, in den

beiden Magellanischen Wolken und in nahegelegenen Galaxien. Im Mai und Juni wurden 2 prominente galaktische Sternentstehungsregionen in den Übergängen CO(4-3) und gleichzeitig [CI] 2-1 kartiert: Die Zentralregion des Orionnebels einschließlich des Orion-Balkens und der Übergangsbereich in M17 von molekularem Gas und ionisiertem Wasserstoff (HII Region). Im Juni konnten erste extragalaktische Messungen bei 810 GHz gemacht werden: In Richtung der Großen Magellanischen Wolke beobachteten wir CO(7-6) und gleichzeitig [CI] 2-1 bei 806/809 GHz. Die Beobachtungen endeten mit Beginn des südlichen Sommers im Dezember 2009. Normalerweise sind dann selbst an diesem ausgezeichneten Standort die Wasserdampfwerte der Atmosphäre noch in 5000m Höhe so groß, daß Beobachtungen in den hohen Frequenzbereichen nicht mehr sinnvoll sind.

Voraussichtlicher Abschlusstermin: offen

Fördernde Institutionen: MWIFT/NRW

Kooperationen: Nagoya University, Japan; Osaka Prefecture University, Japan; Argelander Institut für Astronomie, Bonn; Seoul National University, Korea; ETH Zürich, Schweiz; University of New South Wales, Sydney, Australien; Universidad de Chile

*Stratospheric Observatory for Far-Infrared Astronomy (SOFIA) - Instrumentierung*

Leiter: J. Stutzki

Bearbeiter: U. Graf, E. Honingh, K. Jacobs, M. Justen, P. Pütz, M. Röllig, F. Schlöder, M. Schultz, R. Simon, J. Stutzki, S. Wulff

Das Stratosphärenobservatorium für Infrarotastronomie (SOFIA) ist ein deutsch-amerikanisches Flugzeugteleskop der 3m-Klasse in einer Boeing 747SP, das nach reichlichen Verzögerungen nun 2010 den Beobachtungsbetrieb aufnehmen wird. Es wird durch regelmäßige Flüge in Höhen von bis zu 13 km der astronomischen Forschung den gesamten infraroten Spektralbereich erschließen. Zu diesem Zweck beteiligt sich das Institut unter anderem an der Entwicklung und am Bau der Heterodyn-Empfangssysteme GREAT und STAR.

Voraussichtlicher Abschlusstermin: offen

Fördernde Institutionen: ehemaliger SFB 494 Teilbereich D, DLR

Kooperation: MPIfR, MPS, DLR-WP, MPE, USRA at NASA Ames Research Center, University of California Berkeley

*Nahinfrarot Interferometrie - Beobachtungen und Instrumentierung zur Nahinfrarot-Interferometrie: VLTI-GRAVITY*

Leiter: C. Straubmeier

Bearbeiter: C. Araujo-Hauck, A. Eckart, S. Fischer, C. Straubmeier, M. Wiest

Das I. Physikalisches Institut beschäftigt sich intensiv mit der Nutzung und Weiterentwicklung des Very Large Telescope Interferometer (VLTI) der Europäischen Südsternwarte auf Cerro Paranal in Chile. So wurden mit den beiden bereits in Betrieb befindlichen Kameras AMBER und VINCI unter anderem die ersten interferometrischen Signale von Quellen im galaktischen Zentrum aufgezeichnet. Zur weiteren Verbesserung der interferometrischen Fähigkeiten des VLTI finanzierte das Institut einerseits die Beschaffung, Erprobung und Inbetriebnahme der vierten Star-Separator Einheit (STS), und ist zudem an der Entwicklung, dem Bau und der Inbetriebnahme der interferometrischen Nahinfrarot-Kamera GRAVITY beteiligt. Mit Hilfe von GRAVITY soll das Licht von allen 4 Haupt-Teleskopen interferometrisch kombiniert und eine einzigartige astrometrische Präzision von 10 Mikrobogensekunden erreicht werden können. Der Hardware-Beitrag des Kölner Instituts zu GRAVITY besteht aus der Entwicklung, Fertigung und anschließenden Kommissionierung der beiden Spektrometereinheiten des Kamerasystems.

Voraussichtlicher Abschlusstermin: 2013 (GRAVITY)

Fördernde Institutionen: HBFNG, Verbundforschung

Kooperationen: MPE Garching, MPIA Heidelberg, Observatoire de Paris LESIA, European Southern Observatory ESO

*James Webb Space Telescope - Instrumentierung für die Midinfrarot Kamera MIRI des neuen NASA-ESA Weltraumteleskops*

Leiter: C. Straubmeier

Bearbeiter: A. Eckart, S. Fischer, M. Garcia-Marin, C. Straubmeier

Das James Webb Space Telescope (JWST) ist das zukünftige Weltraumteleskop von NASA und ESA für den nah- und midinfraroten Spektralbereich und direkter Nachfolger des überaus erfolgreichen Hubble Space Telescope (HST). Aufgrund des äußerst straffen Zeitplans des mehr als eine Milliarde Euro teuren JWST Projekts bestritten die beiden beteiligten deutschen Forschungsinstitute, das MPI für Astronomie und das I. Physikalisches Institut der Universität zu Köln, die Kosten für die notwendigen Entwicklungen und Tagungsreisen seit dem Start des Projekts im Herbst 2003 bis zum Förderbeginn durch das DLR im April 2005 aus ihren jeweiligen Institutsmitteln. Der Hardware-Beitrag des Kölner Instituts zu MIRI besteht aus der Entwicklung, Fertigung und anschließenden Weltraumqualifizierung der mechanischen Halterung des niederauflösenden Doppelprismas des abbildenden Teils des Kamerasystems. Dieser Projektbeitrag wurde 2008 erfolgreich abgeschlossen. Parallel dazu ist das Institut Mitglied des MIRI Test-Teams und somit an der Entwicklung der Test-Prozeduren und der Durchführung der Tests des Verification Model und des Flight Model an den Rutherford Appleton Laboratory (RAL) nahe Oxford (UK) beteiligt. Ebenso sind die Kölner MIRI Mitarbeiter aktiv im MIRI Science Team engagiert.

Voraussichtlicher Abschlussstermin: 2014

Fördernde Institutionen: DLR

Kooperationen: Centre Spatial de Liege (CSL), Rutherford Appleton Laboratory (RAL), Commissariat l'Énergie Atomique (CEA), Astrium

*Nahinfrarot Interferometrie - Beobachtungen und Instrumentierung zur Nahinfrarot-Interferometrie: LINC-NIRVANA*

Leiter: J. Zuther

Bearbeiter: A. Eckart, B. Franke, M. Horrobin, S. Rost, C. Straubmeier, E. Tremou, I. Wank, J. Zuther

In enger Zusammenarbeit mit dem MPI für Astronomie, dem Osservatorio Astrofisico di Arcetri und dem MPI für Radioastronomie ist das I. Physikalisches Institut maßgeblich an der Entwicklung und am Bau von LINC-NIRVANA, der interferometrischen Nahinfrarot-Kamera des Large Binocular Telescopes (Mt. Graham, USA) beteiligt. Die Hardware-Beiträge des Instituts umfassen den voluminösen Kamera-Dewar, den leistungsstarken 60 K Helium-Kühlkreislauf, und eine dreidimensionale Positioniereinheit zur Nachführung des Detektors des Fringe-and-Flexure-Trackers (FFTS) auf einer astronomischen Referenzquelle. Zusätzlich ist das Institut verantwortlich für die Entwicklung der computergestützten Echtzeit-Regelschleife zur Bild- und Piston-Analyse des FFTS.

Voraussichtlicher Abschlussstermin: 2014

Fördernde Institutionen: HBFNG, Verbundforschung

Kooperationen: MPIA Heidelberg, MPIfR Bonn, Osservatorio Astrofisico di Arcetri (Italy)

*Infrarot-Heterodynempfänger THIS*

Leiter: G. Sonnabend

Bearbeiter: M. Sornig, P. Kroetz, D. Stupar

Beobachtungskampagnen zu direkter Beobachtung von Wind und Temperaturen in den oberen Atmosphären von Mars und Venus wurden fortgesetzt. Der Empfänger THIS (“Tunable Heterodyne Infrared Spectrometer”) wurde bei drei Beobachtungsläufen am McMath-Pierce Teleskop des National Solar Observatory in Arizona/USA eingesetzt, um die Venusatmosphäre bei verschiedenen Beobachtungsgeometrien zu untersuchen.

Fördernde Institutionen: DFG SO879/1-2

Kooperationen: Gruppe um Th. Kostiuk (GSFC/NASA), Francois Foreget (LMD Paris), Luca Montabone (Open University), Miguel Lopez-Valverde (IAA Granada)

### 2.3 Dissertationen

*Abgeschlossen:*

Olczak, Christoph (2009): Star-Disc Encounters in Young Star Clusters: Environmental Effects on the Evolution of Protoplanetary Discs

Kaczmarek, Thomas (2009): Evolution of the binary population in young dense star clusters

Sornig, Manuela (2009) Investigations of Upper Atmosphere Dynamics on Mars and Venus by High Resolution Infrared Heterodyne Spectroscopy of CO<sub>2</sub>

## 3 Veröffentlichungen

### 3.1 In Zeitschriften und Büchern

Chambers, E. T. and Jackson, J. M. and Rathborne, J. M. and Simon, R.: Star Formation Activity of Cores within Infrared Dark Clouds. In: *Astrophys. J., Suppl. Ser.* **181** (2009), 360–390

Matsushita, S. and Iono, D. Petitpas, ..., Wiedner, M. C., Wilner, D. J., and Wilson, C. D.: SMA 12CO (J=6–5) and 435  $\mu\text{m}$  Interferometric Imaging of the Nuclear Region of Arp 220. In: *Astrophys. J.* **693** (2009), 56–68

Emprechtinger, M. and Caselli, P. and Volgenau, N. H. and Stutzki, J. and Wiedner, M. C.: The N<sub>2</sub>D<sup>+</sup>/N<sub>2</sub>H<sup>+</sup> ratio as an evolutionary tracer of Class 0 protostars. In: *Astron. Astrophys.* **493** (2009), 89–105

Pagani, L. and Vastel, C. and Hugo, E. and Kokoouline, V. and Greene, C. H. and Bacmann, A. and Bayet, E. and Ceccarelli, C. and Peng, R. and Schlemmer, S.: Chemical modeling of L183 (L134N): an estimate of the ortho/para H<sub>2</sub> ratio. In: *Astron. Astrophys.* **494**, (2009), 623–636

Aalto, S. and Wilner, D. and Spaans, M. and Wiedner, M. C. and Sakamoto, K. and Black, J. H. and Caldas, M.: High-resolution HNC 3–2 SMA observations of Arp 220. In: *Astron. Astrophys.* **493** (2009), 481–487

Hitschfeld, M. and Kramer, C. and Schuster, K. F. and Garcia-Burillo, S. and Stutzki, J.: A complete 12CO 2–1 map of M 51 with HERA. II. Total gas surface densities and gravitational stability. In: *Astron. Astrophys.* **495** (2009), 795–806

Meyer, L. and Do, T. and Ghez, A. and Morris, M. R. and Yelda, S. and Schödel, R. and Eckart, A.: A Power-Law Break in the Near-Infrared Power Spectrum of the Galactic Center Black Hole. In: *Astrophys. J., Lett.* **694** (2009), L87–L91

Anderson, L. D. and Bania, T. M. and Jackson, J. M. and Clemens, D. P. and Heyer, M. and Simon, R. and Shah, R. Y. and Rathborne, J. M.: The Molecular Properties of Galactic H II Regions. In: *Astrophys. J., Suppl. Ser.* **181** (2009), 255–271

Rathborne, J. M. and Johnson, A. M. and Jackson, J. M. and Shah, R. Y. and Simon, R.: Molecular Clouds and Clumps in the Boston University-Five College Radio Astronomy Observatory Galactic Ring Survey. In: *Astrophys. J., Suppl. Ser.* **182** (2009), 131–142

- Pfalzner, S.: Universality of young cluster sequences. In: *Astron. Astrophys.* **498** (2009) L37–L40
- Belloche, A. and Garrod, R. T. and Müller, H. S. P. and Menten, K. M. and Comito, C. and Schilke, P.: Increased complexity in interstellar chemistry: detection and chemical modeling of ethyl formate and n-propyl cyanide in Sagittarius B2(N). In: *Astron. Astrophys.* **499** (2009), 215–232
- Emprechtinger, M. and Wiedner, M. C. and Simon, R. and Wieching, G. and Volgenau, N. H. and Bielau, F. and Graf, U. U. and Güsten, R. and Honingh, C. E. and Jacobs, K. and Rabanus, D. and Stutzki, J. and Wyrowski, F.: The molecular environment of the massive star forming region NGC 2024: Multi CO transition analysis. In: *Astron. Astrophys.* **496** (2009) 731–739
- Eckart, A. and Baganoff, F. K. and Morris, M. R. and Kunneriath, D. and Zamaninasab, M. and Witzel, G. and Schödel, R. and Garcia-Mar˜an, M. and Meyer, L. and Bower, G. C. and Marrone, D. and Bautz, M. W. and Brandt, W. N. and Garmire, G. P. and Ricker, G. R. and Straubmeier, C. and Roberts, D. A. and Muzic, K. and Mauerhan, J. and Zensus, A.: Modeling mm- to X-ray flare emission from Sagittarius A\*. In: *Astron. Astrophys.* **500** (2009), 935–946
- Buchholz, R. M. and Schödel, R. and Eckart, A.: Composition of the galactic center star cluster. Population analysis from adaptive optics narrow band spectral energy distributions. In: *Astron. Astrophys.* **499** (2009), 483–501
- Pilleri, P. and Herberth, D. and Giesen, T. F. and Gerin, M. and Joblin, C. and Mulas, G. and Mallocci, G. and Grabow, J.-U. and Brünken, S. and Surin, L. and Steinberg, B. D. and Curtis, K. R. and Scott, L. T.: Search for corannulene (C<sub>20</sub>H<sub>10</sub>) in the Red Rectangle. In: *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **297** (2009), 1053–1060
- Schödel, R. and Merritt, D. and Eckart, A.: The nuclear star cluster of the Milky Way: proper motions and mass. In: *Astron. Astrophys.* **502** (2009), 91–111
- Combes, F. and Baker, A. J. and Schinnerer, E. and Garcia-Burillo, S. and Hunt, L. K. and Boone, F. and Eckart, A. and Neri, R. and Tacconi, L. J.: Molecular gas in NUClei of GALaxies (NUGA). XII. The head-on collision in NGC 1961. In: *Astron. Astrophys.* **503** (2009), 73–86
- Nishiyama, S. and Tamura, M. and Hatano, H. and Nagata, T. and Kudo, T. and Ishii, M. and Schödel, R. and Eckart, A.: Near-Infrared Polarimetry of Flares from Sgr A\* with Subaru/CIAO. In: *Astrophys. J., Lett.* **702** (2009), L56–L60
- Roman-Duval, J. and Jackson, J. M. and Heyer, M. and Johnson, A. and Rathborne, J. and Shah, R. and Simon, R.: Kinematic Distances to Molecular Clouds Identified in the Galactic Ring Survey. In: *Astrophys. J.* **699** (2009), 1153–1170
- Padovani, M. and Walmsley, C. M. and Tafalla, M. and Galli, D. and Müller, H. S. P.: C<sub>2</sub>H in prestellar cores. In: *Astron. Astrophys.* **505** (2009), 1199–1211
- Moultaka, J. and Eckart, A. and Schödel, R.: M-band Spectra of Dust-embedded Sources at the Galactic Center. In: *Astrophys. J.* **703** (2009), 1635–1647
- Fast, Kelly E.; Kostiuk, Theodor; Lefèvre, Franck; Hewagama, Tilak; Livengood, Timothy A.; Delgado, Juan D.; Annen, John; Sonnabend, Guido: Comparison of HIPWAC and Mars Express SPICAM observations of ozone on Mars 2006–2008 and variation from 1993 IRHS observations. (2009)
- van der Tak, F. F. S. and Müller, H. S. P. and Harding, M. E. and Gauss, J.: Hyperfine structure in the J = 1–0 transitions of DCO<sup>+</sup>, DNC, and HN<sub>13</sub>C: astronomical observations and quantum-chemical calculations. In: *Astron. Astrophys.* **507** (2009), 347–354
- C. L. Brogan, T. R. Hunter, C. J. Cyganowski, R. Indebetouw, H. Beuther, K. M. Menten and S. Thorwirth: Digging into NGC 6334 I(N): Multiwavelength Imaging of a Massive

- Protostellar Cluster. In: *Astrophys. J.* **707** (2009), 1–23
- Leurini, S. and Codella, C. and Zapata, L. A. and Belloche, A. and Stanke, T. and Wyrowski, F. and Schilke, P. and Menten, K. M. and Güsten, R.: Extremely high velocity gas from the massive young stellar objects in IRAS 17233–3606. In: *Astron. Astrophys.* **507** (2009), 1443–1454
- B. Parise, S. Leurini, P. Schilke, E. Roueff, S. Thorwirth, and D. Lis: Deuterium chemistry in the Orion Bar PDR - "warm" chemistry starring CH<sub>2</sub>D<sup>+</sup>. In: *Astron. Astrophys.* **508** (2009), 737–749
- Britzen, S. and Kam, V. A. and Witzel, A. and Agudo, I. and Aller, M. F. and Aller, H. D. and Karouzos, M. and Eckart, A. and Zensus, J. A.: Non-radial motion in the TeV blazar S5 0716+714. The pc-scale kinematics of a BL Lacertae object. In: *Astron. Astrophys.* **508** (2009), 1205–1215
- König, S. and Eckart, A. and García-Marín, M. and Huchtmeier, W. K.: HI in nearby low-luminosity QSO host galaxies. In: *Astron. Astrophys.* **507** (2009), 757–768
- Schiller, S. and Roth, B. and Lewen, F. and Ricken, O. and Wiedner, M.C.: Ultra-narrow-linewidth continuous-wave THz sources based on multiplier chains. In: *Appl. Phys. B* **95** (2009), 55–61
- Asvany, O. and Schlemmer, S.: Numerical simulations of kinetic ion temperature in a cryogenic linear multipole trap. In: *Int. J. Mass Spectrom.* **279** (2009), 147–155
- Rabanus, D. and Graf, U. U. and Philipp, M. and Ricken, O. and Stutzki, J. and Vowinkel, B. and Wiedner, M. C. and Walther, C. and Fischer, M. and Faist, J.: Phase locking of a 1.5 Terahertz quantum cascade laser and use as a local oscillator in a heterodyne HEB receiver. In: *Optics Express* **17** (2009), 1159–1168
- Pfalzner, S. and Eckart, A.: How universal are the two young cluster sequences?. The cases of the LMC, SMC, M 83, and the Antennae. In: *Astron. Astrophys.* **508** (2009) L5–L8

Andreas Eckart