

Bonn

Max-Planck-Institut für Radioastronomie

Auf dem Hügel 69, 53121 Bonn
Tel.: (0228) 525-0, Telefax: (0228) 525-229
E-Mail: *username*@mpifr-bonn.mpg.de
Internet: <http://www.mpifr.de/>

0 Allgemeines

Das Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR) wurde zum 01.01.1967 gegründet und zog 1973 in das heutige Gebäude ein, das in den Jahren 1983 und 2002 wesentlich erweitert wurde.

Im Mai 1971 wurde das 100m-Radioteleskop in Bad Münstereifel-Effelsberg eingeweiht. Der volle astronomische Meßbetrieb begann ab August 1972. Das 1985 in Betrieb genommene 30m-Teleskop für Millimeterwellen-Radioastronomie (MRT) auf dem Pico Veleta (bei Granada, Spanien) wurde noch im selben Jahr an das neugegründete Institut für Radioastronomie im Millimeterwellenbereich (IRAM) übergeben. Im September 1993 erfolgte die Einweihung des für den submm-Bereich vorgesehenen 10m-Heinrich-Hertz-Teleskops (HHT) auf dem Mt. Graham (Arizona/USA), das bis Juni 2004 gemeinsam mit dem Steward Observatorium der Universität von Arizona betrieben wurde. Das 12m-Radioteleskop APEX (Atacama Pathfinder EXperiment) wurde in der chilenischen Atacama-Wüste in einer Höhe von 5100 m über dem Meeresspiegel vom Institut errichtet und wird seit September 2005 von der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Zusammenarbeit mit dem MPIfR und der Sternwarte Onsala (OSO) betrieben. Das Institut ist Mitglied des Europäischen VLBI-Netzwerks (EVN).

Die im Jahr 2002 eröffnete “International Max Planck Research School for Radio and Infrared Astronomy at the Universities of Bonn and Cologne” (IMPRS) erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Argelander-Institut für Astronomie der Universität Bonn und dem I. Physikalischen Institut der Universität zu Köln. Am Ende des Berichtsjahres waren 25 Doktoranden Mitglieder der IMPRS; sieben Promotionen wurden im Jahr 2006 abgeschlossen.

Im Oktober 2006 wurde mit dem Bau der ersten deutschen Station des Niederfrequenz-Radioteleskops LOFAR (LOW Frequency ARray) am Standort Effelsberg begonnen. In der 2004 gegründeten Arbeitsgemeinschaft GLOW (German LONG Wavelength consortium) hat das MPIfR die Koordination der deutschen LOFAR-Aktivitäten übernommen.

Im Juni 2006 wurde der Verein “Freunde und Förderer des MPIfR e.V.” gegründet.

1 Personal

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. W. Alef (Abteilungsleiter VLBI-Technologie), Dr. U. Bach (seit 01.09.), Dr. R. Beck, Dr. T. Beckert, Dipl.-Phys. U. Beckmann (Abteilungsleiter Infrarot-Technologie), Dipl.-Phys. J. Behrend, Dr. A. Belloche, Dr. A. Brunthaler, Prof. Dr. P.L. Biermann, Priv.-Doz. Dr. S. Britzen, Dipl.-Ing. I. Camara, Dipl.-Ing. M. Ciechanowicz (bis 31.10.), Dr. C. Comito (seit 01.05.), Dr. T. Driebe, Dr. L. Fuhrmann (seit 09.08.), Prof. Dr. E. Fürst (Abteilungsleiter Station Effelsberg und Elektronik, bis 31.01.), Dr. H.-P. Gemünd, Dr. D.A. Graham, Dr. R. Güsten (Abteilungsleiter mm/submm-Technologie), Dr. H. Hafok, Dipl.-Ing. M. Heininger, Dr. C. Henkel, Dr. S. Heyminck, Dr. K.-H. Hofmann, Priv.-Doz. Dr. W.K. Huchtmeier (bis 31.03.), Dr. A. Jessner, Dr. N. Junkes, Dr. R. Keller (Abteilungsleiter Elektronik, seit 01.02.), Dr. B. Klein, Dr. T. Klein, Dr. R. Kneissl (seit 01.10.), Dr. A. Kraus (Abteilungsleiter Station Effelsberg, seit 01.02.), Dr. M. Krause, Dr. E. Kreysa, Dr. T.P. Krichbaum, Priv.-Doz. Dr. E. Krügel, Dr. S. Leurini (bis 30.09.), Dr. X. Li (seit 01.09.), Dr. A.P. Lobanov, Priv.-Doz. Dr. M. Massi (seit 01.04.), Prof. Dr. K.M. Menten (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. P.G. Mezger (emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied), Dr. E.A. Michael (seit 01.02.), Dr. D. Muders, Dr. H. Müller, Dr. P. Müller, Dr. J. Neidhöfer, Dr. A. Oberreuter (Abteilungsleiter EDV), Dr. S. Philipp, Dr. A. Polatidis, Dr. R.W. Porcas, Dr. T. Preibisch, Dr. P. Reich, Dr. W. Reich, Dr. E. Ros (Forschungskordinator), Dr. H. Rottmann, Dr. A. Roy, Dr. D. Samtleben (seit 01.02.), Dipl.-Phys. F. Schäfer, Dr. D. Schertl, Dr. P. Schilke, Dr. J. Schmidt, Dipl.-Phys. J. Schraml (bis 30.11.), Dr. F. Schuller, Dr. R. Schwartz (bis 30.04.), Dr. W.A. Sherwood, Dr. G. Siringo, Dr. T. Stanke (21.06. bis 30.09.), Dr. S. Thorwirth, Dr. P. van der Wal, Prof. Dr. G. Weigelt (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Dr. A. Weiß, Prof. Dr. R. Wielebinski (emeritiertes wissenschaftliches Mitglied), Dr. T.L. Wilson (beurlaubt zu ESO), Dr. A. Witzel, Dr. F. Wyrowski, Prof. Dr. J.A. Zensus (Mitglied des Direktoren-Kollegiums; Geschäftsführender Direktor).

Stipendiaten und Gäste:

Dr. I. Agudo, Dr. W.J. Altenhoff, Dr. T. Arshakian, Dr. J. Baars, Dr. Y. Balega (10.07. bis 30.08.), I. Balega (10.07. bis 30.08.), Dr. K. Basu, Dr. E.M. Berkhuijsen, Prof. Dr. F. Bertoldi, Dr. F. Boone (bis 31.10.), Dr. G. Chon (seit 01.09.), Dr. M. Cunningham (01.08. bis 31.12.), Prof. Dr. W. Duschl (bis 31.05.), Prof. Dr. K. Fricke (seit 01.12.), Prof. Dr. E. Fürst (seit 01.02.), Dr. R. Garrod (seit 01.11.), Dr. K. Hachisuka, Prof. Dr. W. Huchtmeier (seit 01.04.), Dr. P. Jones (01.08. bis 31.12.), Dr. M. Kaufmann Bernado (seit 02.07.), Dr. M. Kishimoto (seit 01.10.), Dr. G. Kosugi, Dr. T. Kotani (seit 03.04.), Dr. A. Kovacs (seit 24.07.), Dr. Y. Kovalev (seit 01.08.), Priv.-Doz. Dr. M. Massi (bis 31.03.), Dr. H. Mattes, Dr. A. Maximov (10.07. bis 20.08.), Dr. J. McKean, Dr. K. Murakawa, Dr. N. Nardetto (seit 04.07.), Dr. K. Ohnaka, Dr. B. Parise, Dr. M. Perucho (bis 31.03.), Dr. T. Pillai (01.02. bis 31.08.), Prof. Dr. S. Qian (20.07. bis 17.10.), Dr. A. Rosen, Dr. R. Schaaf (bis 15.04.), Prof. Dr. J. Schmid-Burgk, Dr. J. Schraml (seit 01.06.), Dr. R. Schwartz (seit 01.05.), Dr. B.W. Sohn (03.02. bis 05.04.), L. Spitler (bis 31.07.), Dr. A. Streblyanska (seit 15.01.), Dr. X. Sun (seit 15.08.), Dr. F. v.d. Tak, Dr. D. Vir Lal (seit 06.11.), Dr. X. Sun (seit 15.08.), Prof. Dr. G. Winnewisser, Dr. Y. Xu, Dr. L. Zapata (seit 07.11.).

Doktoranden:

E. Angelakis, Y. Ao (seit 01.11.), M. Aravena, S. Bernhart, L. Caramete, E. Cenacchi (seit 01.06.), A. Curuțiu, I. Duțan, J. Forbrich, K. É. Gabányi, S. Ghosh (bis 20.06.), C. Hieret, S. Hönig, V. Impellizzeri, N. Jethava, J. Kauffmann (bis 30.09.), T. Kellmann (bis 30.09.), H. Kim, S. Kraus, S. Krishnamurthy (seit 05.10.), N. Kudryavtseva, L. La Porta, K. Lazaridis (seit 15.09.), S.-S. Lee, N. Marchili, R. Mittal, A. Moré, K. Mužič, M. Nord, T.W. Peng (seit 27.09.), T. Pillai (bis 31.01.), K. Rygl (seit 15.10.), F. Tabatabaei, L. Verheyen (seit 01.09.), S. Westermann (bis 31.03.), B. Winkel (seit 01.03.), J. Zhang (bis 31.05.).

Diplomanden:

T. Berens (seit 15.07.), B. Hammen (seit 01.04.), I. Ileaşoi, A. Istrate, S. Kunze (seit 08.11.), D. Kramer (bis 31.10.), V. Meyer (seit 15.03.), B. Nagy S. Păduroiu, T. Popescu, R. Rolffs, B. Roselt (bis 17.07.).

2 Instrumente und Rechanlagen

2.1 100 m-Radioteleskop Effelsberg

Beobachtungen

Die 2006 vergebene Beobachtungszeit entfiel zu etwa je einem Drittel auf Kontinuumsbeobachtungen sowie auf spektroskopische Messungen. Etwa 24% wurde für Interferometrie mit langen Basislinien (VLBI), ca. 10% der Zeit für Pulsarbeobachtungen aufgewandt. Hochfrequente Messungen (≥ 15 GHz) nahmen etwa ein Drittel der Gesamtmesszeit ein. Diese Messungen sind äußerst empfindlich gegen Wettereinflüsse und bedingen somit eine sehr flexible Planung. Es wird erwartet, dass die Nachfrage nach Messzeit bei hohen Frequenzen in Zukunft deutlich ansteigen wird, nicht zuletzt durch die abzusehende Steigerung der Empfindlichkeit durch den neuen Subreflektor.

Bei mehr als 60% aller Messungen waren auswärtige Wissenschaftler direkt oder indirekt beteiligt, der Anteil der ausländischen Astronomen liegt bei über 50%. Ca. 10% der Messzeit wurde im Rahmen von Dissertationen genutzt. Auch in 2006 wurde die Förderung ausländischer Wissenschaftler aus den Ländern der EU im Rahmen des Trans-National-Access-Programms von RadioNet (EU, 6. FRP) fortgesetzt.

Technische Arbeiten

Das beherrschende Projekt im Jahr 2006 war der Ersatz des Subreflektors des 100-m-Teleskops. Ihren vorläufigen Höhepunkt fanden die Arbeiten mit dem erfolgreichen Austausch des Umlenkspiegels im Oktober. Nach den anschließenden Installationsarbeiten konnte im November mit der Inbetriebnahme der Systeme sowie den Testmessungen begonnen werden.

Auch wenn die Tests zur Einstellung des Subreflektors noch nicht völlig abgeschlossen sind, ist bereits jetzt offensichtlich, dass das Projekt ein voller Erfolg ist. Die erheblich bessere Oberfläche des neuen Spiegels ($\text{RMS} \simeq 60\mu\text{m}$) führt zu einer Erhöhung der Spitzen-Empfindlichkeit von 10–20% bei langen Wellenlängen und mehr als 50% bei kurzen Wellenlängen. Der Hexapod ermöglicht eine deutlich schnellere und genauere Fokussierung als bisher; im Gegensatz zu früher ist eine Verstellung in allen 6 Achsen (bisher: 3 Achsen) möglich. Erste Tests der aktiven Oberfläche zeigen eine Verbesserung von etwa 40% durch die Korrektur der unvollständigen Homologie des Hauptspiegels; damit wird auch klar, dass das (über 30 Jahre alte!) FE-Modell des Hauptspiegels sehr genau ist. Die Inbetriebnahme des automatischen Fokuswechsels ist für Januar 2007 vorgesehen.

Die in 2005 begonnenen Tests des neuen FFT-Spektrometers (auf der Basis programmierbarer FPGA-Chips) wurden erfolgreich abgeschlossen; damit konnte das Gerät für den regulären Beobachtungsbetrieb freigegeben werden. Haupteigenschaften dieser neuen Spektrometer sind die große Bandbreite von 1 GHz, die hohe Anzahl von Kanälen (16384) und ein 14-bit sampling (großer Dynamikbereich).

Im vergangenen Jahr wurden ebenfalls die Planungen für eine schnelle Datenverbindung zwischen dem Observatorium in Effelsberg und dem Institut in Bonn konkretisiert. Diese Glasfaserleitung (mit einer Übertragungsrate von $\simeq 10$ GBit/s) soll durch eine direkte Verbindung zwischen Teleskop und Korrelator VLBI-Beobachtungen in Echtzeit ermöglichen ("eVLBI"). Die Fertigstellung der Datenleitung ist zum Jahresende 2007 zu erwarten.

Darüber hinaus wird eine solche Datenleitung auch für die Verbindung der LOFAR-Station in Effelsberg mit dem Zentralrechner notwendig.

2.2 APEX — Das “Atacama Pathfinder Experiment”

Das APEX-Teleskop wird in Zusammenarbeit zwischen dem Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR), dem Onsala Space Observatory (OSO) und der Europäischen Südsternwarte (ESO) geführt. Der Betrieb des Observatoriums ist der ESO übertragen.

Details zu den am APEX eingesetzten Empfängern und Backends, sind im Abschnitt 2.6 “Submillimeter-Technologie” beschrieben.

Die ersten wissenschaftlichen Ergebnisse aus Beobachtungen mit dem APEX-Teleskop wurden im Juli 2006 in einer Sonderausgabe der Zeitschrift “Astronomy and Astrophysics” präsentiert. Eine ausführliche Darstellung der wissenschaftlichen Arbeiten mit APEX findet sich in Abschnitt 4.1 “Millimeter- und Submillimeter-Astronomie”.

2.3 LOFAR — Das “Low Frequency Array”

Im Berichtszeitraum wurde das LOFAR-Projekt entscheidend vorangetrieben. Die erste deutsche Station (96 Dipolantennen für den Frequenzbereich 30-80 MHz) am Fuß des Effelsberger 100m-Teleskops ist seit Herbst 2006 im Bau, weitere deutsche Stationen sind in konkreter Planung. Ein “Memorandum of Understanding” (MoU) mit dem niederländischen Institut ASTRON, das die Zusammenarbeit in technischen und wissenschaftlichen Fragen während der Aufbauphase von LOFAR regelt, wurde im Dezember 2006 unterzeichnet. Eine Glasfaserverbindung von Effelsberg nach Bonn zur Übertragung des LOFAR Datenstroms von 3 GBit/s und zum Einsatz bei e-VLBI Experimenten mit dem 100m-Teleskop wird von der MPG finanziert und im Jahr 2007 realisiert.

Die zurzeit 10 Mitgliedsinstitute von GLOW (German LOng Wavelength Konsortium) unterzeichneten ein Kooperationspapier. Vorstand und Arbeitsgruppenleiter von GLOW wurden auf der ersten GLOW-Ratsitzung in Potsdam im Mai 2006 gewählt. Es fanden regelmässige Telekonferenzen statt.

LOFAR wird die Möglichkeit bieten, sehr schwache Magnetfelder in der Milchstraße, in nahen Galaxien und in Galaxienhaufen nachzuweisen. Dazu soll die niederfrequente Synchrotronstrahlung aus diesen Gebieten sowie die Faraday-Rotation von polarisierten Hintergrundquellen gemessen werden. Ein Vorschlag des MPIfR für ein “Key Science” Projekt zum Thema “Cosmic Magnetism” wurde eingereicht.

2.4 SKA — Das “Square Kilometer Array”

Das MPIfR beteiligt sich maßgeblich an den Vorbereitungen zu Entwicklung und Bau des “Square Kilometer Arrays” (SKA). Ein Teil dieser Aktivitäten erfolgt im Rahmen des EU-Programms “SKA Design Studies” (SKADS).

Im Rahmen von SKADS wurden Simulationen der polarisierten Radiostrahlung für das geplante SKA durchgeführt. Für eine Vielzahl von Magnetfeldkonfigurationen der Milchstraße wurden All-Sky-Radiokarten der Milchstraße berechnet und mit vorhandenen Surveys verglichen. Simultan wurden die gemessenen Faraday-Rotationsmaße extragalaktischer Quellen modelliert. Für ausgewählte Felder konnten Polarisations-Simulationen im Bogensekundenbereich erstellt und mit simulierten Verteilungen polarisierter extragalaktischer Quellen kombiniert werden. Kleinskalige Magnetfeld-Fluktuationen sind für hochauflösende Simulationen besonders wichtig und wurden ebenfalls systematisch untersucht.

Eine weitere Aufgabe des Projektes SKADS ist die Abschätzung der Häufigkeit polarisierter extragalaktischer Radioquellen bei 1.4 GHz bis hinunter zu einer Flussdichte von $1 \mu\text{Jy}$. Damit soll ein Netz von Faraday-Rotationsmaßen am gesamten Himmel gemessen werden, um die Magnetfeldstruktur in der Milchstraße, nahen Galaxien, Galaxienhaufen, den ersten Galaxien sowie im intergalaktischen Medium zu durchleuchten, eines der “Key Science” Projekte für das SKA. Die Analyse der polarisierten Quellen im NVSS-Survey des VLA ermöglichte eine Extrapolation zu geringeren Flüssen und damit die Erstellung simulierter Radiokarten.

2.5 Elektronik-Abteilung

Im Zuge der Reorganisation der Elektronik-Abteilung vor mehr als einem Jahr wurde die Digital-Gruppe an die Abteilung für Submillimeter-Technologie ausgeliehen, welche mit voller Kraft an der Fertigstellung des APEX-Teleskops und seiner Peripherie arbeitet. Die Arbeiten der Digital-Gruppe sind deswegen in Abschnitt 2.6 in diesem Bericht beschrieben. Die Elektronik-Abteilung besteht zur Zeit aus drei Gruppen: Empfänger- und Mikrowellengruppe in Bonn, sowie Systemgruppe in Effelsberg.

Empfänger-Gruppe

– 21cm-7 Horn-Empfänger für Weltraumschrott-Messungen: Dieses Empfänger-Projekt für das Effelsberg 100m-Teleskop wurde im Berichtszeitraum fertig gestellt. Im Juni wurde damit ein erstes Experiment zusammen mit der Großradaranlage TIRA der Forschungsgesellschaft für Angewandte Naturwissenschaften (FGAN) durchgeführt. Damit wurden Teilchen im 1 cm-Bereich in einer Höhe von 1000 km gemessen, was den Erwartungen entsprach. Um den Empfänger auch für astronomische Messungen zu optimieren, ist er danach wieder in die Labors nach Bonn gekommen und wird hier derzeit überarbeitet.

– Erster Drei-Frequenz-Empfänger: Im Rahmen des Umbaus des Subreflektors am Radioteleskop Effelsberg wurde mit dem Bau eines ersten Mehrfrequenz-Empfängers für den Primärfokus begonnen. Hintergrund dieses Projektes ist die geänderte Empfängeraufnahme im neuen Subreflektor. Durch einen größeren Verfahrensweg der Spiegelmontierung kann jetzt je ein von bis zu drei Empfängern in einer Box in den Fokus gebracht werden. Damit ist ein wesentlich flexibler Empfängerwechsel als bisher möglich. Die erste der neuen, größeren Empfängerboxen für den Primärfokus wurde mit zwei bestehenden Empfängern bestückt (1,9 cm und 1 cm), die auf Grund ihrer kleinen Baugröße direkt in das neue Konzept übernommen werden konnten. Ein dritter Empfänger, der als Spin-Off aus dem 21cm-7 Horn-Empfänger für Weltraumschrott-Messungen abgeleitet wurde, wird die Wellenlängen 18 bis 21 cm abdecken.

Mikrowellengruppe

– ZF-Verstärker für APEX: Für rauscharme SIS/HEB-Empfänger wurden weitere 25 InP-HEMT-Verstärker im Frequenzbereich 4–8 GHz für Betrieb bei LHe-Temperatur gebaut und an die mm/Submm-Abteilung geliefert. Sie kommen u.a. im Anfang 2007 zu kommissionierenden CHAMP-System für das APEX-Teleskop in Chile zum Einsatz.

– Reparatur des Multifrequenz-Empfängers für das 100m-Teleskop Effelsberg: Band III (7 mm Wellenlänge) des Multifrequenz-Empfängers war im Berichtszeitraum zu überarbeiten. Nach Abschluss der Arbeiten wurde der Empfänger-Dewar wieder in Effelsberg im System eingebaut. Die im Labor in der Horn-Apertur bestimmten Rauschtemperaturen des Frontends liegen bei 60–70 K. Die Wiederinbetriebnahme des Empfängers verzögerte sich durch einen Verstärkerausfall bei der Montage am Teleskop.

– Untersuchungen zu Stehwellen im Sekundärfokus des 100m-Teleskops: Verschiedene Streukegel zur Reduzierung der stehenden Wellen zwischen dem zentralen Teil des elliptischen Subreflektors und dem Empfängerhorn wurden angefertigt. Diese Stehwellen sind besonders störend für breitbandige Linienspektroskopie von Quellen mit starkem Kontinuumshintergrund. Mit Hilfe des neuen FFT-Spektrometers wurden während mehrerer Nächte vor der Erneuerung des Subreflektors breitbandige Testmessungen durchgeführt. Verbesserungen konnten erreicht werden, weitere Tests (jetzt mit dem neuen Subreflektor) sollen folgen.

– Neubau eines 9mm-7 Horn-Empfängers für Effelsberg: Der Aufbau des 9mm-7 Horn-Empfängers wurde fortgeführt, Frontend-Dewar mit gekühlten Verstärkern und Hybriden, ungekühlte RF-Module und Elektronik wurden im Rack integriert. Erste Tests eines Zweigs des gesamten geschalteten Pseudo-Korrelationsempfängers zusammen mit dem im Berichtszeitraum im Digitallabor aufgebauten Prototypen des digitalen Backends waren erfolgreich. Das Konzept des geplanten Backends konnte voll bestätigt werden. Kühltests des Dewars verifizierten den Cryogen-Aufbau des Arrays, die Rauschtemperaturen in der Apertur der ungekühlten Hörner entsprachen den Erwartungen.

– Cryogene Prober: Für den Bau von konkurrenzfähigen gekühlten rauscharmen Komponenten ist eine genaue Charakterisierung der Halbleiterbauelemente bei der Betriebstemperatur von 15 Kelvin Voraussetzung. Die Erweiterung der Frequenzgrenze der vorhandenen kryogenen Messmöglichkeiten von 50 GHz auf 100 GHz sowie der Aufbau eines Rauschmessplatzes zur Charakterisierung von HEMT-Verstärkern wurden weiter betrieben.

Systemgruppe

Die Systemgruppe ist verantwortlich für den Einbau und die Wartung der Empfänger am 100m-Radioteleskop. Im Berichtsjahr kamen durch die Erneuerung des Subreflektors Arbeiten an der Infrastruktur des Teleskops hinzu. So musste die Primärfokuskabine leerräumt werden, um Platz für den Umbau und die zusätzliche Elektronik des verstellbaren Subreflektors zu gewinnen. Anschließend wurde die gesamte Elektronik für die Steuerung der Empfänger an anderer Stelle wieder eingebaut und in Betrieb genommen. Diese Arbeiten sind nun im wesentlichen abgeschlossen, so dass der Primärfokus im Jahr 2007 wieder für den Einsatz der vorhandenen Empfänger bereit steht. Für den Betrieb der neuen Dreifrequenz-Empfänger muss die Infrastruktur nach und nach erneuert werden.

2.6 Submillimeter-Technologie

Heterodyn-Gruppe

Der Aufbau des CHAMP⁺-Heterodyn-Arrays (mit je 7 Pixeln in den 650 und 850 GHz atmosphärischen Fenstern) ist zügig vorangeschritten. Die interne Abnahme dieses 2-Farben-Arrays, das in Zusammenarbeit mit SRON und JPL entwickelt wird, erfolgte Ende November, die technische Inbetriebnahme ist für die ersten Januartage 2007 eingeplant. Die vorliegenden Labordaten lassen ein Instrument mit konkurrenzloser Empfindlichkeit erwarten, das ab Frühsommer 2007 für Herschel-begleitende Messungen zur Verfügung stehen wird.

Das MPIfR zeichnet verantwortlich für die Entwicklung der Lokaloszillatoren für HIFI, das Heterodyn-Instrument an Bord des Herschel Space Observatory (HSO). HIFI deckt mit 14 Detektorkanälen (SIS- und HEB-Mischer) den Frequenzbereich von 480–1916 GHz ab, wobei die instantane Bandbreite 4–8 GHz und die spektrale Auflösung bis zu R 107 beträgt. Das “LO Flight Model” wurde im August termingerech und den Spezifikationen entsprechend an das PI-Institut der HIFI-Entwicklungen (SRON, Niederlande) zur Integration in das Gesamtsystem geliefert. Der Start des Satelliten ist für Mitte 2008 geplant.

Bolometer-Gruppe

Mit den Bolometerarrays MAMBO–1 und MAMBO–2 (MAx-Planck Millimeter BOLometer) wurde auch im Jahr 2006 wieder am IRAM–30m–Teleskop im atmosphärischen Fenster bei 1,2 mm Wellenlänge beobachtet. Die Arrays stehen der gesamten astronomischen Gemeinschaft zur Verfügung. Die Datenaufnahme erfolgt mit dem am MPIfR auf der Basis von Analog–Digital Konvertern entwickelten Bolometer–Backend ABBA.

Der Aufbau großer Bolometerarrays für APEX nahm die Bolometergruppe voll in Anspruch.

LABOCA (LArge BOLometer Camera for Apex) hat einen Felddurchmesser von 0,2 Grad, was etwa der Hälfte des verfügbaren Felddurchmessers in der Cassegrain–Kabine von APEX entspricht. Die Tertiäroptik hat, trotz zahlreicher geometrischer Randbedingungen in der engen Cassegrain–Kabine von APEX, eine gute Abbildungsqualität über das ganze Feld von LABOCA, und das sogar bis zu einer Wellenlänge von 350 μm . Damit steht einer zukünftigen Erweiterung auf Arrays für 350 μm optisch nichts im Wege. Die Optik besteht aus drei gekrümmten Off-Axis Spiegeln, zwei Planspiegeln und einer Linse aus kristallinem Quarz. Zwei der Off-axis Spiegel haben 50 cm, der dritte sogar 150 cm Durchmesser. Alle Optiken wurden hergestellt, vermessen, installiert und optisch einjustiert.

LABOCA wird von Anfang an eine Polarisationsoption haben. Das Polarimeter basiert auf einer abstimmbaren, reflektierenden Verzögerungsplatte großen Durchmessers, die einen

der Planspiegel der Tertiäroptik ersetzt. Während der Messung der Polarisation rotiert die Verzögerungsplatte kontinuierlich auf einem Luftlager und moduliert das polarisierte Signal mit der vierfachen Frequenz der Rotation. Der bewegliche Subreflektor (chopping secondary) wird dabei nicht bewegt und es gibt somit auch keine Probleme mit Artefakten aus der Restaurierung von Doppelbeam Daten. Zwei identische derartige Polarisierungseinheiten, mit integriertem Luftlager und Spiegel, wurden in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Optik und Feinmechanik (IOF) in Jena entwickelt und fertiggestellt. Die zweite Einheit ist für MAMBO-1 am IRAM-30m-Radioteleskop bestimmt.

LABOCA-1, mit 295 Bolometern bei 0,87mm Wellenlänge, wird als erste Version noch in bewährter Halbleitertechnologie aufgebaut, um sicherzustellen, dass ein grosses Array von Anfang an für APEX zur Verfügung steht. Dieses System wurde fertiggestellt, und im September in APEX eingebaut. Gegen Ende des Jahres begann die Erprobungsphase von LABOCA-1 am Teleskop in Chile, die aber wegen der Komplexität des Systems noch nicht abgeschlossen werden konnte.

Am abgelegenen Standort von APEX in 5100 m Höhe hat Kryogenik auf der Basis einer Kühlmaschine enorme logistische, praktische und finanzielle Vorteile. Es wurden daher erhebliche Anstrengungen in eine solche Entwicklung gesteckt. Im Labor des MPIfR wurde der im Institut für Angewandte Physik der Universität Gießen entwickelte zweistufige Pulsrohrkühler (PRK) mit dem im Halbleiterlabor der CEA (Grenoble) entwickelten zweistufigen $^4\text{He}/^3\text{He}$ Sorptionskühler kombiniert. Leider stellte sich heraus, daß auf der zweiten Stufe des Sorptionskühlers, bei 0,3 K, doch noch so signifikante Vibrationen vom PRK auftreten, daß die hochohmigen Halbleiter-Bolometer stark beeinträchtigt werden. Dies war sogar dann der Fall, wenn der Sorptionskühler nur mit flexiblen thermischen Verbindungen mit dem PRK verbunden war! Notgedrungen wurde daher die Kombination von (hochohmigen) Halbleiterbolometern mit einem PRK aufgegeben und LABOCA-1 auf dem gleichen Sorptionskühler in einen Kryostaten mit flüssigem Helium integriert. In dieser Form wird LABOCA-1 am APEX betrieben. Wir werden aber diese PRK-Kühltechnik für (niederohmige) supraleitende Bolometer weiter verfolgen.

Beim Vorverstärker werden mit LABOCA-1 neue Wege beschritten. Nach dem Vorbild der SHARC2-Kamera am CSO, hat der Vorverstärker AC-Bias und DC-Kopplung. Durch eine Kompensation der zum Beispiel durch Änderung der Himmelsemission erzeugten Verschiebung des Bolometerarbeitspunkts entsteht ein System mit sehr hoher Dynamik. Nur in diesem quasi "total power"-Modus werden großflächige Kartierungen ohne Modulation des Sekundärspiegels möglich.

Die Entwicklung supraleitender Bolometer mit SQUID- (Superconducting QUantum Interference Device) Auslesung wurde intensiv und erfolgreich, in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Physikalische Hochtechnologie (IPHT) in Jena, fortgesetzt. Es wurden viele verschiedenartige Test-Arrays aus je sieben supraleitenden Bolometern fertiggestellt und im Labor des MPIfR bei 0,3 K charakterisiert. Im hohen thermischen Hintergrund des Labors wurde ein Äquivalentrauschen (Noise Equivalent Power, NEP) von $3 \times 10^{-16} \text{ W Hz}^{-1/2}$ erreicht. Ziel der Entwicklung ist LABOCA-2, mit 288 Transition Edge Sensors (TES) bei 0,87mm Wellenlänge und integrierter Multiplex-Auslesung auf der 0,3 K-Stufe. Diese zweite Version von LABOCA ist ein Einstieg in die Technologie der SQUID-Multiplexer im Zeitbereich, die es in Zukunft erlauben wird, noch größere Arrays in Angriff zu nehmen. Ein SQUID-Multiplexer Chip mit 10 Kanälen wurde entwickelt und im Labor erfolgreich mit einem Array aus sieben supraleitenden Bolometern getestet. Ein kleines supraleitendes Array mit 37 Pixeln bei 350 μm Wellenlänge soll zunächst am APEX diese Technologie einführen.

In Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Theoretische Elektrotechnik der Universität Wuppertal wurden Filter für Bolometer weiter optimiert und im MPIfR hergestellt: die Grundstruktur besteht aus wenigen induktiven Gittern zur Definition des Passbandes in Kombination mit einem Vielschichtfilter aus kapazitiven Gittern zur Verbesserung des

hochfrequenten Sperrverhaltens. Weitere Arbeiten betreffen die Optimierung der Einkopplung der Strahlung in die Bolometer.

Digital-Gruppe

– Data Collection Unit (DCU): Im Rahmen des von der ESA finanzierten Projekts zur Messung von Weltraumschrott (“Space Debris”) mit dem 100 m-Teleskop, wurde ein flexibles digitales Backend auf PC-Basis für den neuen 21 cm-7 Horn-Empfänger entwickelt und Anfang 2006 im Rahmen eines Beam-Park-Experimentes mit der FGAN erfolgreich in Betrieb genommen.

– Fast Fourier Transform Spectrometer (FFTS): Als Ergänzung zum ersten breitbandigen FFTS-Backend am APEX-Teleskop, wurde im Jahr 2006 ein weiteres FFTS als Facility-Spektrometer in Betrieb genommen. In Kombination mit einem flexiblen IF-Prozessor, erlauben beide Systeme jeweils die spektrale Analyse von 2×1 GHz Bandbreite in bis zu 16384 Frequenzkanälen. Mit Hilfe des IF-Prozessors können die Spektrometer-Bandbreiten zusätzlich innerhalb der Empfängerbandbreite verschoben werden, womit Beobachtungen mit bis zu 2 GHz möglich sind. Das auf schnellen 8-Bit Analog-Digital-Umsetzern (ADCs) und komplexen Logikchips (FPGAs) basierende FFTS, erwies sich trotz der rauen Bedingungen am APEX als sehr zuverlässig. Um das FFTS-Konzept weiter zu größeren Bandbreiten auszubauen, wurde ein Test-Board entwickelt, um neue high-speed ADCs zu charakterisieren. Weiterhin wurde die komplette FPGA-Signalverarbeitung auf einen generischen Ansatz umgestellt. Hierdurch wird die FPGA-Core Erstellung nicht nur flexibler im Hinblick auf Frequenzauflösung und Bandbreite – das neue Konzept erlaubt auch Designs über FPGA Grenzen hinweg, wie sie extrem breitbandige FFTS in Zukunft erfordern. Um die absolute Empfindlichkeit von FFT-Spektrometern zu erhöhen, wurde eine neue Signalverarbeitungskette entworfen und simuliert.

– CHAMP⁺/MACS: Im Rahmen des CHAMP⁺-Projekts für APEX wurde der Array-Korrelator MACS (32×1 GHz Bandbreite) für die dortigen Bedingungen um eine Temperatur- und Power-Management Einheit ergänzt.

– QUIET-Projekt: Das MPIfR hat eine Zusammenarbeit mit dem Experiment QUIET begonnen, mit dem Ziel, durch grosse Empfängerarrays die Polarisierung der kosmischen Hintergrundstrahlung zu vermessen. Die QUIET-Kollaboration umfasst derzeit 9 (hauptsächlich amerikanische) Institute. Breitbandige polarisationsempfindliche Detektoren bei 40 und 90 GHz werden dabei in grossen Empfängerarrays integriert (Prototyp-Arrays von 20 bzw. 100 Detektoren, später auf 1000 erweiterbar), wobei die ersten Prototypen Ende 2007 in der Atacama-Wüste in Chile an neuen Teleskopen auf der Plattform des CBI-Experimentes in Betrieb gehen sollen. Das MPIfR ist verantwortlich für den Bau und die Integration von 1/10 der Empfänger, die mit speziellen Modifikationen in den Hohlleiterstrukturen intensitätsempfindlich gestaltet werden. Die modifizierten Hohlleiterstrukturen wurden zum Teil bereits produziert und die Planung für einen Laboraufbau mit einem Kryostaten begonnen, der zur Charakterisierung der Empfänger dienen wird. Außerdem wird an einer erweiterten Variante der Detektoren gearbeitet, bei der die Empfänger neben der Intensitäts- auch ihre Polarisierungsempfindlichkeit behalten. Der Teststand in Bonn wird der genaueren Untersuchung von möglichen systematischen Effekten und der Charakterisierung der neuen intensitätsempfindlichen Empfängern dienen, die spätestens mit der Erweiterung der Arrays zum Einsatz kommen sollen.

2.7 Technische Abteilung für Infrarot-Interferometrie

– Bispektrum-Speckle-Interferometrie: Der Einsatz von neuen Focal Plane Arrays für Bispektrum-Speckle-Interferometrie im infraroten Spektralbereich erfordert eine Kombination von geringem Rauschen, niedriger Stromaufnahme und schneller Auslesemöglichkeit. Zusätzliche Anforderungen betreffen den Dynamikbereich und den Dunkelstrom. Speziell das Ausleserauschen ist für die Untersuchung von lichtschwachen Objekten von großer Bedeutung. Deshalb wird seit mehreren Jahren die Entwicklung von optimierten Elektronik für den Betrieb verschiedener Kameras (Speckle-Masking, Long Baseline-Interferometrie,

Dispersed Fringe-Spektrographen) für den infraroten Spektralbereich betrieben. Diese Kamerasysteme sind für den Einsatz an verschiedenen Teleskopen besonders kompakt und leicht aufgebaut.

Mit den genannten Anforderungen werden neue Kamerasysteme entwickelt und gebaut, die z.B. für die Bispektrum-Speckle-Interferometrie in Auflösung und Signal-zu-Rausch-Verhältnis bisher einzigartig sind. Die Elektronik der Kamera ist mit verschiedenen Infrarot-Detektoren eingesetzt worden, z.B. HAWAII, NICMOS-3 und PICNIC. Die Elektronik beinhaltet separate Elektronikmodule mit optimaler Signalkopplung zwischen Takterzeugung, Vorverstärker mit Signalfilter und schnellen AD-Wandlern. Die gesamte Elektronik ist unmittelbar am Kryostaten des Detektors montiert, um die Leitungslängen kurz zu halten und damit die Einkopplung von externen Störungen zu vermeiden. Die Signalübertragung zum Aufnahmerechner erfolgt über Fiberoptik-Kabel. Mittlerweile werden für die Aufnahmerechner Notebooks eingesetzt, die die digitalen Kameradaten über den Standard-FireWire-Bus einlesen können.

Folgende Speckle-Kameras sind im Einsatz bzw. im Bau: Für Messungen am 6 m-SAO-Teleskop werden die NICMOS3/PICNIC-Kamera seit 1995 und die HAWAII-Kamera seit 1998 eingesetzt. Darüber hinaus wurden weitere Kamerasysteme auch für den Einsatz an einzelnen VLT-Teleskopen oder dem Multimirror-Teleskop (MMT) gebaut. Dazu sind neue, auf 77 K gekühlte Infrarot-Optiken für die unterschiedlichen Spezifikationen dieser Teleskope entworfen worden.

Das Interferometrie-Instrument LINC-NIRVANA für den Einsatz am "Large Binocular Telescope" (LBT) und die beiden Phase-A-Studien MATISSE (Multi-AperTure mid-Infrared SpectroScopic Experiment) und VSI (VLTI Spectro-Imager) als "Very Large Telescope Interferometer" (VLTI) Instrumente der 2. Generation werden im Abschnitt 4.3 beschrieben.

2.8 Mark IV VLBI-Korrelator

Mit dem Bonner "Mark IV Korrelator" werten Radioastronomen und Geophysiker digitale Daten aus, die im Rahmen der Radiointerferometrie mit großen Basislängen (Very Long Baseline Interferometry, VLBI) aufgezeichnet werden. Der Korrelator dient der VLBI-Gruppe am MPIfR vor allem zur Fortentwicklung der VLBI-Technologie und -Wissenschaft hin zu immer kürzeren Wellenlängen und höherer Empfindlichkeit.

Die Aufzeichnung der Daten erfolgt an den in verschiedenen Netzwerken organisierten Radioteleskopen mittels Echtzeit-Magnetplattenrekordern. Der Korrelator ist mit 8 solchen Einheiten für die Wiedergabe ausgerüstet. Zum Einsatz kommen handelsübliche Computer-Festplatten in speziellen Wechselgehäusen, in denen sie auch versandt werden. Die maximale Datenrate, mit der aufgezeichnet werden kann, beträgt zur Zeit 1024 Mbit s^{-1} . In der Testphase befindet sich ein neues Modell für Datenraten von 2048 Mbit s^{-1} .

Der Ausbau des Korrelators auf 12 Stationen, die Umrüstung der Magnetplattenrekorder auf eine verbesserte Version und die Umstellung auf moderne Linux-Computer wird in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie in Frankfurt (BKG) und dem MIT Haystack Observatory (USA) durchgeführt. Die Fertigstellung ist für das 1. Quartal 2007 geplant.

Der Korrelator ist neben der Auswertung der Daten von astronomischen VLBI-Beobachtungen des MPIfR auch der beiden weltweit wichtigsten Mark IV Korrelator für den internationalen geodätischen Dienst IVS (International VLBI Service). Die geodätischen Auswertungen am Institut werden von der Universität Bonn und dem BKG durchgeführt.

– Globales VLBI Netzwerk für Beobachtungen bei Millimeter-Wellenlängen: Am Bonner Korrelator werden sämtliche Beobachtungen des vom MPIfR organisierten Globalen Millimeter-VLBI-Netzwerks (GMVA=Global Millimeter VLBI Array) korreliert, welches bei 86 GHz (3,5 mm Wellenlänge) radio-interferometrische Karten mit einer in der Astronomie unübertroffenen Winkelauflösung von bis zu 40 Mikrobogensekunden (μas) liefert. An diesem Netzwerk beteiligen sich neben den für Beobachtungen bei 86 GHz geeigneten EVN

Antennen (Effelsberg (100m), Onsala (20m), Metsahovi (14m)) auch die beiden großen IRAM-Instrumente (Pico Veleta (30m) und das Plateau de Bure-Interferometer (6×15 m)), sowie das US-amerikanische VLBA (mit zur Zeit 8 für mm-VLBI ausgerüsteten Antennen).

Aufgrund der eingereichten Beobachtungsvorschläge, werden die 3mm-VLBI-Beobachtungen in zwei jährlich statt findenden globalen Messkampagnen mit bis zu 5 Tagen Messzeit pro Kampagne, organisiert. Dabei werden neben galaktischen und extragalaktischen Radio-Kontinuumsquellen, auch Sterne und Sternentstehungsgebiete im Lichte der SiO-Maser-Linien untersucht.

Zur Zeit werden Testbeobachtungen bei 2 und 1,3 mm Wellenlänge vorbereitet. Die Daten sollen erstmalig mit einer Rate von 2 und 4 Gbit s⁻¹ aufgezeichnet werden. Gegenüber den in 2003 durchgeführten Beobachtungen ergibt sich dadurch ein Empfindlichkeitsgewinn um einen Faktor 2 bzw. 4, was angesichts der noch begrenzten Messempfindlichkeit bei diesen Frequenzen von enormer Wichtigkeit ist. Es könnte so möglich werden Karten von Radioquellen mit einer Winkelauflösung von bis zu 20 μ as zu erstellen. An diesen Test Messungen werden voraussichtlich folgende Millimeter-Radioteleskope teilnehmen: IRAM (Pico Veleta (30 m) und das Plateau de Bure-Interferometer (6×15 m)), das Heinrich-Hertz-Teleskop (10 m), eine Antenne des California Millimeter-Arrays (CARMA: 10,8 m), sowie das James-Clark-Maxwell-Teleskop (JCMT, 15 m) in Hawaii.

– Transfer von VLBI-Daten mittels Internet (eVLBI): Die Übertragung von Teleskopdaten zu den VLBI-Korrelatoren mittels Internet wird in Zukunft immer größere Bedeutung erlangen. Diese Entwicklung wird im europäischen VLBI-Netz (EVN) mit Unterstützung der EU vorangetrieben. In diesem Zusammenhang hat die MPG die Anbindung des Teleskops in Effelsberg an den Korrelator genehmigt und wird die Finanzierung für den Bau der Datenleitung vollständig übernehmen. Ihre Fertigstellung wird für die zweite Hälfte von 2007 erwartet. Das Projekt schließt die Anbindung des Korrelators an das pan-europäische Internet-Verbindungsnetzwerk der europäischen Forschung (GÉANT) mit 1 Gbit s⁻¹ sowie eine 10 Gbit s⁻¹-Standleitung nach Groningen/Dwingeloo mit ein.

Erste Testübertragungen von ausgewählten Teleskopen über GÉANT, X-Win (DFN) und das VIOLA-Testnetz zum Institut wurden durchgeführt. Es konnten bereits Datenraten von über 800 Mbit s⁻¹ über den 1 Gbit-Anschluss des VIOLA-Netzes erreicht werden.

– Technische Entwicklungen für VLBI: Die Aufbereitung der VLBI-Daten für die Aufzeichnung erfolgt mit 25 Jahre alter Analoghardware. Im Rahmen der Entwicklung neuer, leistungsfähigerer digitaler Komponenten erstellt das MPIfR einen Analog/Digitalkonverter für einen europäischen, sogenannten Baseband-Konverter. Gemeinsam mit einem Festplattenrekorder ist dieser Konverter ein vollständiges VLBI-Aufzeichnungsterminal. Es wird erwartet, dass mit der neuen Hardware Datenraten von 2 bis 4 Gbit s⁻¹ erreicht werden können. Das Projekt ist eine Zusammenarbeit mit dem Istituto di Radioastronomia (Noto, Italien).

Seit der Installation in Effelsberg im März 2003 hat das Wasserdampfadiometer fast kontinuierlich Daten über den Wasserdampfgehalt der Toposphäre gesammelt. Es konnte nachgewiesen werden, dass diese Daten zur Korrektur der Interferometerphasen bei 3mm-VLBI-Beobachtungen genutzt werden können. Die zeitliche Kohärenz konnte auf 0,9 verbessert werden. Die absolute Kalibration des Radiometers wurde mittels GPS, Radiosonden und anderen Radiometern auf 15 mm Genauigkeit verifiziert. Dieses Projekt wurde mit EU-Mitteln gefördert.

2.9 Rechenzentrum

Das Institut ist seit April 2006 mit 34 Mbit s⁻¹ am DFN-Cluster der Universität Bonn angeschlossen. Dadurch sind u. a. auch IP-basierende Videokonferenzen besser durchführbar geworden. Im Netzwerkbereich haben die Bauplanungen der neuen Standleitung Effelsberg-Bonn (mehrere 1–10 Gbit s⁻¹ Glasfasern) begonnen. Diese werden u. a. für den Betrieb der wissenschaftlichen Projekte eVLBI und LOFAR benötigt. Im Rahmen des DFN-Testnetzes

VIOLA ist das MPIfR mit 10 Gbit s^{-1} angeschlossen und testet den Datentransfer von VLBI-Daten nach Onsala und anderen eVLBI-Lokationen.

Während die wissenschaftlichen Arbeitsplätze kontinuierlich auf die neuesten SuSE Linux Professional Releases (9.3/10.1) migriert werden, wird der Rechenbedarf der Arbeitsgruppen Infrarot-Interferometrie durch kleinere, clusterähnliche Installationen abgedeckt, die mit LSF (load share facility) betrieben werden.

Die zentralen Speicherkapazitäten sind inzwischen auf ca. 28 Terabyte angepasst worden.

3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

3.1 Lehrtätigkeiten

Vorlesungen von Mitarbeitern des MPIfR wurden gehalten an der Universität Bonn (Prof. P.L. Biermann, E. Fürst, K.M. Menten, G. Weigelt, J.A. Zensus, Priv.-Doz. S. Britzen, W. Huchtmeier, E. Krügel und M. Massi, Drs. P. Schilke, S. Thorwirth), an der Universität Heidelberg (Priv.-Doz. S. Britzen), an der Universität Köln (Prof. J.A. Zensus, Priv.-Doz. S. Britzen), sowie an mehreren ausländischen Universitäten (Prof. P.L. Biermann).

Im Rahmen der IMPRS Research School wurden 19 Seminarvorträge und drei "Soft Skills"-Veranstaltungen abgehalten, außerdem zwei Vorträge auswärtiger Wissenschaftler (F. Mirabel, A. Quirrenbach).

3.2 Prüfungen

Wissenschaftler des MPIfR wirkten wieder an zahlreichen universitären Diplom- und Promotionsprüfungen mit.

3.3 Gremientätigkeit

W. Alef: VLBI Technical and Operations Group EVN (Vorsitz), RadioNet Engineering Forum (stv. Vorsitz);

R. Beck: SKA, Science Working Group und Outreach Committee; SKA, Key Science Project "Cosmic Magnetism" (Vorsitz); ESKAC, European SKA Consortium (Sekretär); SKADS, Science Simulation Group; LOFAR, DCLA Review Panel and MPIfR project scientist; GLOW, German Long Wavelength Consortium (Sekretär);

T. Beckert: LBT LINC-Nirwana Science Group;

P.L. Biermann: Review Committees for FZ Jülich, FZ Karlsruhe, FZ DESY; APPEC, Theory Group and High Energy Group; Committee for quasars and young stars, NRW Academy of Science;

S. Britzen: Fakultät Physik, Univ. Heidelberg;

T. Driebe: VLT/AMBER Science Team;

E. Fürst: URSI Deutschland, Kommission J, Radioastronomie (Vorsitz);

C. Henkel: IAU Working Group on Astrochemistry; gewähltes Mitglied der CPT-Sektion der MPG; NRAO: Programm-Komitee;

K.-H. Hofmann: VLT/MATISSE Science Group;

A. Jessner: CRAF (Committee on Radio Astronomy Frequencies der European Science Foundation);

Y. Kovalev: RADIOASTRON: International working group on scientific program (Sekretär);

A. Kraus: URSI Deutschland, Kommission J, Radioastronomie (Vorsitz); EVN Technical and Operations Group;

S. Kraus: LBT LINC-NIRVANA Science Group; VLT/MATISSE Science Group;

A.P. Lobanov: ASTRO-G (VSOP-2) International Science Working Group; ESF, European Science Foundation: Ad Hoc Group on Space Exploration; E-VLBI: Science Advisory Group; EVN: Program Committee; RadioNet: Science Workshop and Training Working Group; SKA Science Simulation Working Group;

K.M. Menten: IRAM Executive Council; IAU Commission 34 Astrochemistry Working

Group;

D. Muders: IRAM Science Advisory Committee;

A. Polatidis: VLBI Technical Working Group; Synergy Working Group des RadioNet EU Netzwerkes;

R.W. Porcas: EVN Network Program Committee (Scheduler); URSI/IAU Global VLBI Working Group; Global 3mm VLBI Network (European Scheduler); EVN eVLBI Science Advisory Committee; EU Marie Curie Action RTN "ANGLES" (Bonn node, Scientist in Charge);

T. Preibisch: VLTI Science Demonstration Team;

W. Reich: URSI Deutschland, Kommission J, Radioastronomie (Vorsitz); GLOW, Technische Arbeitsgruppe (Vorsitz);

E. Ros: ESTRELA, Marie-Curie-Netzwerk der EU (Koordinator für Bonn);

A. Roy: RadioNet Software Forum networking activity (Vorsitz);

P. Schilke: APEX Board; European ALMA Science Advisory Committee; ALMA Science Advisory Committee (Vorsitz); HIFI Scientific Co-Investigator; SMA Time allocation Committee;

G. Weigelt: VLTI Implementation Committee, ESO; VLTI AMBER Science Team, AMBER Co-PI; VLTI MATISSE Science Group; LBT LINC-NIRVANA Science Group;

R. Wiełebinski: Fachbeirat Torun University Observatories;

J.A. Zensus: EVN Board of Directors; JIVE, Joint Institute for VLBI in Europe: Board; ESKAC, European SKA Consortium (Vorsitz); GLOW: German Long wavelength Consortium (Vorsitz); RadioNet, EU-FP6 Infrastructure Network (stv. Vorsitz); RadioAstron International Science Council (RISC); International SKA Council; VSOP International Science Council.

4 Wissenschaftliche Arbeiten

4.1 Millimeter- und Submillimeter-Astronomie

Molekülwolken und Sternentstehung in unserer Galaxis

Sternentstehung stand wiederum im Mittelpunkt der Forschungen in der Millimeter- und Submillimeter-Astronomie, wobei insbesondere APEX-Beobachtungen und die Vorbereitung auf mehrere Key-Projekte mit dem HIFI-Detektor für das HSO (Herschel Space Observatory) eine Rolle spielten.

Am 100m-Teleskop wurde erstmals Cyanoallen ($\text{H}_2\text{C}_3\text{HCN}$) nachgewiesen, das zwischen 20 und 35 GHz vier Rotationsübergänge in TMC-1 zeigt. Ferner gelang die Erstentdeckung der $(J,K)=(18,18)$ -Inversionslinie von NH_3 , die mit 3130 K über Grundniveau einen Anregungsrekord für das Molekül darstellt und sich als Thermometer für hohe Gastemperaturen eignet. Die in Richtung Sgr B2 detektierten Absorptionslinien weisen auf Temperaturen von mindestens 1000 K hin. Interferometrie wird zeigen, ob es sich hier um die diffuse Hülle um Sgr B2 herum handelt oder um extrem dichtes Gas nahe den heißen Kernen der Sternentstehungsregion.

Der im Jahr zuvor fertiggestellte Liniensurvey (80–116 und 202–218 GHz) der massereichen hot cores Sgr B2(LMH) und B2(M) wurde analysiert. In Richtung LMH wurden im 3mm-Fenster 3700 Linien detektiert, von denen bis jetzt etwa 60% identifiziert werden konnten. Sie gehören zu 50 Molekülsorten und deren 66 Isotopologen, wobei 43 vibrationsangeregten Zuständen zuzuordnen sind. Die Quelle M enthält weniger Linien (41/50/20). Es konnten einige neue Moleküle vorläufig identifiziert werden, darunter eine Vorstufe von Glycin, deren Folgeuntersuchung mit dem Plateau-de-Bure-Interferometer und dem ATCA (Australia Telescope Compact Array) die Entdeckung zu bestätigen scheinen.

Die Entstehung massereicher Sterne wurde auch an anderen Quellen studiert, z.B. an den einander benachbarten Regionen NGC 6334 I und I(N), die sich in unterschiedlichen Entwicklungsstadien befinden und deshalb evolutionäre Prozesse gut demonstrieren können.

Diese Quellen wurden mit dem australischen MOPRA-Teleskop gleichzeitig großflächig in einer Vielzahl von Emissionslinien kartiert; dies wurde durch die Breitbandigkeit des 3mm-Empfängers ermöglicht. Auch wurde mit APEX bei der Quelle I sowie der massereichen Sternentstehungsregion G327.3-0.6 eine Liniendurchmusterung im Submm-Bereich durchgeführt und selbst bei den höchsten Frequenzen ein sehr linienreiches Spektrum gefunden, was aufgrund der sehr hohen Staubopazität der innersten Zonen bei diesen Frequenzen nicht erwartet worden war. Strahlungstransportrechnungen (Monte Carlo) und Beobachtungen von vibrationsangeregtem HCN zu diesem Opazitätsproblem sind im Gange. Ferner wurden die Quellen I und I(N) interferometrisch untersucht, am ATCA in den Inversionsübergängen von NH₃, mit dem SMA (Submillimeter Array) im 1,3mm-Kontinuum; beide Regionen zerfallen in mehrere Subkomponenten und zeigen heißes Gas. Auch G327 wurde mit hoher räumlicher Auflösung kartiert, wobei nahe dem bekannten heißen Moleküllern ein Haufen massereicher, kalter, instabiler Klumpen in N₂H⁺-Emission entdeckt wurde, der vermutlich eine Frühphase der Entstehung einer OB-Assoziation darstellt.

Die Photodissoziationsregion des Orion "bar" war Gegenstand eines Liniensurveys am APEX-Teleskop bei 1 mm Wellenlänge. Die Liniendichte ist dort zwar viel geringer als in NGC 6334, überraschender Weise konnte aber trotz der hohen Temperatur des Gases das Molekül DCN nachgewiesen werden. Daraufhin wurden auch andere deuterierte Moleküle in dieser Region gesucht und DCO⁺ sowie HDCO gefunden; neue Modelle der Deuteriumchemie zeigten, dass man diese Molekülsorten im Rahmen einer Chemie der "warmen" Gasphase verstehen kann.

Es wurde eine Durchmusterung massereicher Sternentstehungsgebiete des Südhimmels zwecks Katalogisierung und Klassifikation ihrer Entwicklungsstadien begonnen. Ausgesuchte Quellen wurden im Submm-Bereich mit APEX beobachtet (H₂CO, CH₃OH, CO, HCO⁺, HCN und CH₃CN), um physikalische und chemische Eigenschaften zu bestimmen.

Die Sternentstehungsregion IRAS 05358 wurde mit dem Plateau-de-Bure-Interferometer (PdB) und dem SMA bei Frequenzen von 80 bis 650 GHz interferometrisch untersucht, um den Staub bei zahlreichen Wellenlängen analysieren sowie die Temperatur bestimmen zu können. Dank der hohen Auflösung gelang es, die Kondensation protostellarer Objekte in zahlreiche Einzelkomponenten aufzulösen. Einer der massiven Klumpen ist sehr kalt und steht also wohl ganz am Anfang seiner Entwicklung. Die Hauptkondensation spaltet in eine Binärquelle auf, deren eine Komponente Anzeichen für eine Scheibe oder eine weitere, engere Binärquelle zeigt.

Die molekularen Ausflüsse massereicher "Young Stellar Objects" (YSOs) mit Methanolmasern (6,7 GHz) wurden mit dem Nobeyama-45m-Teleskop in CO 1-0 kartiert. Dabei wurden Ausflüsse in sieben der acht untersuchten Quellen gefunden und daraus auf die Gleichzeitigkeit von Ausflüssen und Maserphase geschlossen.

Ein neues Sample massereicher kalter Molekülwolken wurde aus Extinktionskarten der galaktischen Ebene erstellt, die aus MIR-Daten des Spitzer-Teleskops gewonnen wurden. Im Vergleich zu entsprechenden NIR-Karten lassen sich auf diese Weise Wolken höherer Masse finden. Die Staubemission solcher Wolken wurde am 30m-Teleskop kartiert und in Folge eine Vielzahl massiver Kondensationen entdeckt, die die früheste Phase in der Entstehung massereicher Sterne darstellen könnten.

Mehrere Projekte widmeten sich der Entstehung massearmer Sterne. In der Dunkelwolke L 1521 F wurde nach einem Ausfluss ihres kürzlich entdeckten jungen Protosterns gesucht; es wurde aber nichts gefunden. Das erstaunt angesichts der bekannten Scheibe um diesen Protostern; die Eigenschaften des Objekts sollen mit ähnlichen Objekten *mit* Ausfluss verglichen werden. Dagegen konnten bei dem multiplen YSO-System der Bok-Globule BHR 71, in dem bereits ein hoch kollimierter Ausfluss dokumentiert war, in CO und CH₃OH ein zweiter Ausfluss entdeckt werden, der der zweiten Komponente des Binärsystems zugeordnet werden muss. Seine physikalischen Parameter wurden bestimmt. Weitere Projekte widmeten sich der chemischen Analyse der Photodissoziationsregion in M16, der großräumigen Kartierung des ruhigen Molekülkomplexes nahe dem Überriesen V CMa (beides an

APEX) sowie Hochenergieprozessen in Protosternen wie dem Goldreich-Kylafis-Effekt, zu dem VLBI-Beobachtungen und mm-Polarimetrie durchgeführt wurden. Schliesslich konnten die Beobachtungen des kompakten Coronet-Haufens sehr junger Sterne im Sternbild Corona Australis (CrA) ausgewertet werden, welche simultan vom Radio- über den IR- bis in den Röntgenbereich gewonnen worden waren. Damit wurde die Veränderlichkeit besonders junger Protosterne der Klasse I auf Korrelationen zwischen den Spektralbereichen untersucht, mit allerdings negativem Ergebnis. Das untermauert die These, die Röntgenemission dieser Objekte sei koronalen Ursprungs und nicht in Akkretions-Stoßfronten erzeugt. Die Röntgendaten zu diesem Projekt wurden mit Archivdaten zu einer der empfindlichsten Röntgenaufnahmen eines Sternentstehungsgebiets überhaupt kombiniert und statistisch ausgewertet.

Stellare Astrophysik

In Richtung des roten Überriesen VY CMa wurden zwei Rotationslinien von Wasserdampf aus dem niedrigsten vibrationell angeregten Zustand, der Knickschwingung, beobachtet. Die Intensität einer der Linien entspricht thermischer Anregung in heißem zirkumstellaren Material nahe der Photosphäre, die der anderen ist vermutlich durch einen schwachen Masereffekt verstärkt. Eine zukünftige Kartierung mit ALMA wird hochaufgelöste Studien dieser interessanten Region erlauben.

Der kohlenstoffreiche AGB-Stern IRC+10216 wurde am VLA mit einer Winkelauflösung von 35 mas (Millibogensekunden) bei 7 mm Wellenlänge untersucht. Damit konnte erstmals die die Radiostrahlung emittierende Region aufgelöst werden. Der resultierende Durchmesser, ca. anderthalb mal der der optischen Photosphäre, und die Helligkeitstemperatur von etwa 1720 K legen nahe, dass es sich hier um eine sog. Radiophotosphäre handelt, wie sie von Reid und Menten bereits um sauerstoffreiche Mira-Sterne gefunden worden war.

Seit etwa zwei Jahrzehnten harrt die Ursache der starken, variablen, nichtthermischen Radiostrahlung von θ_1 Ori A ihrer Aufklärung. Jetzt konnte gezeigt werden, dass θ_1 Ori A ein enges Tripel-System ist und die Radiostrahlung von der Komponente A2 stammt. In Verbindung mit Infrarotdaten wurde die Ausdehnung des Emissionsgebietes stark eingeschränkt und damit die Existenz grosser magnetischer Strukturen abgeleitet.

Für den Mikroquasar LSI +61°303, das bis heute einzige bekannte stellare Röntgen-Binär-System mit variabler Gammaemission im TeV-Bereich und periodischen Radioausbrüchen, wurden zwei mögliche Modelle diskutiert: junger Pulsar oder präzessierender Mikrobhazar; hierzu wurden alle verfügbaren Radiomessungen sowie optische und Gammadaten herangezogen.

Die Entstehung von Mikroquasaren, d.h. von relativistischen Jets senkrecht zu einer Akkretionsscheibe, hängt von der ursprünglichen Magnetfeldstärke ab. Kompakte Objekte wie Neutronensterne oder Schwarze Löcher können solche Jets nur entwickeln, wenn der Plasmadruck die magnetischen Kräfte überwiegt, sodass Akkretion möglich ist. Das Feld kann dann durch die rotierende Scheibe aufgewunden und gebündelt werden. Die Obergrenze der Feldstärke wurde untersucht, oberhalb derer Jetbildung nicht ablaufen kann. Über 10^{12} G ist diese Bildung generell nicht möglich; klassische Röntgenpulsare können sich also nicht zu Mikroquasaren entwickeln. Dagegen steht akkretionsbetriebenen Millisekundenpulsaren bei Feldern unterhalb $10^{7.5}$ G solch eine Phase offen, ebenso Schwarzen Löchern stellarer Masse, wenn das Magnetfeld am innersten stabilen Orbit $10^{7.5}$ G nicht übersteigt.

Extragalaktische Astronomie

Der erste molekulare Frequenzscan einer externen Galaxie (NGC 253) wurde am IRAM-30m-Teleskop fertiggestellt. Zwischen 129,1 und 175,2 GHz zeigt er 111 Linien von 25 Molekülen, darunter acht Erstdetektionen außerhalb der Milchstraße. Die Säulendichten weisen Ähnlichkeit mit Wolken im galaktischen Zentrum auf, also auf eine durch "langsame" Stoßfronten dominierte Chemie hin.

Bei der Kleinen Magellanischen Wolke (SMC) konnten die anomalen Extinktionskurven im Ultraviolett und im nahen Infrarot Richtung Zentrum der Milchstraße mit Hilfe eines Strahlungstransportprogramms mit Standard-Staubmodell erklärt werden, indem der unvermeidlich mitdetektierte Anteil des Streulichts berücksichtigt wurde, der auftritt, wenn der Abstand zum Beobachter viel größer ist als der Abstand zwischen Objekt und Staubwolke.

Die Häufigkeit von H₂O-Masern (22 GHz) in den prominentesten Mitgliedern der Lokalen Gruppe wurde mit der der Milchstraße verglichen. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Sternentstehungsraten zeigt lediglich IC 10 einen signifikanten Exzess gegenüber letzterer. Wie zuvor schon für M33, konnte mit dem VLBA jetzt auch für IC 10 die Eigenbewegung gemessen werden. Sie ergab sich zu $215 \pm 42 \text{ km s}^{-1}$ relativ zur Milchstraße. Unter der Annahme gravitativer Bindung von IC 10 und M33 an M31 resultiert daraus eine Untergrenze der Masse der Andromeda-Galaxie von $7,5 \times 10^{11} M_{\odot}$. Da zudem in M33 die Position eines dritten Masers auf $0,1''$ genau festgestellt werden konnte, sind künftig noch präzisere Messungen der Eigenbewegung von M33 zu erwarten.

Das interstellare Medium der Antennengalaxien (NGC 4038/39) wurde in den CO-Übergängen 1–0, 2–1 und 3–2 sowie im Kontinuum bei $870 \mu\text{m}$ beobachtet und mit Hilfe eines Modells von Photodissoziationsregionen analysiert. Die riesigen Wolkenkomplexe der Wechselwirkungsregion zwischen den beiden Galaxien zeigen keine Anzeichen von starker Sternentstehung; letztere läuft außerhalb ab. Die Temperatur der Komplexe liegt bei höchstens 25 K, die Dichte bei einigen 10^4 cm^{-3} . Innerhalb des jeweils innersten kpc um die beiden Kerne befindet sich mindestens zehnmal so viel Gas wie innerhalb des innersten kpc der Milchstraße.

Es wurden drei neue H₂O-Megamaser identifiziert, darunter ungewöhnlicherweise einer in Richtung einer Galaxie mit extrem hoher IR-Leuchtkraft. Ferner wurde bei einem detaillierten Vergleich von Masereigenschaften mit im Röntgenbereich bestimmten Säulendichten eine starke Diskrepanz zwischen Kilo- und Megamasern festgestellt, wobei letztere fast alle extrem hohe Säulendichten ($\geq 10^{23} \text{ cm}^{-2}$) aufweisen.

Mehrere Kerne aktiver Galaxien wurden mit APEX in den höheren CO-Übergängen J=3–2 bis 7–6 vermessen, um einen Vergleich der CO-Anregung zwischen lokalen, räumlich aufgelösten IR-hellen Galaxien und Quellen hoher Rotverschiebung zu ermöglichen. Anregungsstudien zu CO in Galaxien von $z = 2,5$ bis 4,1 am IRAM-30m-Teleskop wurden fortgesetzt und bis jetzt 12 Galaxien in mindestens drei CO-Linien (bis hinauf zu J=8–7) untersucht; in APM 08279 ($z = 4,1$) wurden sogar Übergänge bis zu 11–10 detektiert. Für drei dieser Galaxien konnte der Grundübergang, 1–0, in Effelsberg bzw. Green-Bank beobachtet werden; dieser ist mangels spezieller Anregungsbedingungen ein besonders guter Tracer für die molekulare Gesamtmasse. Es ergab sich, dass es in diesen Objekten keine dominierende kühle Gaskomponente niedriger Dichte gibt und somit die höheren Übergänge eine solide Abschätzung der Gasmassen erlauben.

Hoch rotverschobene Quellen wurden weiterhin auch in den beiden Feinstrukturübergängen von C I beobachtet und ihr wichtiges Linienverhältnis für drei Quasare und eine Submm-Galaxie bestimmt. Die Anregungstemperaturen ergaben sich daraus zu lediglich 30 bis 50 K, die Kohlenstoffhäufigkeiten zu gleichen bis etwas höheren Werten gegenüber der Milchstraße.

CO-Linien eignen sich allerdings nicht optimal zur Untersuchung der Sternentstehung in stark rotverschobenen Quasaren, da ihre Intensitäten nicht gut mit den IR-Leuchtkräften korreliert sind. Linien mit hoher kritischer Dichte (z.B. HCN und HCO⁺) sind besser auf die entsprechenden Regionen zugeschnitten. Es konnte erstmals ein HCO⁺-Übergang bei $z = 2,6$ beobachtet und damit bestätigt werden, dass die IR-Leuchtkraft nur zum Teil aus Sternentstehung stammt, zum grossen Teil aber aus der Aufheizung des Gases durch den aktiven Galaxienkern. Weil solche Tracer-Linien hoher Dichte aber wesentlich schwächer sind als CO, lässt sich diese Art der Beobachtung nur an wenigen Objekten durchführen.

Maserlinien z.B. von H_2O könnten einen Ausweg bieten. Jedoch war der 183 GHz-Maser im Quasar MG 0751 ($z=3,2$) selbst mit dem VLA nicht zu detektieren; auch bei Arp 220 zeigte sich keine starke Maserlinie. Die in H_2O masernden Regionen müssen also viel kleiner sein als die Emissionsgebiete der thermischen Linien.

Eine Datenbank mit 7000 Modellspektren der breitbandigen Energieverteilung von Galaxienkernen mit heftiger Sternentstehung (Starbursts) sowie von ultraleuchtkräftigen Galaxien (ULIRGs) wurde erstellt und im Netz frei zugänglich gemacht. Sie beruht auf Strahlungstransportrechnungen mit Kugelsymmetrie und ermöglicht die enge Eingrenzung der wesentlichen Objektparameter durch Vergleich mit eigener Beobachtung. Ihre Zuverlässigkeit wurde an Galaxien mit bekannten Parametern überprüft. Das Verfahren ist sogar auf Objekte in kosmologischer Entfernung mit nur wenigen Messpunkten anwendbar.

Personal: W.J. Altenhoff, Y. Ao, K. Basu, A. Beelen, A. Belloche, A. Brunthaler, G. Chon, C. Comito, J. Forbrich, R. Garrod, R. Güsten, K. Hachisuka, H. Hafok, C. Henkel, C. Hiet, N. Jethava, J. Kauffmann, T. Klein, R. Kneissl, E. Kreysa, E. Krügel, M. Massi, K. M. Menten, D. Muders, B. Parise, T. Peng, S. Philipp, T. Pillai, R. Roloffs, B. Roselt, K. Rygl, D. Samtleben, P. Schilke, J. Schmid-Burgk, J. Schraml, F. Schuller, G. Siringo, S. Thorwirth, L. Verheyen, P. v.d. Wal, T. L. Wilson, F. Wyrowski, Y. Xu, L. Zapata, J. Zhang,

mit S. Hüttemeister (Univ. Bochum), A. Beelen, F. Bertoldi, R. Schaaf, H. Voß (Univ. Bonn), S. Leurini (ESO Garching), D. Lutz, B. Posselt (MPE Garching), M. Emprechtinger, F. Bielau, U.U. Graf, C.E. Honingh, K. Jakobs, H.S.P. Müller, D. Rabanus, K. Rettenbacher, J. Stutzki, B. Vowinkel, N. Volgenau, G. Wieching, M.C. Wiedner (Univ. Köln), H. Beuther, T. Henning, K.K. Knudsen, D.A. Riechers, F. Walter (MPIA Heidelberg), K. Schreyer (AIU Jena),

und W.J.G. de Blok (Mt. Stromlo, Australien), J. Ott, L. Staveley-Smith (ATCA, Sydney, Australien), A. A. Lundgren, L.-Å. Nyman, P. Bergman, V. Reveret (ESO, Chile), M. Ledlow (La Serena, Chile), X.W. Zheng (Nanjing, China), A. Castets, F. Herpin, (Univ. Bordeaux, Frankreich), P. André, N. Peretto (Gif-sur-Yvette, Frankreich), C. Cecarelli, B. Lefloch (Grenoble, Frankreich), P. Cox, P. Hily-Blant, C. Thum (IRAM, Frankreich), G. Pineau de Forêts, E. Roueff (Meudon, Frankreich), E. Falgarone, M. Gerin, P. Hennebelle, J.-F. Lestrade, A. Omont (Paris, Frankreich), E. Caux (Toulouse, Frankreich), P. Castangia, A. Tarchi (Cagliari, Italien), P. Caselli, M.N. Nagar, G. Torricelli-Ciamponi, C.M. Walmsley (Florenz, Italien), H. Imai (Kagoshima, Japan), Y. Hagiwara, M. Miyoshi (Tokyo, Japan), H. Falcke (ASTRON, Niederlande), M. Dobbs (Montreal, Kanada), M.R. Hogerheijde, E.F. van Dieshoeck, T.A. van Kempen (Leiden, Niederlande), G. de Lange, A.G.G.M. Tielens (Groningen, Niederlande), J.H. Black (OSO, Schweden), J. Alves (Almería, Spanien), S. Martín, R. Mauersberger (Granada, Spanien), J. Alcolea, J. Cernicharo, S. García-Burillo, J. Martín-Pintado, J.R. Pardo (Madrid, Spanien), M.C. Wyatt (Cambridge, UK), P.A.R. Ade (Cardiff, UK), E. Polehampton (RAL, Chilton, UK), W.R.F. Dent (Edinburgh, UK), J. Hatchell (Exeter, UK), D. Neufeld (Univ. Baltimore, USA), S.C. Chapman, A. Kovács, D.C. Lis, T. G. Phillips, N.Z. Scoville (Caltech, USA), N.W. Halverson (Univ. Colorado, USA), T.L. Bourke, S. Brünken, A. Crapsi, L. Greenhill, T.L. Huard, T.R. Hunter, S.T. Megeath, P. Myers, M. Reid (Harvard CfA, USA), D.J. Benford, J.G. Staguhn (NASA GSFC, Greenbelt, USA), M.G. Wolfire (Univ. Maryland, USA), M.S. Yun (Univ. Massachusetts, USA), S. Maret (Univ. Michigan, USA), J.A. Braatz, C. Carilli, V.L. Fish, K.Y. Lo, C.L. Brogan, C.L. Carilli, V.L. Fish, F.N. Owen, Y.L. Shirley (NRAO, USA), C.D. Dowell (JPL, Pasadena, USA), N.J. Evans II, C.H. Young (Austin, Texas, USA).

4.2 Very Long Baseline Interferometrie. Radio Kontinuum

Untersuchungen an Radiojets

Beobachtungen von Radiojets mit dem globalen VLBI-Netzwerk bei 3 mm Wellenlänge im Jahr 2006 umfassen eine Langzeitstudie von 3C 454.3 nach einem großen Flusssichteaus-

bruch, die Untersuchung einer möglichen Jetrotation in NRAO 150 und die Beobachtung von Sgr A* im galaktischen Zentrum. Bei Sgr A* scheint im Vergleich zu früheren Messungen die Quelle vergrößert. Obwohl dieses mit einer erhöhten Flussdichte der Quelle zu dieser Epoche einhergeht, sind neue Daten unerlässlich, um eine mögliche Korrelation zwischen Quellgröße und Flussdichte zu bestätigen. Um Polarisationsmessungen mit mm-VLBI zu ermöglichen, wurden mehrere Testexperimente durchgeführt. Eine Analyse-Software basierend auf der Datenreduktionsumgebung AIPS ist in Entwicklung.

Ein Satz von 37 ultra-hochauflösten GMVA- und VLBA-Bildern des Quasars NRAO 150 wurde analysiert. Die Beobachtungen überdecken einen Zeitraum von ungefähr 10 Jahren und zeigen in Projektion eine linksdrehende Jetrotation (die schnellste bisher für einen AGN gefundene) innerhalb der inneren 60 pc des Jets. Dieses extreme Schwingen des Jets ist mit einer nicht-ballistischen Bewegung des Jets mit Überlichtgeschwindigkeit innerhalb dieser Region assoziiert. Das macht NRAO 150 zum idealen Kandidaten für die Untersuchung von Jet-Wobble-Phänomenen, und erlaubt die Studie des Akkretionssystems in radiolauten AGN.

Intensive 15 GHz-VLBA-Beobachtungen des BL Lac-Objekts S5 0716+714 wurden zwischen 1994 und 2006 durchgeführt und analysiert. Es ergibt sich ein neues Szenario für die Komponentenbewegung im Jet dieser Quelle, wo nicht mehr Langzeitbewegung nach außen stattfindet, sondern vielmehr eine Oszillation der Komponenten um einen mittleren Kernabstand. Obwohl sich keine signifikante Änderung in der Kernseparation der Komponenten zeigt, ergeben sich Änderungen im Positionswinkel. Desweiteren ergibt sich eine Beziehung zwischen Evolution der totalen Flussdichte bei 14,5 GHz und den beobachteten Änderungen des Positionswinkels der innersten Jetkomponente im Kernbereich. Sie deutet auf einen signifikanten, geometrischen Beitrag zur Flussdichtevervariabilität in S5 0716+714 hin.

Die Rolle von Kelvin-Helmholtz- (KH) Instabilitäten in der Formation der beobachteten Strukturen in relativistischen Jets wurde mit Hilfe von relativistischen 3D-magnetohydrodynamischen Simulationen untersucht. Diese wurden anschließend mit der internen VLBI-Struktur des Jets von 3C 273 verglichen. Die aus der Simulation folgenden, ansteigenden Störungsmoden haben ähnliche Wellenlängen wie die beobachteten, zeigen jedoch andersartige Wellengeschwindigkeiten und "Mode-Identifizierung". Die beobachteten Strukturen könnten zumindest teilweise durch ansteigende KH-Instabilitäten in einer langsameren, äußeren Schicht des Jets erklärt werden. Wenn die längste beobachtete helikale Struktur durch Präzession des Ausflusses entsteht, dann sollte die Periode der Präzession länger sein als die, die man aus den Variationen des Positionswinkels der Komponentenausstöße ableitet.

Korrelationen zwischen Jet-Ausstoßereignissen und Änderungen in der Kontinuumsemission der radiolauten Galaxie 3C 390.3 wurden mit Hilfe von archivierten Langzeitbeobachtungen im Radio-, optischen und Röntgenbereich untersucht. Hier gibt es Anzeichen für einen Zusammenhang zwischen dem variablen optischen Kontinuum und einer stationären Komponente im Jet, und dem Ausstoß von Radiokomponenten während oder nach einem Abfall in der Röntgenlichtkurve. Während des Röntgenabfalls ist die Flussdichtevervariabilität signifikant verringert, wobei das Härteverhältnis und dessen Varianz härter werden. Diese Ergebnisse stärken die Idee einer Ähnlichkeit zwischen AGN und Mikroquasaren und deuten auf einen gemeinsamen physikalischen Mechanismus im Disk-Jet-System hin. Weitere Gemeinsamkeiten wurden anhand des Vergleiches zwischen 3C 390.3 und den Mikroquasaren GRS 1915+105 und Cyg X-1 untersucht. Wenn die Analogie zwischen Ausstoßrate

von GRS 1915+105 und 3C 390.3 stimmt, dann sollten die Ausstöße von 3C 390.3 zwischen $\simeq 0,01$ und 1 pro Jahr auf einer Zeitskala von 1000 Jahren liegen.

Aktive Galaxien

Der Radioquasar 3C 454.3 zeigte ab Frühling 2005 über die Dauer von mehr als einem Jahr einen dramatischen optischen Ausbruch. Die maximale Helligkeit wurde mit $R = 12,0$ gemessen – der bisher höchste detektierte Helligkeitszustand eines Quasars ($M_B = -31,4$). Eine besondere Kollaboration zwischen MPIfR, IRAM, SMA und Boston erlaubte die Aufnahme von 55 quasi-simultanen Radiospektren im Zeitraum zwischen Mai 2005 und Januar 2007 bei 11 Frequenzen zwischen 1,4 und 350 GHz. Die spektrale Evolution zeigt deutliche Variationen oberhalb von 10 GHz mit einem spektralen Maximum der variablen Komponente bei 100 GHz. Parallele Beobachtungen mit mm-VLBI zeigen Anzeichen für Absorption auf der sub-pc Skala, aber keinen Ausstoß einer neuen Komponente. Unter Berücksichtigung der Stärke des Ausbruchs ist dieses recht unerwartet und führt eventuell zu einer Modifikation des typischen “Ausbruchs-Ausstoß-Szenarios” in Blazaren. Daten dieser Messreihe trugen auch zur Breitbandkampagne des WEBT (Whole Earth Blazar Telescope) bei.

Eine Suche nach molekularen Tori auf pc-Skala vor den Kernen von Radioquellen in AGN durch Absorption hoch-angeregter OH-Zustände wurde durchgeführt. Bisherige Untersuchungen von OH-Absorption im Grundzustand zeigten überraschend geringe Detektionsraten, womöglich hervorgerufen durch die hohen Strahlungstemperaturen der Kerne, die eine radiative Anregung und daher eine Unterdrückung der Opazität im Grundzustand hervorrufen. Mit Hilfe des Effelsberg-Teleskops wurde eine Durchmusterung von 30 Seyfert-Galaxien Typ 2 mit hohen Absorptionssäulendichten im Röntgenbereich (also “edge-on” Systemen) durchgeführt, um nach Absorption durch angeregtem OH bei 6 GHz zu suchen. Detektionen erfolgten für NGC 3079, Mrk 231, Mrk 273, NGC 5793 und NGC 4261. Die anschließende Suche nach Methanol in NGC 3079 bei 6,7 GHz mit Effelsberg erlaubte die erste extragalaktische Detektion von Methanol bei dieser Frequenz. Eine Beobachtung von angeregter OH-Absorption in Cygnus A mit dem VLBA bei 13,4 GHz erlaubte eine weitere Detektion im Gegensatz zu NGC 1052. In allen Fällen, in denen Absorption in angeregtem OH gefunden wurde, existierte auch Absorption im Grundzustand. Die Suche nach angeregtem OH hat keine signifikant neuen Detektionen hervorgebracht.

Kurzzeitvariabilität

Die Untersuchung der Kurzzeitvariabilität (Intra-Day-Variability, IDV) in Radioquellen hat das Ziel, den quell-intrinsischen Anteil und den extrinsischen Anteil, z.B. interstellare Szintillation (ISS) durch Streuung im turbulenten interstellaren Medium, zu bestimmen. Für einige Quellen ist die Messung einer jahreszeitlichen Modulation der beobachteten Variabilitätszeitskalen, aufgrund der Bahnbewegung der Erde um die Sonne, ein starkes Indiz für ISS. Um solche jahreszeitlichen Variationen zu suchen, wurden intensive Beobachtungen mit dem 100m-Effelsberg- und dem 25m-Urumqi-Teleskop in China durchgeführt. Hierbei wurde das Urumqi-Teleskop vom MPIfR mit einem hochmodernen 5 GHz Empfänger und einem neuen Fahrprogramm ausgestattet. Es wurden Daten von insgesamt neun Epochen mit einer Gesamtbeobachtungszeit von ungefähr 39 Tagen aufgenommen. Die beobachteten IDV-Quellen beinhalten: B 0716+714, B 0917+624, B 0954+658 und B 1128+592. Im Rahmen dieses Projekts wurden sowohl ein verbesserter Code für die Datenreduktion, als auch neue Prozeduren zur Korrektur von systematischen Effekten entwickelt. Beides trägt maßgeblich zur Verbesserung der Datenqualität bei. Die ausgezeichnete Übereinstimmung zwischen Daten, die simultan in Effelsberg und Urumqi aufgenommen wurden, zeigt, wie sehr das Urumqi-Teleskop – trotz kleinerem Spiegel – für IDV-Messungen geeignet ist.

Beobachtungen von J1128+592 mit Effelsberg und Urumqi bei 4,85 GHz wurden in 14 Epochen zwischen Dezember 2004 und Dezember 2006 durchgeführt. Ausgeprägte Variationen von bis zu 30 % ergaben sich zu jeder Epoche mit charakteristischen Zeitskalen von einigen Stunden bis zu zwei Tagen. Die bisherigen Messungen deuten in der Tat auf eine jahreszeitliche Modulation der Variabilitätszeitskalen hin. Die Änderungen in der Zeitskala lassen

sich am besten durch die Annahme eines anisotropen Szintillationsmusters beschreiben. Quasi-simultane Multi-Frequenzbeobachtungen (2,7, 4,85 und 10,45 GHz) mit Effelsberg haben gezeigt, dass die Frequenzabhängigkeit der Variabilität sehr gut mit der Vorhersage der Szintillationstheorie übereinstimmt. In Verbindung mit der beobachteten jahreszeitlichen Modulation ergibt sich hieraus ein unteres Limit für den Abstand des Streumediums von ca. 100 pc.

Der IDV-Quasar 0917+624 war über mehr als ein Jahrzehnt (1986 bis 1999) bekannt für seine starke Variabilität mit Amplituden von 10–20 % innerhalb von 0,8 bis 1,6 Tagen und mit sogar stärkeren und schnelleren Variationen im polarisierten Fluss und Polarisationswinkel. Seit dem Jahr 2000 ist die beobachtete Kurzzeitvariabilität jedoch fast verschwunden. Wenn interstellare Szintillation der Ursprung in der Vergangenheit war, wäre eine mögliche Erklärung eine Änderung in der Morphologie der Quelle, d.h. eine Vergrößerung der szintillierenden Komponente (z.B. durch einen Ausstoß einer neuen Komponente am Fußpunkt des Jets). Um dieses Szenario zu testen, wurden VLBI-Beobachtungen der Quelle von 1999 bis 2005 analysiert. Zwei neue VLBI-Komponenten wurden ungefähr Anfang 2000 und möglicherweise Anfang 2003 ausgestoßen. Jedoch ist der zeitliche Abstand zwischen den Ausstößen zu lang im Vergleich zur der Zeit, die eine Komponente benötigt, um sich vom Kern zu trennen und die IDV-Aktivität hätte zwischenzeitlich zurückkehren müssen. Da diese Hypothese der unterdrückten Szintillation sich scheinbar nicht bestätigt, werden nun alternative Szenarien überprüft, z.B. Änderungen der Flussdichte in der szintillierenden Komponente. Multifrequenz- und Polarisationsbeobachtungen mit VLBI werden nun analysiert, um die Spektral- und Polarisationsseigenschaften der individuellen Jetkomponenten zu studieren.

Desweiteren ist ein neues Modell entwickelt worden, das die hohen IDV-Helligkeitstemperaturen als intrinsisch hoch erklärt. Die inkohärente Synchrotron- und inverse Compton-Strahlung einer anisotropen Verteilung von relativistischen Elektronen, die sich entlang Magnetfeldlinien unter kleinen Neigungswinkeln bewegen, wird dabei untersucht. Die Helligkeitstemperatur-Begrenzung aufgrund von Comptonverlusten zweiter Ordnung wird mit Helligkeitstemperaturen abgeleitet von Equipartitionsargumenten verglichen. Dabei findet man, dass eine anisotrope Verteilung relativistischer Elektronen, die sich in geordneten Magnetfeldern bewegen, die Äquipartitions- und Compton-Helligkeitstemperatur um einen Faktor von 3–4 erhöhen kann. Das würde einige der Schwierigkeiten in der Interpretation von extremen Helligkeitstemperaturen beseitigen.

Statistische Studien an großen Stichproben von Radioquellen

Um die Radioquellen zu identifizieren, die eventuell die CMBR-Messungen mit dem Caltech Cosmic Background Imager (CBI) kontaminieren, sind die Spektren einer Stichprobe von 6000 Quellen bestimmt worden – unter Benutzung ihrer gemessenen Flussdichten bei 4,85/10,45 GHz (Effelsberg) und 1,4 GHz (aus dem NVSS). Nicht mehr als 20 % dieser Quellen steuern in dem CBI-Frequenzbereich mehr als einige mJy bei. Die Datenbasis dieser Messungen wurde zudem für eine Anzahl anderer Studien benutzt, z.B. ergibt die Extrapolation der Quellspektren ein Maß für die Radiopopulation bei hohen Frequenzen. Diese stimmt mit den theoretischen Vorhersagen überein. Die Kenntnis der erwarteten Populationen bei anderen Frequenzen ermöglicht eine Abschätzung des Flussdichtebeitrags von unaufgelösten Quellen (Konfusion).

Die 20 größten Radiokontinuumskataloge innerhalb von VizieR (CDS) sind für die Bestimmung von Radiospektren zwischen 2 cm und 1 m Wellenlänge benutzt worden. Dabei sind Radiospektren für 67000 der 3,5 Millionen katalogisierten Quellen mit mindestens drei unabhängig gemessenen Frequenzen extrahiert worden. Diese Datenbasis wurde nach "Gigahertz peaked spectrum" (GPS) Quellkandidaten durchsucht, die anschließend mit Effelsberg bei 4,85, 10,45 und 32 GHz quasi-simultan beobachtet wurden.

Die kompakte Struktur von 250 Flachspektrum-Radioquellen ist unter Benutzung von interferometrischen "fringe visibilities" mit projizierten Basislinien von bis zu 440 M λ – mit dem VLBA bei 15 GHz aufgenommen – untersucht worden. So lassen sich kleinste

Quellstrukturen auf Winkelskalen von 0,05 mas untersuchen. Für 171 Quellen bleibt mehr als die Hälfte der totalen VLBA-Flussdichte bis zu den längsten Basislinien unaufgelöst. Der Kern jeder Quelle wurde dabei mit einer elliptischen Gaußkomponente modelliert. Ungefähr 60 % der Quellen zeigen eine unaufgelöste Kernkomponente (kleiner als 0,05 mas) - im allgemeinen transversal zur Jetrichtung. Abschätzungen der Helligkeitstemperaturen im Kern liefern typischerweise 10^{11} bis 10^{13} K, aber erreichen bis zu 5×10^{13} K, und liegen daher scheinbar oberhalb des IC-Limits für stationäre Synchrotronquellen.

Es wurde die Beziehung zwischen beobachteten und intrinsischen Größen für einen "beamed Radiojet" untersucht. Diese Methoden wurden auf 15 GHz-VLBA-Beobachtungen von über 100 AGN-Jets aus den Jahren 1994 bis 2002 angewendet. Die Ergebnisse unterstützen nachhaltig das "relativistic beam model" für extragalaktische Radiojets.

Gravitationslinsen

Untersuchungen des Gravitationslinsensystems B 0218+357 mit VLBI wurden fortgesetzt, wobei dessen zwei Bilder ein anomales, frequenzabhängiges Flussdichte-Verhältnis aufweisen. Eine detaillierte Untersuchung der Interaktionen der Bild-Helligkeitsverteilung mit der Vergrößerung (abgeleitet aus diesen Modellen) kann diesen Effekt nicht erklären. Frei-Frei-Absorption in einer dichten Molekülwolke entlang der Sichtlinie von Bild A, deren Existenz anhand von spektroskopischen Messungen bekannt ist, könnte jedoch tatsächlich den Unterschied zwischen den Radiospektren von Bild A und B erklären. Refraktive Streuung durch ein Medium, das Bild A nur teilweise überdeckt, könnte ebenfalls das beobachtete, anomale, frequenzabhängige Flussdichteverhältnis reproduzieren. Jedoch gibt es nur geringe Anzeichen dafür, daß Bild A im Vergleich zu Bild B starke Streuung erleidet.

Das Gravitationslinsensystem B 2016+112 ist ein quadropolartiges System, mit zwei getrennten Komponenten und einem Paar sich vermischender Teilbilder. Hochauflösende, globale VLBI-Beobachtungen bei 1,7 und 5 GHz, sowie 8,4 GHz-Beobachtungen mit dem HSA (High Sensitivity Array) zeigen eine reichhaltigere Struktur in in den Einzelkomponenten. Eine detaillierte spektrale Analyse aller Komponenten wurde durchgeführt. Die gefundenen, feinen strukturellen Details werden weitere Einschränkungen für eingehendere Modellierungen des Systems liefern.

Das Gravitationslinsensystem CLASS B 2108+213, dessen Bildseparation konsistent ist mit einer Linse, die aus einer Galaxiengruppe besteht, wurde benutzt, um erstmalig die Struktur und Zusammensetzung eines "dark matter halos" bei hoher Rotverschiebung zu untersuchen. Optische Spektroskopie mit dem Keck-Teleskop wurde durchgeführt, um die stellare Geschwindigkeitsdispersion der als Linse fungierenden Galaxie zu bestimmen, und 45 Galaxien der Gruppe zu identifizieren. Die stellare Geschwindigkeitsdispersion beschränkt die Kerneigenschaften des Linsenpotentials und die Gruppengalaxien sind als "sub-halos" in das Massenmodell eingebaut worden. Die ausgedehnte Emission von den zwei, radiolauten Linsenbildern, wie mit Global-VLBI bei 5 GHz im Februar 2006 beobachtet, liefert weitere Einschränkungen für das Massenmodell der Linse auf kpc-Skala.

Eine Studie der Linse CLASS B 2045+265 wurde durchgeführt, um den Ursprung des anomalen Flussverhältnisses seiner Bilder zu bestimmen. Während die Positionen der Linsenbilder sehr einfach mit Linsenmodellen unter Benutzung einer global flachen Massenverteilung reproduziert werden können, ist eine Reproduktion der Flussdichte der Bilder nicht möglich. Solche Flussdichteanomalien wurden kürzlich der Anwesenheit von Massen-Substrukturen ($106 - 109 M_{\odot}$) in der als Linse fungierenden Galaxie zugeschrieben – wie Simulationen von Galaxienentstehung vorhersagen. Diese Substrukturen verursachen eine lokale Störung im Linsenpotential, die zu einer Vergrößerung (Verkleinerung) von einem (oder mehreren) der Linsenbilder bzw. zu einem anomalen Flussverhältnis führen kann. Hochaufgelöste VLBA-Radiokarten, und optische Aufnahmen mit dem Keck-Teleskop und dem HST haben gezeigt, daß die anomalen Flussverhältnisse der Bilder in B 2045+265 nicht durch Propagationseffekte verursacht werden, sondern durch eine kleine, der Hauptgalaxie zugehörige Zwerggalaxie. Ein neues Massenmodell, welches die Zwerggalaxie beinhaltet, kann die beobachteten Positionen und Flussdichten der Linsenbilder reproduzieren.

Sterne und Sternexplosionen

Die wiederkehrende Nova RS Ophiuchi durchlief ihren sechsten bekannten Ausbruch seit 1898 am 12. Februar 2006. Vieles deutet darauf hin, daß dieses Phänomen durch thermonukleare Explosionen in wasserstoffreichem Material verursacht wird, das von einem begleitenden Roten Riesen auf die Oberfläche eines Weißen Zwerges akkretiert. VLBI-Beobachtungen bei 1,7 und 5 GHz mit VLBA und mit EVN zeigen zunächst schwache Radioemission in einer zirkulären Struktur, signifikant heller auf der östlichen Seite und in späteren Epochen eine kontinuierliche Expansion mit einer Geschwindigkeit von 0,6 mas pro Tag (äquivalent zu 1730 km s^{-1} bei einer Entfernung von 1,6 kpc), wobei die Struktur in sehr komplexer Form anwächst und eine zweite Komponente östlich des Ringes auftaucht. Nachfolgende MERLIN-Beobachtungen zeigten das Auftreten einer weiteren Komponente in Richtung Westen, wobei sich die Morphologie später in eine elongierte Ost-West-Struktur entwickelt. Eine sehr ähnliche Struktur wurde auf VLBI-Bildern bei 1,6 GHz rund 77 Tage nach dem vorherigen Ausbruch im Jahre 1985 beobachtet. Diese Studie bestätigt das Grundmodell, welches nach dem Ausbruch von 1985 entwickelt wurde. Hier resultiert die Radioemission von einer Stoßwelle, die durch den Wind des Roten Riesen expandiert. Es ist jedoch unklar, ob die elongierte Struktur von einem bipolaren Ausstoß herrührt oder ob eine ursprünglich sphärische Explosion durch z.B. einen asymmetrischen Wind des Roten Riesen umgeformt wurde.

VLA und ATCA wurden zur Suche und Detektion der extragalaktischen Radio-Rekombinationslinie (RRL) $H 92\alpha$ in den Starburst-Galaxien NGC 4945, NGC 3256, NGC 1808 und der Circinus Galaxie bei 8,4 GHz benutzt und vergrößern die relativ kleine Stichprobe von Galaxien mit bekannten RRL-Detektionen. Die Linie in NGC 4945 (11 mJy) ist die stärkste, bekannte extragalaktische RRL - sogar stärker als die ursprünglichen Detektionen in M 82 und NGC 253 - und erlaubte die Bestimmung der Rotationskurve der inneren 70 pc. Daraus ergibt sich eine eingeschlossene Masse von $3 \times 10^7 M_{\odot}$ und eine Gasoberflächendichte von $25000 M_{\odot} \text{ pc}^{-2}$, signifikant größer als der Grenzwert für Sternentstehung zwischen 3 und $10 M_{\odot} \text{ pc}^{-2}$.

Personal: I. Agudo, W. Alef, E. Angelakis, T.A. Arshakian, U. Bach, S. Bernhart, S. Britzen, L. Fuhrmann, K. Gabányi, D. Graham, V. Impellizzeri, U. Kovalev, A. Kraus, T. Krichbaum, N.A. Kudryavtseva, S.S. Lee, A.P. Lobanov, N. Marchili, J. McKean, V. Meyer, R. Mittal, A. Moré, P. Müller, M. Perucho, R. Porcas, E. Ros, A. Roy, A. Witzel, J.A. Zensus, mit A. Eckart, R. Schödel (Univ. Köln), und E. Middelberg (ATNF, Epping, Australien), J. Bustos (U. Concepción, Chile), J.L. Han, X.H. Qian, X.Z. Zhang (NAO, Beijing, China), X. Liu, H.G. Song (Urumqi Obs, NAO, China), M. Tornikoski, A. Lahteenmaki, A. Mujunen (Metsahovi, Finnland), T. Savolainen, K. Wiik (Tuorla Obs. Finnland), W. van Driel (Obs. Paris, Frankreich), B. Vollmer, S. Derriere, T. Boch, B. Gassmann, P. Dubois, F. Genova, F. Ochsenein (CDS, Strasbourg, Frankreich), E. Davoust (Obs. Midi-Pyrenees, Toulouse, Frankreich), I. Gonidakis (NOA-IAA, Griechenland), K.R. Anantharamaiah (deceased; RRI, Bangalore, Indien), A. Orfei (IRA, Bologna, Italien), T. Belloni (NRAO, Merate, Italien), R.C. Vermeulen (ASTRON, Niederlande), M. Garrett, O. Wucknitz, L.I. Gurvits (JIVE, Niederlande), L. Koopmans (Kapteyn Inst., Niederlande), N.R. Mohan (Leiden Obs., NL), N.S. Kardeshev (Lebedev Inst., Moskau, Russland), J. Conway, M. Lindquist (Onsala, Schweden), J.L. Gomez (IAA, Granada, Spanien), J. Acosta, R. Barrena (La Laguna, Spanien), M. Bremer, H. Ungerechts, H. Wiesemeyer, C. Thum (IRAM, Spanien), J.-M. Martí (Univ. Valencia, Spanien), R. Dodson, F. Colomer, J.-F. Desmurs (OAN, Yebes, Spanien), P.J. Diamond, I.W.A. Browne, N. Jackson, T.J. O'Brien, T.W.B. Muxlow, R.J. Beswick, S.T. Garrington, R.J. Davis (Jodrell Bank, UK), A. Evans (Univ. Keele, UK), S.P.S. Eyres (Univ. Lancashire, UK), M.F. Bode (Liverpool, UK), I.M. McHardy (Univ. Southampton, UK), P.E. Hardee (Univ. Alabama, USA), A.P. Marscher, S.G. Jorstad (Boston Univ., USA), A.C.S. Readhead, T.J. Pearson, M.H. Cohen (Caltech, USA), D. Thompson, K. Matthews, T. Soifer (Caltech Opt. Obs., USA), K.I. Kellermann (NRAO, Charlottesville, USA), D.C. Homan (Denison Univ., USA), M. Kadler (GSFC, NASA, USA), M. Gurwell (SMA, Hawaii, USA),

M.F. Aller, H.D. Aller (Univ. Michigan, USA), M.L. Lister (Purdue Univ., USA), C. Walker, V. Dhawan, M. Goss (NRAO Socorro, USA), R. Blandford (Stanford Univ., USA), T. Treu (UC-Santa Barbara, USA), C. Fassnacht (UC-Davis, USA).

Radiostrahlung der Milchstraße

Der 4,8 GHz Polarisations- und Kontinuums-Survey der galaktischen Emission am 25m-Teleskop bei Urumqi (China) wurde weitergeführt. Von besonderem Interesse sind "Faraday Screens" im interstellaren Medium, die selbst keine oder nur geringe Emission aussenden, aber hohe Faraday-Rotationsmaße aufweisen. Faraday Screens, die bei 4,8 GHz sichtbar sind, müssen sehr starke, geordnete Magnetfelder enthalten, deren Ursprung noch nicht vollständig verstanden ist.

Strukturanalysen und statistische Eigenschaften polarisierter Strahlung liefern Aussagen über das magnetisierte interstellare Medium. Dies setzt die Korrektur einer Reihe von instrumentellen Einflüssen und eine Absoluteichung der einzelnen Karten in den Stokes-Parametern voraus, was in der Praxis nicht immer möglich ist. Die Abhängigkeit der Wavelet-Struktur-Spektren von diesen Effekten wurde auf Grundlage von ausgewählten Effelsberger 1,4 GHz Karten systematisch untersucht.

Eine "Angular Power Spectrum" Analyse unseres 1,4 GHz-Gesamthimmels-Surveys wurde mit zuvor nicht erreichter Genauigkeit für Gesamtintensität und polarisierte Emission fertiggestellt. Diese Ergebnisse sind für die Trennung von Emissionskomponenten bei Anisotropie-Experimenten der Kosmischen Hintergrundstrahlung (CMB) wichtig und erlauben, den Einfluss galaktischer Synchrotronemission auf CMB-Messungen zu bestimmen. Galaktische Synchrotronstrahlung beeinflusst Messungen der wichtigen "B-Mode" der CMB-Strahlung im allgemeinen stark und lässt deren Nachweis durch künftige Experimente nur in ausgewählten Regionen mit geringer Vordergrundemission erwarten.

Radio und Ferninfrarot

Die Analyse von hochaufgelösten Karten der nahen Scd-Galaxie M33 mit Wavelet-Funktionen zeigte, dass thermische Radiostrahlung und $H\alpha$ auf allen Skalen sehr gut korrelieren, dass auf kleinen Skalen bis 2,5 kpc die nichtthermische Radiostrahlung gut mit der thermischen Radiostrahlung und der $H\alpha$ -Emission korreliert und dass die Korrelation zwischen der Emission von warmem Staub (Spitzer 24 μm) und der thermischen Radiostrahlung (Effelsberg 8,4 GHz) besser ist als die zwischen der Emission von kaltem Staub (160 μm) und der nichtthermischen Radiostrahlung.

Die 70 μm und 160 μm -Karten ergaben eine Karte der Staubtemperaturen, die zwischen 18 und 30 K liegen, woraus für Kohlenstoff/Silikat-Staubpartikel eine Extinktionskarte erstellt wurde. Aus der korrigierten $H\alpha$ -Karte konnten dann thermische Radiokarten bei 8,4 und 1,4 GHz berechnet werden, die von unseren Karten der Gesamtstrahlung abgezogen wurden. So entstanden die ersten zuverlässigen Karten der nichtthermischen Radiostrahlung und des nichtthermischen Spektralindex in einer Spiralgalaxie. Im Vergleich zu den Spiralarmen ist das Spektrum in den Zwischenarmgebieten deutlich steiler, was auf Energieverluste der kosmischen Elektronen durch Synchrotronverluste hindeutet.

Magnetfelder in nahen Galaxien

Die Verteilung der Magnetfelder in der Spiralgalaxie NGC 6946 wurde mit Hilfe von Radio-Polarisationsmessungen untersucht. Die Magnetfeldstruktur lässt sich als eine Überlagerung von zwei Dynamo-Moden ($m=0$ und $m=2$) beschreiben. Die beobachtete großräumige Asymmetrie der Faraday-Depolarisation deutet auf eine asymmetrische vertikale Feldkomponente hin, z.B. ein Helix-Feld.

Die "Edge-on"-Galaxie NGC 253 wurde bei 4,8 GHz mit dem VLA in einem Mosaik aus 15 Einzelfeldern gemessen und mit unserer Effelsberg-Karte kombiniert. Der Dynamikbereich von über 1000 erforderte die Entwicklung besonderer Verfahren. Das großräumige Magnetfeld verläuft im wesentlichen parallel zur Scheibe, biegt aber am Rand der inneren hellen Scheibe nach außen auf.

Die Karte der polarisierten Radiostrahlung der Balkengalaxie NGC 1365 wurde mit einem kinematischen Dynamo-Modell verglichen, in dem die aus einem Massemodell berechnete Geschwindigkeitsverteilung des Gases berücksichtigt wurde. Die beobachtete Feldstruktur ist gleichmäßiger als die des Modelles. Das Magnetfeld beeinflusst vermutlich die Gasgeschwindigkeiten und gleicht starke Geschwindigkeitsänderungen in Balkennähe aus.

Um den Einfluss der Sternbildungsrate auf die Erzeugung und Verstärkung von Magnetfeldern im interstellaren Medium zu untersuchen, wurden drei nahe Spiralgalaxien späten Hubble-Typs in $H\alpha$ (Mt. Laguna) sowie bei 4,8 GHz und 1,4 GHz (Effelsberg) beobachtet. Alle drei Galaxien zeigen schwache Kontinuumstrahlung aus Sternentstehungsgebieten und erfüllen die Radio-Ferninfrarot-Korrelation, zeigen aber gegenüber Galaxien mittleren Hubble-Typs einen deutlich erhöhten thermischen Anteil und einen geringeren Polarisationsgrad. Die nichtthermische Radioleuchtkraft einer Galaxie und ihre Magnetfeldstärke hängen daher nichtlinear von der Sternbildungsrate ab.

Fünf Spiralgalaxien des Virgo-Haufens wurden bei 4,8 GHz Wellenlänge in Effelsberg beobachtet, weitere acht Galaxien mit dem VLA. Alle Galaxien zeigen eine Verteilung der gesamten Radiostrahlung, die weitgehend den Sternentstehungsgebieten folgt. Die polarisierte Radiostrahlung ist dagegen in allen Galaxien asymmetrisch verteilt, mit Maxima oftmals außerhalb der optischen Scheibe. Ursachen sind vermutlich Magnetfeldkompression durch Staudruck gegen das Haufengas oder durch Gasauswürfe nach Wechselwirkungen mit anderen Galaxien des Haufens. Radio-Polarisation ist das ideale Beobachtungsverfahren zum Nachweis solcher Wechselwirkungen.

Pulsare

Der anomale Röntgenpulsar AXP J1810–187 ist ein Magnetar mit einer Magnetfeldstärke von ca. $2,6 \times 10^{14}$ G und sendet starke gepulste Radiostrahlung aus. In Zusammenarbeit mit den Observatorien in Westerbork und Jodrell Bank wurde das Objekt in Effelsberg in mehreren Perioden bei verschiedenen Radiofrequenzen simultan beobachtet. Aus den Effelsberger Polarisationsdaten bei 4,85 und 8,35 GHz wurde die Orientierung des rotierenden Magnetars und die Lage der Magnetpole bestimmt. Ein einfaches Dipolmodell scheidet aus. Die beste Lösung besagt, dass die Radiostrahlung von zwei Magnetfeldpolen ausgeht, die nicht gegenüber, sondern auf derselben Halbkugel des Sternes liegen. Magnetare weisen eine komplexere Feldstruktur als andere Pulsare auf. Die Timingbeobachtungen von ca. 20 Millisekunden-Pulsaren in Effelsberg wurden fortgesetzt, koordiniert im Rahmen des Europäischen Pulsar Timing Array (EPTA) mit den Observatorien in Westerbork, Jodrell Bank, Nancay und Bologna, um eine kontinuierliche Zeit- und Frequenzüberdeckung bei den Messungen der Pulsankunftszeiten zu haben und damit die Messgenauigkeit zu steigern.

Personal: T. Arshakian, R. Beck, E.M. Berkhuijsen, E. Fürst, W. Huchtmeier, A. Jessner, B. Klein, M. Krause, L. La Porta, P. Reich, W. Reich, X. Sun, F. Tabatabaei, R. Wielebinski,

mit R.J. Dettmar, V. Heesen (Univ. Bochum), M. Brüggen (IU Bremen), M. Dumke (ESO, Garching), B. Ciardi, T. Enßlin, A. Waelkens (MPA Garching), W. Becker (MPE Garching), C. Fendt (MPIA Heidelberg), H. Lesch (LMU München), und E.M. Arnal, J.C. Testori (IAR Villa Elisa, Argentinien), J.L. Han, W. Shi, L. Xiao, J.W. Xu (Beijing Obs., China), B. Vollmer (CDS Straßburg, Frankreich), G. Theureau, I. Cognard (Nancay, Frankreich), J. Bagchi (IUCAA Pune, Indien), Gopal-Krishna, D. Mitra (NCRA-TIFR Pune, Indien), N. D'Amico, M. Burgay, A. Possenti (OAC Cagliari, Italien), C. Burigana, E. Carretti, S. Poppi (INAF Bologna, Italien), T. Foster, R. Kothes, T. Landecker, B. Uyaniker, M. Wolleben (DRAO Penticton, Kanada), B. Stappers, G. Janssen (Westerbork, Niederlande), C. Chyzy, J. Knapik, K. Otmianowska-Mazur, M. Soida, M. Urbanik, M. Wezgowiec (Univ. Krakau, Polen), D. Sokoloff (Univ. Moskau, Russland), P. Frick, I. Mizyova, I. Patrickeyev (Perm, Russland), M. Ehle (ESA Villafranca, Spanien), M. Kramer, A. Lyne, C. Jordan (Jodrell Bank, UK), A. Fletcher, A. Shukurov, A. Snodin (Univ. Newcastle, UK), D. Moss (Univ. Manchester, UK), B. Gaensler (CfA, Cambridge, USA), S. Laine (Caltech, Pasadena, USA), A. Wolszczan (Penn State Univ., USA), J.D.P. Kenney (Yale New Haven, USA), J.H. van Gorkum (Columbia New York, USA).

4.3 Infrarot–Astronomie, Theorie

Junge Sterne

Mit Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen und durch Beobachtungen mit den interferometerischen Instrumenten AMBER und MIDI am Very-Large-Telescope-Interferometer (VLTI) der ESO wurden verschiedene junge Sterne im nahen und mittleren Infrarot untersucht.

Der Herbig Be Stern MWC 147 wurde mit MIDI und AMBER detailliert untersucht. Zusätzlich wurden auch noch Archiv-Daten des Palomar Testbed Interferometer in die Analyse mit einbezogen. Die charakteristische Größe des Objektes beträgt $\simeq 9$ AU bei $10\ \mu\text{m}$, jedoch nur $\simeq 1,3$ AU bei $2,2\ \mu\text{m}$. Zur Interpretation wurde eine simultane Modellierung der Visibilities aus den AMBER-, MIDI- und PTI-Messungen und der spektralen Energieverteilung mit Hilfe von 2D-Strahlungstransportrechnungen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass ein Model einer passiven zirkumstellaren Scheibe zwar die spektrale Energieverteilung und die MIDI Visibilities gut reproduzieren kann, jedoch *nicht* die mit AMBER und PTI gemessenen Nahinfrarot-Visibilities. Die interferometrischen Daten zeigen, dass ein großer Teil der nahinfraroten Emission von einer sehr kompakten Struktur kommen muss, deren Ausdehnung kleiner als der Staubsublimationsradius ist. Höchstwahrscheinlich handelt es sich dabei um heißes, optisch dickes Gas, welches vom Innenrand der zirkumstellaren Staubscheibe auf den Stern akkretiert wird.

Der O-Stern θ_1 Ori C, der leuchtkräftigste Stern im Orion-Nebel, wurde mit weiteren interferometrischen Beobachtungen untersucht. Vor einigen Jahren hatte unsere Gruppe einen sehr engen Begleiter von θ_1 Ori C entdeckt. Durch zwischenzeitliche Bispektrum-Speckle-Interferometrie konnte Orbitbewegung in diesem Doppelsternsystem nachgewiesen werden. Zusammen mit Beobachtungen, welche wir am IOTA Long-Baseline-Interferometer durchgeführt haben, kann inzwischen ein großer Teil des Orbits abgedeckt werden. Unter Verwendung dieser Positionsmessungen, welche jetzt bereits 8 Jahre umfassen, wurde ein erster Orbit bestimmt, welcher eine sehr hohe Elliptizität der Umlaufbahn des Begleiters ($e \simeq 0,91$) und eine Periode von 10,9 Jahren ergibt. Die aus der Orbit-Rekonstruktion bestimmte wahrscheinlichste Masse für das Gesamtsystem beträgt $53 M_\odot$. Die Masse des Begleiters beträgt etwa $15 M_\odot$ – somit ist dieser also ebenfalls ein massiver Stern.

Die Infrarotquelle NGC 7538 IRS1 ist ein massiver Protostern mit starker molekularer Ausströmung und einer ultrakompakten H II-Region. Zudem sind in der Umgebung dieses Sterns Methanol-Maserquellen bekannt, welche aufgrund ihrer linearen Anordnung und ihres systematischen Geschwindigkeitsgradienten möglicherweise auf eine kompakte Akkretionsscheibe hinweisen. Wir untersuchten NGC 7538 IRS1 im nahen Infrarot mit Bispektrum-Speckle-Interferometrie. Für unsere Untersuchung der Ausströmung wurden zusätzlich IRAC-Bilder aus dem Spitzer-Space-Telescope-Archiv in die Analyse mit einbezogen. Aus einer systematischen Verschiebung der Orientierung der Methanol-Maser-Scheibe, der molekularen Ausströmung und der in unseren Speckle-Bildern ersichtlichen Ausströmung schlussfolgern wir, dass das System wahrscheinlich eine Präzessionsbewegung mit einem Öffnungswinkel von $\simeq 80^\circ$ und einer Periode von $\simeq 280$ Jahren ausführt. Der benachbarte Protostern NGC 7538 IRS2 wurde als enger Doppelstern mit einem Abstand von $0,2''$ aufgelöst.

Sterne in späten Entwicklungsphasen

Im Jahr 2006 wurden einerseits Speckle-Interferometrie-Messungen von entwickelten Sternen analysiert, die mit dem 6m-Teleskop des Special Astrophysical Observatory (SAO) mit beugungstheoretischer Auflösung bei nahinfraroten Wellenlängen durchgeführt wurden. Zum anderen wurden entwickelte Sterne mit dem MIDI- und dem AMBER-Interferometrie-Instrument des VLTI im mittleren und nahen Infrarot-Spektralbereich untersucht.

Mit Hilfe von speckle-interferometrischen Messungen am SAO 6m-Teleskop konnte die zirkumstellare Staubbhülle des Kohlenstoffsterns LP And sowohl im *K*-Band als auch im

H-Band aufgelöst werden. In Kombination mit zusätzlichen Beobachtungsdaten wie beispielsweise photometrischen Daten zur Rekonstruktion der spektralen Energieverteilung wurden im Rahmen der Interpretation 2-dimensionale Strahlungstransport-Modellierungen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass LP And dem besten Modell zufolge von einer in sehr guter Näherung sphärisch-symmetrischen Staubhülle umgeben ist. Der Innenrand dieser im wesentlichen aus kleinen Siliziumcarbid-Körnern bestehenden Staubhülle liegt in etwa bei 2 Sternradien, und die gesamte Masse der Staubhülle beträgt ca. das 3,2-fache der Masse unserer Sonne. Da LP And ein Pulsationsveränderlicher ist, variiert seine Leuchtkraft zwischen 2 900 und 16 200 L_{\odot} während eines Pulsationszyklus. Gleichzeitig variiert die Effektivtemperatur zwischen 2 100 und 3 550 K, und der Sternradius wächst von 340 auf 410 R_{\odot} zwischen Minimum und Maximum. Unter der Annahme einer konstanten Ausflusgeschwindigkeit folgt aus dem besten Strahlungstransportmodell, dass LP And gegenwärtig Masse mit einer Rate von ca. $2 \times 10^{-5} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ verliert.

Einen wichtigen Schwerpunkt der Arbeit der Interferometrie-Gruppe auf dem Gebiet der entwickelten Sterne stellen die Analysen von Beobachtungen dar, die mit dem MIDI-Instrument des VLTI in Chile aufgenommen wurden. MIDI ist ein 2-Teleskop-Strahlvereinigungs-instrument, das im mittleren Infrarot-Spektralbereich zwischen 8 und 13 μm operiert und seit Mitte 2003 in regulärem Betrieb arbeitet. MIDI liefert als Observable neben dem Spektrum zwischen 8 und 13 μm die Visibility als Funktion der Wellenlänge in diesem Wellenlängenbereich und damit letztlich die Wellenlängenabhängigkeit des scheinbaren Durchmessers eines Objektes. Mit dem Prisma bzw. Gitter von MIDI werden spektrale Auflösungen von 20 bzw. 200 erreicht.

Im Jahr 2006 hat die Arbeitsgruppe eine Reihe von entwickelten Sternen mit VLTI/MIDI untersucht, darunter den kohlenstoffreichen Mira-Stern V Oph sowie das Objekt Hen 3-1191, dessen Entwicklungsstadium und Klassifizierung bis heute umstritten sind.

Das rätselhafte Objekt Hen 3-1191 konnte mit dem VLTI/MIDI-Instrument im mittleren Infrarot-Spektralbereich bei einer Basislinie von etwa 40 Metern aufgelöst werden. Die Winkelgröße von Hen 3-1191 variiert dabei von 24 mas (Millibogensekunden) bei einer Wellenlänge von 8 μm bis zu 36 mas bei einer Wellenlänge von 13 μm . Das mit MIDI gemessene Spektrum deutet auf die Existenz einer optisch dünnen Schicht von Silikat-Staub hin. Den MIDI-Untersuchungen zufolge handelt es sich bei Hen 3-1191 weder um einen Be-Überriesen noch um einen symbiotischen Stern, wie in früheren Studien u.a. gefolgert wurde. Vielmehr scheinen die MIDI-Messungen darauf hinzudeuten, dass Hen 3-1191 entweder ein Planetarischer Nebel ist oder ein von einer Akkretionsscheibe umgebener junger Stern, der einen Strahlungsausbruch infolge starker Massenakkretion durchläuft.

Mit Hilfe von MIDI-Messungen zu 3 verschiedenen Pulsationsphasen konnte erstmalig die zeitliche Variation der zirkumstellaren Hülle des kohlenstoffreichen Mira-Sterns V Oph untersucht werden. Unabhängig von der Phase zeigen alle Messungen, dass die scheinbare Größe von V Oph im mittleren Infrarot-Spektralbereich deutlich über der geschätzten Größe der Photosphäre liegt. Die scheinbare Größe ist nahezu wellenlängenunabhängig zwischen 8 und 10 μm und steigt jenseits von 10 μm graduell an. Desweiteren zeigen die phasenabhängigen Messungen, dass V Oph im Pulsationsminimum substantiell kleiner erscheint. Die Analyse der MIDI-Messungen in Form von Strahlungstransportmodellierungen ergab, dass V Oph zum einen von einer optisch dünnen Staubhülle bestehend aus Siliziumcarbid und amorphem Kohlenstoff umgeben ist und andererseits von einer Schicht aus Acetylen-Molekülen. Der Innenrand der Staubhülle befindet sich dabei in einem Abstand von etwa 2,5 Sternradien, während die Schichten der Acetylen-Moleküle je nach Phase in einem Abstand von etwa 1,4 bis 1,8 Sternradien zu finden sind. Die geringste Ausdehnung dieser Molekülschichten ist dabei im Pulsationsminimum zu finden. Die MIDI-Messungen von V Oph zeigen erstmalig, dass Schichten komplexerer poly-atomarer Moleküle auch in der zirkumstellaren Umgebung von entwickelten Sterne mit kohlenstoff-dominierte Chemie anzutreffen sind.

AMBER-Messungen des Luminous Blue Variable η Car stellen die ersten VLTI/AMBER-Beobachtungen mit hoher spektraler Auflösung dar. Diese hohe Auflösung von $R = 12\,000$

ermöglichte dabei die gleichzeitige Aufzeichnung von 20 spektralen Kanälen innerhalb der prominenten Br γ - und HeI-Emissionslinien. Aus den AMBER-Messungen ergeben sich Durchmesser der optisch dicken, asphärischen Windregion von 4,2, 6,5 und 9,6 mas für das 2,17 μm -Kontinuum, die HeI- und die Br γ -Linie. Außerdem kann an Hand der AMBER-Beobachtungen im 2,17 μm -Kontinuum eine Länglichkeit in Richtung eines Positionswinkels von $120 \pm 15^\circ$ abgeleitet werden. Das Verhältnis von großer zu kleiner Halbachse liegt hierbei bei $1,18 \pm 0,1$. Die gefundene Asymmetrie steht im Einklang mit früheren *K*-Band-Messungen unter Verwendung des VLTI/VINCI-Instruments. Auf der Basis der gemessenen Visibilitäten, differentiellen Phasen und closure phases konnte ein detaillierter Vergleich der AMBER-Daten mit existierenden Modellvorhersagen getroffen und ein Modell der asphärischen Strukturen in der Zentralregion von η Carinae entwickelt werden. Dieses Modell befindet sich im Einklang mit der Vorstellung eines erhöhten polaren Massenverlustes in schnell rotierenden, massereichen Sternen. Darüberhinaus lieferten die AMBER-Messungen von η Car Rückschlüsse über die mögliche Existenz eines zentralen Doppelsterns und das Entstehungsgebiet der HeI-Emission. Beispielsweise konnte auf Basis der AMBER-Daten abgeschätzt werden, dass der hypothetische Begleiter des Primärsterns im *K*-Band mindestens 110 mal schwächer leuchten muss als die Primärkomponente.

Aktive Galaktische Kerne

Die in den vergangenen Jahren gewonnenen Daten zum Kern der Seyfert 2-Galaxie NGC 1068 wurden weiter analysiert und im Rahmen des Standardmodells für Aktive Kerne modelliert. NGC 1068 war das Ziel der ersten interferometrischen Messungen eines solchen Kerns mit langen Basislinien im nahen (NIR) und mittleren (MIR) infraroten Wellenlängenbereich. Mit zwei 8,2m-Teleskopen des VLTI und dem Instrument VINCI wurden erste Visibility-Messungen im *K*-Band von NGC 1068 gewonnen. Bei einer Basislinie von 46 m ergab sich eine Visibility von etwa 0.4. Die Kombination mit Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen legt eine klumpige Struktur des Staubtorus nahe, bei der Substrukturen kleiner als 3 mas (0,2 pc) in einer 18×39 mas großen Kernkomponente der Speckle-Beobachtungen enthalten sind. Als erstes extragalaktisches Objekt wurde NGC 1068 erfolgreich mit VLTI/MIDI im mittleren infraroten Spektralbereich von 8 – 13 μm Wellenlänge aufgelöst. Die Daten können im Rahmen eines Zwei-Komponenten-Modells interpretiert werden. Eine warme (320 K) und $2,1 \times 3,4$ pc große elliptische Staubstruktur umgibt eine kleinere und heißere Komponente. Die Spektren des totalen und der korrelierten Flüsse zeigen die charakteristische, breite Signatur von Silikat-Absorption bei $\simeq 10 \mu\text{m}$. Die $2,1 \times 3,4$ pc Komponente der MIR-Beobachtungen ebenso wie die $1,3 \times 2,8$ pc (18×39 mas) Kernkomponente der Speckle-Untersuchungen können als die heiße Innenseite eines zirkumnuklearen Staubtorus angesehen werden.

Zur Interpretation von interferometrischen NIR- und MIR-Daten von AGN wurde ein neues Strahlungstransportmodell für klumpige Staubtori entwickelt. Dieses basiert auf einem Monte-Carlo-Code, mit dessen Hilfe das Strahlungsfeld einzelner Staubwolken simuliert wird. Mit einer Datenbank an Wolkenmodellen, die den erwarteten Eigenschaften der Wolken im Torus entsprechen, können die Einzelwolken zu einem kompletten Torus zusammengesetzt werden. Als Grundlage dient ein dynamisches Modell für die Eigenschaften und die Verteilung der Wolken in einem Torus. Durch Kombination der Beiträge aller Wolken – typischerweise mehr als 10 000 Wolken – erhält man so die spektrale Energieverteilung der Strahlung des Torus. Dabei werden insbesondere Abschattungseffekte der Wolken untereinander berücksichtigt. Diese Methode liefert deutlich schneller Ergebnisse als eine vergleichbare Monte-Carlo-Simulation des gesamten Torus mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften. Das Modell zeigte sich besonders erfolgreich bei der Interpretation von interferometrischen Messungen des Kerns der aktiven Galaxie NGC 1068. Mit Hilfe des Modells wurden simultan die gemessene spektrale Energieverteilung sowie Visibilitäten der NIR- und MIR-Interferometrie reproduziert. Insbesondere konnte gezeigt werden, dass VLTI/MIDI-Daten die Vorstellung der Klumpigkeit des Torus stützen. Darüber hinaus können die Zentralleuchtkraft des AGN und die Inklination des Torus zur Sichtlinie bestimmt werden. Die Modelle werden inzwischen auch auf weitere AGN, für die interfe-

rometrische Messungen mit VLTI/MIDI vorliegen, angewendet.

Die dynamischen Modelle für einen Torus um das eigentliche Zentrum des AGN sind nur für leuchtkräftige AGN anwendbar. Für den Fall des leuchtschwachen AGN in Centaurus A werden zusätzlich nicht-thermische Synchrotron-Modelle zur Beschreibung der spektralen Energieverteilung vom Radio- bis in den nahen infraroten Wellenlängenbereich untersucht.

VLTI/AMBER

AMBER ist ein Phase-Closure-Instrument, das mit 3 Teleskopen im Nahinfrarot (*J*-, *H*- und *K*-Band) arbeitet und bei dem bei der Wellenlänge von $1\ \mu\text{m}$ mit Basislinien von bis zu 200 Metern eine Winkelauflösung von 1 mas erzielt werden kann. Die spektral dispergierten Interferogramme ermöglichen darüberhinaus die differentielle Messung von Visibilities und Phasen bei verschiedenen Wellenlängen. Nach der erfolgreichen Installation des AMBER-Instruments am VLTI auf dem Cerro Paranal in Chile im Jahr 2004 wurden in den Jahren 2005 und 2006 eine Reihe von technischen Messungen durchgeführt, bei denen beispielsweise die verschiedenen spektralen Modi von AMBER erfolgreich getestet wurden. Hierbei gelangen u.a. die ersten Messungen mit einer spektralen Auflösung von 12 000, die ersten Messungen mit den kleineren, beweglichen 1.8-Meter-Teleskopen des VLTI sowie die ersten AMBER-Testmessungen unter Einbeziehung des Fringe-Tracker-Systems FINITO.

Neben diesen technischen Messungen konnte im Jahr 2006 auch eine größere Anzahl von wissenschaftlichen Daten mit AMBER gewonnen und analysiert werden. Einen Schwerpunkt der IR-Interferometrie-Gruppe in Bezug auf AMBER bildete die Auswertung und Interpretation von Daten einiger junger und entwickelter Sterne. Beispielsweise wurden dabei unter anderem die *K*-Band-Beobachtungen des jungen Sterns MWC 297, des B[e]-Sterns CPD-57° 2874 und des Luminous Blue Variable η Carinae untersucht.

LINC-NIRVANA

Ein weiterer Schwerpunkt in der IR-Interferometrie-Gruppe ist derzeit die Mitarbeit am Bau des LINC-NIRVANA-Interferometrie-Instruments für das Large Binocular Telescope (LBT), bei dem das einfallende Licht der beiden 8,4 m-Spiegel des LBT nach dem Fizeau-Prinzip zur Interferenz gebracht wird. LINC-NIRVANA operiert im optischen und nahinfraroten Spektralbereich zwischen $0,5$ und $2,4\ \mu\text{m}$ und zeichnet sich u.a. durch ein großes Bildfeld ($\simeq 10''$), eine hohe Sensitivität (Grenzhelligkeit im *J*-Band: $m_J \simeq 25$) sowie eine sehr gute Abdeckung der (u, v) -Ebene aus. Das Instrument wird Bilder mit einer Auflösung liefern, die der Beugungsgrenze eines 22,8 m-Teleskops entspricht. Die Arbeiten am endgültigen Hardware- und Software-Design des Instrumentes konnten bereits in 2005 erfolgreich zum Abschluß gebracht werden.

Die Gruppe steuert für LINC-NIRVANA sowohl den im nahinfraroten Spektralbereich operierenden Fringe-Tracker-Detektor als auch wissenschaftliche Datenreduktionssoftware bei. Schwerpunkte der Aktivitäten unserer Gruppe in Bezug auf LINC-NIRVANA bildeten im Jahr 2006 die Fertigstellung der Elektronik des Fringe-Tracker-Detektors sowie die Weiterentwicklung des Software-Frameworks für die Datenreduktionssoftware. Auf Basis des derzeitigen Software-Designs wird es dem späteren Benutzer u.a. möglich sein, die Bildkonstruktionssoftware über ein benutzerfreundliches, graphisches Interface zu bedienen. Darüberhinaus wird es dem Anwender auch möglich sein, eigene Bildrekonstruktionsalgorithmen auf einfache Weise in das bestehende Softwarepaket zu integrieren. Desweiteren wurden die im Vorjahr begonnenen Computer- und Laborsimulationen weitergeführt und vertieft. Die durchgeführten umfangreichen Testreihen, die im Jahre 2007 fortgesetzt werden, dienen vor allem dazu, die Machbarkeit astrophysikalischer Studien verschiedener Objektklassen unter verschiedensten Beobachtungsbedingungen zu testen.

MATISSE und VSI

Die IR-Interferometrie-Gruppe hat sich an den Phase-A-Studien für die VLTI-Strahlvereinigungsinstrumente MATISSE und VSI beteiligt. MATISSE (=Multi-Aper Ture mid-Infrared SpectroScopic Experiment) ist konzipiert als 4-Teleskop-Strahlvereinigungsinstrument, das

im mittleren Infrarot-Spektralbereich im L -, M -, N - und Q -Band, d.h. bei Wellenlängen im Bereich von ca. 3,5 bis 26 μm operiert. Das Design für dieses Instrument wird derzeit unter Federführung des Observatoire de la Côte d'Azur von Gruppen in Frankreich, Deutschland, den Niederlanden, Polen und Ungarn entworfen. MATISSE ist als Nachfolgeinstrument für VLTI/MIDI gedacht und erlaubt anders als sein Vorgänger auf Grund der gleichzeitigen Beobachtung mit 4 Teleskopen die Rekonstruktion echter Bilder über einen weiten Bereich des mittleren Infrarot-Spektrums mit spektralen Auflösungen zwischen 30 und ca. 1000. Die simultane Verwendung von 4 Teleskopen bedeutet dabei gleichzeitig eine erhebliche Effizienzsteigerung der Beobachtungen, da mit jeder einzelnen Messung unmittelbar 6 Visibilities und 4 closure phases gewonnen werden können. Im Rahmen der Konzeptstudie für MATISSE ist die MPIfR-Interferometrie-Gruppe für das gesamte Dekorsystem sowie die Bildrekonstruktionssoftware verantwortlich.

VSI (= VLTI Spectro-Imager) ist ein im Nahinfrarot-Bereich operierendes Mehr-Teleskop-Strahlvereinigungsinstrument, das als Nachfolgeinstrument von VLTI/AMBER fungieren soll. VSI soll wahlweise im 4- oder 6-Teleskop-Modus operieren, bei dem entweder alle vier 8,2-Meter-Teleskope bzw. alle vier 1,8-Meter-Teleskope des VLTI zum Einsatz gebracht werden. Der 6-Teleskop-Modus erlaubt die gleichzeitige Messung von 15 Basislinien und 18 closure phases und bietet somit gute Voraussetzungen für die Rekonstruktion hochaufgelöster Bilder im Nahinfraroten mittels Apertursynthese. VSI wird ein eigenes Fringe-Tracker-System beinhalten, und der VSI-Spektrograph wird ähnlich wie bei VLTI/AMBER spektrale Auflösungen im Bereich von ca. 100 bis 10000 liefern. Schwerpunkte der wissenschaftlichen Studien mit VSI werden die Untersuchung der innersten zirkumstellaren Regionen junger und alter Sterne sowie der Zentralregion von Aktiven Galaxienkernen sein. An der Entwicklung des Instrument-Designs für VSI unter Führung des Laboratoire d'Astrophysique de Grenoble in Frankreich sind gegenwärtig Gruppen aus Frankreich, Deutschland, Italien, Großbritannien, Belgien, Österreich und Portugal beteiligt.

Hochenergie-Astrophysik

Die Arbeit der Theorie-Gruppe umfasst jetzt Physik der hochenergetischen Kosmischen Strahlung, von Aktiven Galaktischen Kernen und von Dunkler Materie. Drei Punkte werden herausgegriffen:

Hochenergetische Kosmische Strahlung kann in relativistischen Düsenstrahlen Aktiver Galaktischer Kerne an Stoßfronten beschleunigt werden. Die Beiträge der uns im Kosmos nächsten Aktiven Galaktischen Kerne wurden ausgerechnet und mit mehreren Monte-Carlo-Programmen ihre Energieverluste auf dem Weg zu uns durchgerechnet. Das reproduziert das Spektrum. Dann wurde mit verbesserten Modellen des magnetischen galaktischen Windes die Streuung im Halo ausgerechnet und gefunden, dass die Turbulenz im Halo-Plasma maximal sein muß. Damit läßt sich die Isotropie bei 30 EeV (1 EeV = 10^{18} Elektronenvolt) erklären; und dieser Ansatz sagt dann vorher, dass zu höheren Energien die Ankunftsverteilung am Himmel fleckenhaft wird mit langen Streifen am Himmel. Erst bei sehr großen Energien konzentriert sich die Ankunftsverteilung auf die Quellen selbst und dann vermutlich eben nur auf M87. Diese Vorhersage wird jetzt von AUGER getestet.

In Analogie zum Olbers-Paradoxon kann man aus von der Physik her erwarteten Korrelationen zwischen der Neutrino-Emission und der elektromagnetischen Emission bei irgendeiner Wellenlänge eine obere Grenze für den Beitrag von vielen Aktiven Galaktischen Kernen angeben und so etliche physikalische Modelle heute bereits ausschließen. Zum Beispiel kann die UV- und Röntgen-Emission keinen hadronischen Ursprung haben; vermutlich stammt dabei ein großer Beitrag aus inverser Compton-Emission, wie schon oft vermutet.

Die These, dass die Dunkle Materie aus sterilen Neutrinos besteht, hat sehr viele Tests bereits bestanden, aber noch keinen Beweis gefunden. Wir haben zeigen können, dass die erste Sternentstehung vermutlich schon weit jenseits einer Rotverschiebung $z = 20$ beginnt. Kleine elliptische Galaxien haben alle die gleiche Menge an Dunkler Materie, wie aus der Grundthese vorhergesagt und aus Phasenraumargumenten kann man vermuten, dass die Teilchenmasse einige keV beträgt. Jetzt wird versucht, mit Röntgenbeobachtungen

an Zwerggalaxien die erwartete scharfe Spektrallinie bei der halben Masse des Teilchens zu finden.

Personal: T. Beckert, P. Biermann, L.-I. Caramete, A. Curuțiu, I. Duțan, T. Driebe, S. Ghosh, I. Ieșoi, A. Istrate, S. Hönig, K.-H. Hofmann, M. Kaufman-Bernado, T. Kellmann, M. Kishimoto, T. Kotani, Z. Kovács, S. Kraus, A. Meli, F. Munyaneza, K. Murakawa, B. Nagy, N. Nardetto, K. Ohnaka, T. Preibisch, A. Rosen, R. Roman, D. Schertl, J. Stasielak, A. Streblyanska, G. Weigelt,

mit U. Klein (Univ. Bonn), J. Becker, T. Kneiske, W. Rhode (Univ. Dortmund), T. Enßlin (MPA Garching), T. Herbst, M. Kürster, H.-W. Rix, T. Henning (MPIA Heidelberg), W. Duschl, M. Scholz (Univ. Heidelberg), G. Schäfer (Univ. Jena), H. Blümer, R. Engel (FZ Karlsruhe), A. Eckart, T. Bertram, C. Straubmeier (Univ. Köln), A. Richichi, M. Wittkowski (ESO, München), H. Zinnecker (AIP, Potsdam), K.-H. Kampert (Univ. Wuppertal), T. Kneiske, K. Mannheim (Univ. Würzburg),

und S. Ter-Antonyan (Univ. Erewan, Armenien), A. Donea (Monash Univ. Melbourne, Australien), M. Schöller (ESO Chile), Y. Wang (Purple Mountain Obs., Nanjing, China), D. Mourard, O. Chesneau, P. Stee, F. Vakili (CERGA-Obs., Frankreich), P. Stee (Observatoire de la Côte d'Azur, Frankreich), F. Malbet, D. Fraix-Burnet (Univ. Grenoble, Frankreich), R. Foy (Univ. Lyon, Frankreich), A. Domiciano de Souza, P. Mathias, R. Petrov (Univ. Nizza, Frankreich), A. Men'shchikov (CEA Saclay, Service d'Astrophysique, Frankreich), B. Nath (Raman Res. Inst., Bangalore, Indien), G. Krishna (Nat. Center for Radio Astron., Puna, Indien), A. Marconi, R. Ragazzoni, L. Testi (Arcetri, Italien), P. Kronberg (Univ. Toronto, Kanada), D. Ryu (Chungnam Nat. Univ., Daejeon, Korea), H. Kang (Pusan Nat. Univ., Korea), D. Bosanac (Univ. Zagreb, Kroatien), G. Medina-Tanco (Univ. UNAM, Mexico City, Mexiko), R. Waters, V. Tudose (Univ. Amsterdam, Niederlande), H. Falcke (ASTRON, Dwingeloo, Niederlande), C. Galea (Univ. Nijmegen, Niederlande), N. Langer, G. Pugliese (Univ. Utrecht, Niederlande), D. Hasegan (Space Science Institute, Bukarest, Rumänien), M. Rusu (Univ. Bukarest, Rumänien), R. Roman (Observatory, Cluj-Napoca, Rumänien), G. Bisnovatyi-Kogan, S. Moiseenko (Space Research Inst., Moskau, Russland), Y. Balega, I. Balega (SAO, Nizhnij Arkhizy, Russland), T. Zwitter (Univ. Ljubljana, Slovenien), E. Feigelson (Penn State, USA), L. Gergely (Univ. Szeged, Ungarn), E.-J. Ahn (Univ. Chicago, USA), P. J. Wiita (Univ. of Georgia, Atlanta, USA), A. Kusenko (UCLA, Los Angeles, USA), E.-S. Seo (Univ. Maryland, USA), T. Stanev (Bartol Res. Inst., Newark, USA), A. Miroshnichenko (Univ. of North Carolina, Greensboro, USA), G. Herbig (Univ. Hawaii, USA).

5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

5.1 Diplomarbeiten

Abgeschlossen:

Hammen, B.: Konstruktion von drei gewichtsoptimierten Kryostaten für die neue Dreifrequenz-Empfängerbox im Radioteleskop Effelsberg. Diplomarbeit, Bonn 2006.

Kramer, D.: Vergleich verschiedener Typen von Dioden-Leistungsdetektoren für radioastronomische Empfangssysteme. Diplomarbeit, Bonn 2006.

Roselt, B.: Water megamasers in NGC 4258: monitoring a nuclear accretion disk with the 100m telescope at Effelsberg for more than 11 years. Diplomarbeit, Bonn 2006.

Laufend:

Berens, T.: Aufbau und Untersuchung einer Übertragungsstrecke für breitbandige analoge Hochfrequenzsignale und digitale Steuersignale im Vollduplex-Betrieb.

Csengeri, T.: Accretion power and jet-power of Active Galactic Nuclei. Univ. Budapest.

Ieșoi, I.: Observations of galactic winds. Univ. Cluj-Napoca.

Istrate, A.: Identification of sources of ultra high energy cosmic rays. Univ. Bukarest.

Kunze, S.: Saphir-Laser im simultanen Zwei-Moden-Betrieb.

- Meyer, V.: Kinematische Untersuchung der Jetstruktur des Blazars S5 0716+714.
 Pavlas, G.: Energetics and Structure of AGN Jets.
 Păduroiu, S.: Dark matter accretion to Black holes. Univ. Bukarest.
 Popescu, T.: Selfgravitating systems. Univ. Bukarest.
 Rolffs, R.: Modellierung von massiven Kernen in Submillimeter-Linien von HCN.

5.2 Dissertationen

Abgeschlossen:

- Colín, A. E. S.: Characterization of the large bolometer camera (LABOCA) in the laboratory. Granada 2006.
 Gabányi, K. E.: High-resolution study of selected intraday variable sources. Dissertation, Bonn 2006 (IMPRS).
 Horneffer, A.: Measuring radio emission from cosmic ray air showers with a digital radio telescope. Dissertation, Bonn 2006 (IMPRS).
 Kauffmann, J.: The state and evolution of isolated dense molecular cores. Dissertation, Bonn 2006 (IMPRS).
 Mittal, R.: A VLBI investigation of the discrepant image flux-density ratio in the gravitational lens JVAS B 0218+357. Bonn 2006 (IMPRS).
 Pagels, A.: Beobachtungen der unmittelbaren Umgebung von Supermassiven Schwarzen Löchern Millimeter-VLBI von AGN. Dissertation, Bonn 2006 (IMPRS).
 Pillai, T.: The initial conditions of high mass star-formational conditions of high mass star-formation. Dissertation, Bonn 2006 (IMPRS).
 Wang, M.: Interstellar energetic phenomena in active star forming regions - nearby Herbig-Haro objects and distant starbursts. Dissertation, Nanjing 2006.
 Zhang, J.: Multiwavelengths study on molecular clouds, masers and circumstance. Dissertation, Beijing 2006.

Laufend:

- Angelakis, E.: Multi-Frequency Study of the NVSS Foreground Sources in the Cosmic Background Imager Fields (IMPRS).
 Aravena, M.: Structure formation in the Early Universe. (IMPRS).
 Becker, J.: The neutrino emission from the cosmic population of GRBs (Univ. Dortmund).
 Bernhart, S.: Kinematic and Polarimetric Studies of IDV Sources.
 Caramete, L.: Magnetic Galactic Winds and the propagation of high energy cosmic rays (IMPRS).
 Castangia, P.: H₂O masers in bright FR II and FIR Galaxies. Cagliari University.
 Cenacchi, E.: Polarization properties of the 100m-telescope - Investigations on circular and high-frequency linear polarization measurements (IMPRS).
 Curuțiu, A.: Transport of high energy cosmic rays in Galactic magnetic wind.
 Duțan, I.: The efficiency of relativistic jets emanating from spinning black holes (IMPRS).
 Forbrich, J.: Interstellar Magnetic Fields (IMPRS).
 Heesen, V.: On the Cosmic Ray Population in the Starburst Galaxy NGC253 (Univ. Bochum).
 Hieret, C.: The APEX southern sky survey of high mass star forming regions (IMPRS).
 Hönig, S.: Infrarot-Interferometrie von AGN und Staubtorus-Modellierung.
 Impellizeri, V.: Molecular absorption in the cores of Active Galactic Nuclei.
 Jethava, N.: Superconducting bolometers and radio spectroscopy of distant gravitational lenses (IMPRS).
 Kellmann, T.: Neutrino und Ultrahigh Energy Cosmic Ray-Production in Active Galactic Nuclei.
 Kim, H.: The topology of interstellar magnetic fields.
 Kraus, S.: Infrarot-Interferometrie von jungen Sternen (IMPRS).
 Krishnamurthy, S.: Broadband Fast Fourier Transform Spectrometer (IMPRS).

Kudryavtseva, N.: Investigation of the central regions of AGN (IMPRS).
 La Porta, L.: A synchrotron emission template for the Planck satellite (IMPRS).
 Lazaridis, K.: Timing of millisecond pulsars (IMPRS).
 Lee, S.S.: A global 86 GHz VLBI survey of compact radio sources.
 Marchili, N.: Variability studies of a sample of IntraDay Variable sources (IMPRS).
 Mao, R.: Study of Molecular Spectra in Massive Star Forming Regions.
 Mikulics, M.: Entwicklung von LTGaAs Fotomischern zum Einsatz auf SOFIA.
 Moré, A.: A Study of Two Wide Separation Gravitational Lenses (IMPRS).
 Mužič, K.: Infrared observations of the Galactic centre (IMPRS).
 Nord, M.: The APEX Sunyaev-Zeldovich Survey (IMPRS).
 Peng, T.-C.: Astrochemistry of circumstellar envelopes around evolved stars (IMPRS).
 Rygl, K.: Radio and submm observations of stars and star forming regions (IMPRS).
 Stasielak, J.: Sterile neutrinos and star formation in the early universe.
 Tabatabaei, F.: New methods for the separation of thermal and nonthermal radio emission in galaxies (IMPRS).
 Verheyen, L.: High-mass star formation (IMPRS).
 Westermann, S.: Infrarot-Interferometrie von jungen Sternen.
 Winkel, B.: RFI analysis and HI survey with the new multibeam receiver at the 100-m radio telescope (IMPRS).

6 Tagungen, Kooperationen, Öffentlichkeitsarbeit

6.1 Tagungen und Veranstaltungen

Das Institut führte gemeinsam mit den Astronomischen Instituten der Universität Bonn im Berichtsjahr 31 Hauptkolloquien und zusätzlich 37 Sonderkolloquien, 1 Technisches Kolloquium, 7 Informelle Kolloquien, und 3 Lunch-Kolloquien durch.

Am 3. Februar wurde von Frederic Schuller ein eintägiger Workshop “APEX: Ouvrir la voie pour ALMA” in Paris organisiert.

Am 17. Februar wurde ein Festkolloquium zum 70. Geburtstag von Prof. R. Wielebinski im Institut veranstaltet (Organisation: W. Reich).

Der Workshop “LOFAR Key Science Projects” wurde von R. Beck am 9. März am MPIfR Bonn organisiert.

Ein Meeting der EVN Technical & Operations Group (TOG) fand am 24. März in Dwingeloo/Niederlande statt (W. Alef, Organisation).

Am 3. Mai fand im Astrophysikalischen Institut Potsdam die erste Sitzung von GLOW, dem “Deutschen Konsortiums zur Messung langer Radiowellen” statt (A. Zensus, R. Beck; Mitorganisation).

Die Tagung “1. Treffen der spanischen Radioastronomie” fand vom 9. bis 11. Mai in Valencia/Spanien statt (E. Ros, Mitorganisation).

Die Konferenz “Compact Extragalactic Radio Sources” zum 80. Geburtstag von Prof. M.H. Cohen fand am 23. Juni in Bonn statt (J.A. Zensus, E. Ros).

Am 24. und 25. Juli fand im Rahmen des 11. “Marcel Grossmann Meetings zur Relativitätstheorie” in Berlin eine Veranstaltung zum Thema “Sterile Neutrinos and Dark Matter” statt (P.L. Biermann, Organisation).

Ein dreitägiges Meeting von SKA-ISSC fand vom 28. bis 30. August in Dresden statt (A. Zensus, Organisation).

Die zweite Studententagung der IMPRS erfolgte vom 28. bis 31. August in Bodental/Österreich (E. Ros, Organisation).

Die Tagung “Turbulence in the Magnetized Interstellar Medium” fand vom 6.-8. September in Perm/Russland statt (Organisation: P.Frick/ICMM Perm und R. Beck).

Ein Workshop zum Thema “Measurement of Atmospheric Water Vapour: Theory, Techniques, Astronomical and Geodetic Applications” vom 9. bis 11. Oktober in Wettzell/Höllenstein wurde von A. Roy organisiert.

Die Sitzung 2006 von CRAF (Committee on Radio Astronomy Frequencies der European Science Foundation) fand in Bonn vom 26. bis 27. November statt (A. Jessner).

Ein weiteres TOG-Meeting der EVN erfolgte am 4. Dezember in Noto/Italien (W. Alef, Organisation).

Die Konferenz “Coronae of Stars and Accretion Discs”, gemeinsam veranstaltet von MPIfR und RadioNet, fand am 12. und 13. Dezember im Institut in Bonn statt (M. Massi, Chair, und T. Preibisch, Co-Chair).

6.2 Kooperationen

Mit dem 100-m-Radioteleskop beteiligt sich das Institut an regelmäßigen VLBI-Beobachtungen des Europäischen VLBI-Netzwerks (EVN) und eines globalen Netzwerks von VLBI-Stationen.

Hinsichtlich VLBI gibt es eine enge Zusammenarbeit mit dem VLBA des National Radio Astronomy Observatory (NRAO).

Internationale Zusammenarbeit im Millimeter-VLBI mit IRAM und Instituten in Schweden, Finnland und zwei Instituten (Haystack, Arizona) in den USA (T. Krichbaum, A. Witzel).

Das geodätische Institut der Univ. Bonn und das BKG in Frankfurt haben bei der Erweiterung und dem Betrieb des VLBI-Korrelators mit dem MPIfR zusammengearbeitet.

Naturngemäß wurde mit IRAM auf verschiedenen Gebieten (Bolometer-Array, Millimeter-VLBI, Steuerprogramme) intensiv zusammengearbeitet.

Im LBT- (Large Binocular Telescope) Projekt gibt es eine Kooperation mit dem Steward-Observatorium, der Univ. Florenz, der Ohio State Univ., der Research Corporation, dem MPIA, dem MPE, dem AIP Potsdam und der LSW Heidelberg.

Zum Aufbau und Betrieb des APEX-Teleskops und dessen Instrumentierung erfolgt eine Kollaboration mit dem Onsala Space Observatory (Schweden) und der Europäischen Südsternwarte ESO.

Bzgl. LOFAR (LOw Frequency ARray) und der LOFAR-Station Effelsberg erfolgt eine Zusammenarbeit mit ASTRON (Niederlande).

An GLOW (German LOng Wavelength Konsortium) sind bislang 10 Forschungsinstitute in Deutschland beteiligt.

In Zusammenarbeit mit der ESO und den Universitäten Nizza, Grenoble und Florenz ist die Infrarotkamera AMBER für das VLTI entwickelt worden (G. Weigelt).

In der Bispektrum-Speckle-Interferometrie gibt es eine Kooperation mit dem Special Astrophysical Observatory, Rußland (G. Weigelt).

Das LINC-NIRVANA-Konsortium (Instrument für das LBT) umfasst Gruppen am MPIA Heidelberg (PI: T. Herbst), am Physikalischen Instituts der Universität Köln, am Istituto Astrofisico di Arcetri in Florenz und am MPIfR (G. Weigelt).

Das Institut ist seit 2004 wesentlich beteiligt am “RadioNet”, einer engen Zusammenarbeit von zwanzig europäischen Instituten beim Programm von Integrierten Forschungsinfrastrukturen des 6. Forschungsrahmenprogramms der Europäischen Union.

Insgesamt umfasst die EU-Förderung des RadioNet folgende Projekte mit Beteiligung des Instituts.

Übernationalen Infrastrukturenzugriff (Trans National Access (TNA)):

- Verbesserung der Beobachtungsmöglichkeiten europäischer Wissenschaftler mit dem 100-m-Radioteleskop (A. Kraus, A. Polatidis).

Gemeinsame Forschungsaktivitäten:

– ALBUS: ein Programm zur Entwicklung von VLBI-Software (A. Roy, Bonn node Koordinator; H. Rottmann, W. Alef).

– AMSTAR: Entwicklung von Instrumentation im Millimeter- und Submillimeter-Bereich (R. Keller, F. Schäfer, R. Güsten)

Netzwerkaktivitäten:

– Engineering Forum – eine Zusammenarbeit in Fragen der Entwicklung von Instrumenten (R. Keller, W. Alef).

– Synergy Group – zur Schaffung eines einheitlichen Zugangs zu europäischen Beobachtungsinstrumenten (A. Polatidis).

– Science & Training group (A.P. Lobanov).

Zum Infrastrukturen-Projekt des 6. FRP EXPReS – die Realisierung von eVLBI in Europa, beteiligt sich das MPIfR in folgenden Themen:

– Gemeinsame Forschungsaktivität “Future Arrays of Broadband Radio Telescopes on Internet Computing” (W. Alef, D. Graham)

– Strukturierte Aktivität “Network Provision for a Global Network Array”, dazu der Bau einer schnellen Datenleitung zwischen Bonn und Effelsberg (A. Oberreuter)

– Netzwerkaktivitäten “NVEN Forum” und “Wissenschaftsforum” (W. Alef, R. Porcas)

Auch im Rahmen der Designstudien von europäischen Forschungsinfrastrukturen beteiligt sich das Institut am Programm zur Planung des Square Kilometres Arrays “SKADS” im 6. FRP, in folgenden Designstudien:

– Beim “Science & Simulation” Projekt (R. Beck, T. Arshakian, M. Krause, W. Reich, X. Sun)

– Beim “SKA Data Simulations” aus der Studie “Science & Technical Specification” (A.P. Lobanov, D. Lal)

– Bei der technischen Entwicklung von “EMBRACE Simulator” (R. Keller)

Auch im Rahmen der Integrierten Forschungsinfrastrukturen beteiligt sich das Institut im OPTICON-Programm “European Interferometry Initiative” in Zusammenarbeit mit einer grossen Zahl von europäischen Instituten (G. Weigelt).

Bei den Europäischen Marie Curie-Netzwerkprogramme des 6. FRP beteiligt sich das MPIfR an folgenden Projekten:

– ANGLES: Erforschung von Gravitationslinsen (R. Porcas, W. Alef, E. Ros).

– ENIGMA: Multifrequenz-Untersuchung von Variabilität in AGK (A. Witzel, S. Britzen, T. Krichbaum, A. Zensus).

– ESTRELA: Early Stage Training-Netzwerk zur Radioastronomie bei Zentimeter-Wellenlängen und Interferometrie (E. Ros, S. Britzen, A.P. Lobanov)

Im SOKRATES-Programm der EU bestehen eine Reihe von Kooperationen mit den Universität Bonn und den Universitäten Ljubljana, Krakau, Szeged, Budapest, Cluj-Napoca und Bukarest (P.L. Biermann).

Im CJF-Projekt (“CalTech-Jodrell Bank flat-spectrum sources”) gibt es eine Kollaboration mit JIVE, Jodrell Bank, CIT und NRAO (S. Britzen).

Die 2 cm/MOJAVE-Kollaboration umfasst neben dem MPIfR noch NASA/GSFC, Caltech, ASTRON, NRAO, Denison Univ. und Purdue Univ. (T. Arshakian, A. Lobanov, E. Ros, A. Zensus, Y. Kovalev).

Bzgl. Modellrechnungen von Binären Schwarzen Löchern wird mit dem IAP in Paris zusammengearbeitet (S. Britzen, A. Lobanov, A. Witzel, A. Zensus).

CMB (Untersuchung der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung) ist eine Kollaboration mit Caltech und Universidad de Concepción (E. Angelakis, A. Kraus, T. Krichbaum, A. Witzel, A. Zensus).

Zur Studie von Radiosupernovae besteht eine Kollaboration mit der Universität Valencia und das IAA/Granada (E. Ros).

Eine deutsch-chinesische Zusammenarbeit zur Untersuchung der Kurzzeitvariabilität von Radioquellen umfasst Beobachtungen mit dem 25-m-Radioteleskop Urumqi (T. Krichbaum).

Gemeinsam mit dem National Observatory Beijing (Prof. J.L. Han) erfolgt die Erstellung eines Kontinuum- und Polarisations surveys bei 4.8 GHz und die Untersuchung von Magnetfeldern in unserer Milchstraße unter Einbeziehung des 25-m-Radioteleskops in Urumqi (E. Fürst, P. Reich, W. Reich, R. Wielebinski).

Ein galaktischer Rotationsmaß-Survey bei 1,4 GHz wird am 26-m-Radioteleskop des DRAO in Penticton (Kanada) erstellt. (W. Reich, P. Reich, R. Wielebinski, mit M. Wolleben, DRAO).

Zusammenarbeit mit Forschungsgruppen in Thorn und Krakau. Einrichtung einer Polarisationsmeßvorrichtung am 32-m-Radioteleskop in Thorn (R. Wielebinski, W. Reich).

Die Beobachtung und Analyse von NH₃-Spektren extragalaktischer Kernregionen mit Effelsberg, dem ATCA und dem VLA erfolgt zur Bestimmung der kinetischen Temperaturen des dichten interstellaren Mediums (C. Henkel, K. Menten).

Der "VLBA Calibrator Survey" ist eine Kooperation mit Instituten in den USA (NRAO, NASA-GSFC) und dem Lebedev-Institut in Russland (Y. Kovalev).

Internationale Kollaboration im "AUGER-Projekt" (Pierre Auger Observatory) mit Instituten in Argentinien, Australien, Brasilien, Tschechien, Frankreich, Deutschland, Italien, Mexiko, Polen, Slowenien, Spanien, Großbritannien und USA. Zu AUGER auch zusammen mit dem FZ Karlsruhe ein Verbundforschungsprojekt. (P.L. Biermann).

Im Rahmen des SOKRATES-Programms der Europäischen Union Kooperation mit den Universitäten Bonn, Ljubljana, Krakau, Szeged, Budapest, Bukarest und Cluj-Napoca in verschiedenen Projekten (P.L. Biermann).

Zur Vorbereitung des LOFAR "Key Science" Projektes "Cosmic Magnetism" erfolgt eine Kooperation mit MPA Garching, Univ. Bochum, Univ. Bonn, IU Bremen, ASTRON, Bologna, Toulouse (R. Beck).

SKADS-Projekt "Simulation der gesamten und polarisierten Radiostrahlung von jungen Galaxien" mit Univ. Cambridge und Oxford, beide UK, und Univ. Moskau und ICMM Perm, beide Russland (R. Beck).

DFG-Projekt "Magnetized ISM probed by radio emission", zusammen mit ICMM Perm, Russland und Univ. Moskau (R. Beck, E.M. Berkhuijsen, M. Krause, W. Reich, R. Wielebinski).

6.3 Öffentlichkeitsarbeit

Im Besucherpavillon, direkt am Standort des 100-m-Radioteleskops, wurden von April bis Oktober 360 einstündige Informationsveranstaltungen für sehr unterschiedliche Besuchergruppen durchgeführt.

Die astronomische Vortragsreihe des MPIfR in Bad Münstereifel umfasste 8 populärwissenschaftliche Vorträge in den Monaten April bis November.

Die Reihe "Neues aus dem All" wird seit sechs Jahren gemeinsam vom MPIfR, dem Argelander-Institut für Astronomie der Universität Bonn und dem Deutschen Museum Bonn durchgeführt. Im Jahr 2006 gab es drei Veranstaltungen zum Thema "Astronomie mit Bits und Bytes".

Mitarbeiter des Instituts haben zahlreiche Vorträge an Planetarien, Volkssternwarten und Volkshochschulen gehalten.

Zum Thema LOFAR und SKA gab es im Jahr 2006 zahlreiche Vorträge und mehrere allgemeinverständliche Artikel in astronomischen Zeitschriften (R. Beck).

Im Berichtszeitraum wurden acht Pressemeldungen des Instituts herausgegeben. Institut und Radioteleskop Effelsberg waren außerdem Thema in Radio- und Fernsehbeiträgen (z.B. anlässlich der Montage des neuen Subreflektors im Oktober 2006).

Es wurden eine Reihe von Schülerpraktikumsprojekten am Institut durchgeführt:
<http://www.mpifr.de/public/praktika.html>.

Zum deutsch-polnischen Jahr fand vom 22. März bis 21. April "Sternstunden" in Berlin statt (anschließend in Warschau), an der sich das Institut mit Exponaten (Polarimeter, Modell des 100-m-Teleskops) und Postern beteiligt hat.

Am 8. Februar hat das MPIfR an der Veranstaltung eines Schnuppertags (InfoTag) für Schülerinnen der Universität Bonn mitgearbeitet. Den Teilnehmerinnen wurden kurze Vorträge und eine Führung durch das Digitallabor des Instituts angeboten (M. Massi).

Ein neuer Webauftritt des Instituts wurde im Juni 2006 freigeschaltet.

Bei der 5. Bonner Wissenschaftsnacht "WasserFest" am 7. Juli 2006 war das MPIfR mit dem Thema "Wasser im Weltall" beteiligt (C. Henkel).

Zum bundesweiten Astronomietag am 16. September wurde ein Sonderprogramm mit sechs Themenvorträgen im Besucherpavillon am Radioteleskop Effelsberg durchgeführt (N. Junkes).

Am 3. Oktober wurde der "Milchstraßenweg" mit einer Premierenwanderung eingeweiht. Er führt über eine Strecke von 4 km von Burgsahr bis zum Radioteleskop Effelsberg und zeigt Objekte unserer Milchstraße im Maßstab 1:100 Milliarden. Als Weiterführung des Sahrbachwegs stellt er eine direkte Wanderverbindung des 100-m-Teleskops bis zur Ahr dar und ergänzt den Radioteleskopweg von Bad Münstereifel zum 100m-Teleskop.

Eine Zusammenarbeit im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit erfolgt mit dem Besucherzentrum des italienischen Radio-Observatoriums in Bologna (N. Junkes, S. Varano/IRA).

Die Aktivitäten des Instituts im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit werden mit Links und Querverweisen im Internet präsentiert: <http://www.mpifr.de/public/>.

7 Veröffentlichungen

7.1 In Zeitschriften und Büchern

Achterberg, A. et al. (204 Autoren, darunter P.L. Biermann): On the selection of AGN neutrino source candidates for a source stacking analysis with neutrino telescopes. *Astroparticle Physics* 26, 282-300 (2006).

Agudo, I., Gómez, J. L., Gabuzda, D. C., Marscher, A. P., Jorstad, S. G., Alberdi, A.: The millisecond-scale jet of PKS 0735+178 during quiescence. *Astron. Astrophys.* 453, 477–486 (2006).

Agudo, I., Krichbaum, T. P., Ungerechts, H., Kraus, A., Witzel, A., Angelakis, E., Fuhrmann, L., Bach, U., Britzen, S., Zensus, J. A., Wagner, S. J., Ostorero, L., Ferrero, E., Gracia, J., Grewing, M.: Testing the inverse-Compton catastrophe scenario in the

- intra-day variable blazar S5 0716+714: II. A search for intra-day variability at millimetre wavelengths with the IRAM 30 m telescope. *Astron. Astrophys.* 456, 117–129 (2006).
- Arshakian, T. G., Ros, E., Zensus, J. A.: Cosmological evolution of compact AGN at 15 GHz. *Astron. Astrophys.* 458, 397–404 (2006).
- Bach, U., Krichbaum, T. P., Kraus, A., Witzel, A., Zensus, J. A.: Space-VLBI polarimetry of the BL Lacertae object S5 0716+714: rapid polarization variability in the VLBI core. *Astron. Astrophys.* 452, 83–95 (2006).
- Bach, U., Villata, M., Raiteri, C. M., Agudo, I., Aller, H. D., Aller, M. F., Denn, G., Gómez, J. L., Jorstad, S., Marscher, A., Mutel, R. L., Teräsranta, H.: Structure and flux variability in the VLBI jet of BL Lacertae during the WEBT campaigns (1995–2004). *Astron. Astrophys.* 456, 105–115 (2006).
- Balega, I. I., Balega, Y. Y., Hofmann, K.-H., Malogolovets, E. V., Schertl, D., Shkhagosheva, Z. U., Weigelt, G.: Orbits of new Hipparcos binaries. II. *Astron. Astrophys.* 448, 703–707 (2006).
- Beck, R.: The origin of magnetic fields in galaxies: observational tests with the Square Kilometre Array. *Astronomische Nachrichten* 327, 512–516 (2006).
- Becker, W., Kramer, M., Jessner, A., Taam, R. E., Jia, J. J., Cheng, K. S., Mignani, R., Pellizzoni, A., de Luca, A., Slowikowska, A., Caraveo, P.: A multi-wavelength study of the pulsar PSR B1929+10 and its X-ray trail. *Astrophys. J.* 645, 1421–1435 (2006).
- Beelen, A., Cox, P., Benford, D. J., Dowell, C. Darren, Kovács, Attila, Bertoldi, Frank, Omont, Alain, Carilli, Chris L.: 350 μm dust emission from high-redshift quasars. *Astrophys. J.* 642, 694–701 (2006).
- Belloche, A., Hennebelle, P., André, P.: Strongly induced collapse in the class 0 protostar NGC 1333 IRAS 4A. *Astron. Astrophys.* 453, 145–154 (2006).
- Belloche, A., Parise, B., van der Tak, F. F. S., Schilke, P., Leurini, S., Güsten, R., Nyman, L.-Å.: The evolutionary state of the southern dense core Chamaeleon-MMS1. *Astron. Astrophys.* 454, L51–L54 (2006).
- Bergin, E. A., Maret, S., van der Tak, F. F. S., Alves, J., Carmody, S. M., Lada, C. J.: The thermal structure of gas in prestellar cores: a case study of Barnard 68. *Astrophys. J.* 645, 369–380 (2006).
- Berkhuijsen, E. M., Mitra, D., Müller, P.: Filling factors and scale heights of the diffuse ionized gas in the Milky Way. *Astronomische Nachrichten* 327, 82–96 (2006).
- Bertoldi, F., Altenhoff, W., Weiss, A., Menten, K. M., Thum, C.: The trans-neptunian object UB₃₁₃ is larger than Pluto. *Nature* 439, 563–564 (2006).
- Biermann, P. L.: Dark energy - dark matter - and black holes: the music of the universe. In: *Exotic Nuclei and Nuclear/Particle Astrophysics*. (Eds.) Stoica, S.; Trache, L.; Tribble, R.E. World Scientific, New Jersey 2006, 431–439.
- Biermann, P. L.: Galactic cosmic rays. *Journal of Physics: Conference Series* 47, 78–85 (2006).
- Biermann, P. L.: The origin of cosmic rays. In: *Exotic Nuclei and Nuclear/Particle Astrophysics*. (Eds.) Stoica, S.; Trache, L.; Tribble, R.E. World Scientific, New Jersey 2006, 225–233.
- Biermann, P. L.: Towards technology in society and business through science and education. In: *Exotic Nuclei and Nuclear/Particle Astrophysics*. (Eds.) Stoica, S.; Trache, L.; Tribble, R.E. World Scientific, New Jersey 2006, 463–466.
- Biermann, P. L., Frampton, P. H.: Ultra high energy cosmic rays from sequestered X bursts. *Physics Letters B* 634, 125–129 (2006).

- Biermann, P. L., Kusenko, A.: Relic keV sterile neutrinos and reionization. *Phys. Rev. Letters* 96, 091301–1–4 (2006).
- Boone, F., Muders, D., Schilke, P., Comito, C., Leurini, S., Parise, B., van der Tak, F., Menten, K. M.: Advanced science analysis package and the prototype DALIA. In: *Astronomical Data Analysis Software and Systems XV*. (Eds.) Gabriel, C.; Arviset, C.; Ponz, D.; Solano, E. ASP Conf. Series No. 351, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2006, 577–580.
- Boone, F., Schilke, P., Muders, D., Comito, C., Leurini, S., Parise, B., van der Tak, F., Menten, K.: Modeling with the Advanced Science Analysis Package (ASAP). In: *Radiative Transfer and Applications to Very Large Telescopes*. (Ed.) Stee, Ph. EAS Publications Series No. 18, EDP Sciences, Les Ulis 2006, 299–305.
- Bourke, T. L., Myers, P. C., Evans, N. J., II, Dunham, M. M., Kauffmann, J., Shirley, Y. L., Crapsi, A., Young, C. H., Huard, T. L., Brooke, T. Y., Chapman, N., Cieza, L., Lee, C. W., Teuben, P., Wahhaj, Z.: The Spitzer c2d survey of nearby dense cores. II. Discovery of a low-luminosity object in the “evolved starless core” L1521F. *Astrophys. J.* 649, L37–L40 (2006).
- Brüggen, M., Beck, R., Falcke, H.: German LOFAR: a new era in radio astronomy. *Reviews in Modern Astronomy* 19, 277–292 (2006).
- Brünken, S., Müller, H. S. P., Thorwirth, S., Lewen, F., Winnewisser, G.: The rotational spectra of the ground and first excited bending states of deuterium isocyanide, DNC, up to 2 THz. *Journal of Molecular Structure* 780–781, 3–6 (2006).
- Brunthaler, A.: M33 — distance and motion. *Reviews in Modern Astronomy* 18, 179–194 (2006).
- Brunthaler, A., Bower, G. C., Falcke, H.: Radio linear and circular polarization from M81*. *Astron. Astrophys.* 451, 845–850 (2006).
- Brunthaler, A., Henkel, C., de Blok, W. J. G., Reid, M. J., Greenhill, L. J., Falcke, H.: Water masers in the local group of galaxies. *Astron. Astrophys.* 457, 109–114 (2006).
- Burigana, C., La Porta, L., Reich, P., Reich, W.: A statistical analysis of a Galactic all sky survey at 1.4 GHz. *Astronomische Nachrichten*, No.327, 491–492 (2006).
- Burigana, C., La Porta, L., Reich, W., Reich, P., Gonzalez-Nuevo, J., Massardi, M., De Zotti, G.: Polarized synchrotron emission.
<http://pos.sissa.it//archive/conferences/027/016/CMB2006016.pdf>
- Cámara Mayorga, I., Muñoz Pradas, P., Michael, E. A., Mikulics, M., Schmitz, A., van der Wal, P., Kaseman, C., Güsten, R., Jacobs, K., Marso, M., Lüth, H., Kordos, P.: Terahertz photonic mixers as local oscillators for hot electron bolometer and superconductor-insulator-superconductor astronomical receivers. *Journal of Applied Physics* 100, 043116–1 bis 1–4 (2006)
- Carignan, C., Chemin, L., Huchtmeier, W. K., Lockman, F. J.: Extended H I rotation curve and mass distribution of M31. *Astrophys. J.* 641, L109–L112 (2006).
- Carretti, E., Poppi, S., Reich, W., Reich, P., Fürst, E., Bernardi, G., Cortiglioni, S., Sbarra, C.: Deep 1.4 GHz observations of diffuse polarized emission. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 367, 132–138 (2006).
- Cernicharo, J., Pardo, J. R., Weiss, A.: A new water vapor megamaser. *Astrophys. J.* 646, L49–L52 (2006).
- Chin, Y.-N., Kaiser, R. I., Lemme, C., Henkel, C.: Detection of interstellar Cyanoallene and its implications for astrochemistry. In: *Astrochemistry: From Laboratory Studies to Astronomical Observations*. (Eds.) Kaiser, R.I.; Bernath, P.; Osamura, Y.; Petrie, S.; Mebel, A.M. AIP Conference Proceedings No. 855, Springer, New York 2006, 149–153.
- Chyzy, K. T., Ehle, M., Beck, R.: Strong magnetic asymmetries in weakly interacting

- spirals. *Astronomische Nachrichten* 327, 501–502 (2006).
- Chyzy, K. T., Krause, M., Beck, R., Bomans, D., Urbanik, M.: Radio study of weakly star-forming galaxies. In: *The Many Scales in the Universe*. (Eds.) Del Toro Iniesta, J.C.; Alfaro, E.; Gorgas, J.; Salvador-Solé, E.; Butcher, H. Springer, Dordrecht 2006, 2P17.
- Chyzy, K. T., Soida, M., Bomans, D. J., Vollmer, B., Balkowski, Ch., Beck, R., Urbanik, M.: Large-scale magnetized outflows from the Virgo cluster spiral NGC 4569: a galactic wind in a ram pressure wind. *Astron. Astrophys.* 447, 465–472 (2006).
- Dobbs, M., Halverson, N. W., Ade, P. A. R., Basu, K., Beelen, A., Bertoldi, F., Cohalan, C., Cho, H. M., Güsten, R., Holzapfel, W. L., Kermish, Z., Kneissl, R., Kovács, A., Kreysa, E., Lanting, T. M., Lee, A. T., Lueker, M., Mehl, J., Menten, K. M., Muters, D., Nord, M., Plagge, T., Richards, P. L., Schilke, P., Schwan, D., Spieler, H., Weiss, A., White, M.: APEX-SZ first light and instrument status. *New Astronomy Reviews*, 50, 960–968 (2006).
- Domiciano de Souza, A., Driebe, T., Chesneau, O., Hofmann, K.-H., Kraus, S., Miroshnichenko, A. S., Ohnaka, K., Petrov, R. G., Preibisch, Th., Stee, P., Weigelt, G.: The vicinity of the galactic supergiant B[e] star CPD-57° 2874 from near- and mid-IR long baseline spectro-interferometry with the VLTI (AMBER and MIDI). In: *Stars with the B[e] Phenomenon*. (Eds.) Kraus, M.; Miroshnichenko, A.S. ASP Conf. Series No. 355, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2006, 155–161.
- Falgarone, E., Pineau des Forêts, G., Hily-Blant, P., Schilke, P.: Dissipative structures of diffuse molecular gas: I. Weak HCO⁺(J=1–0) emission. *Astron. Astrophys.* 452, 511–522 (2006).
- Fish, V. L., Reid, M. J., Menten, K. M., Pillai, T.: Enhanced density and magnetic fields in interstellar OH masers. *Astron. Astrophys.* 458, 485–495 (2006).
- Forbrich, J., Preibisch, Th., Menten, K. M.: Radio and X-ray variability of young stellar objects in the Coronet Cluster. *Astron. Astrophys.* 446, 155–170 (2006).
- Foster, T., Kothes, R., Sun, X., Reich, W., Han, J. L.: 10⁵¹ ergs less: the galactic H II region OA 184. *Astron. Astrophys.* 454, 517–526 (2006).
- Gabányi, K. É., Krichbaum, T. P., Britzen, S., Bach, U., Ros, E., Witzel, A., Zensus, J. A.: High frequency VLBI observations of the scatter broadened quasar B 2005+403. *Astron. Astrophys.* 451, 85–98 (2006).
- Gemmeke, H. et al. (76 Autoren, darunter P.L. Biermann und J.A. Zensus): , Zensus, J. A., Zimmermann, D.: Advanced detection methods of radio signals from cosmic rays for KASCADE Grande and Auger. *International Journal of Modern Physics A* 21, 242–246 (2006)
- Gerin, M., Lis, D. C., Philipp, S., Güsten, R., Roueff, E., Reveret, V.: The distribution of ND₂H in LDN 1689N. *Astron. Astrophys.* 454, L63–L66 (2006).
- Gómez, J. L., Marscher, A. P., Jorstad, S. G., Agudo, I.: The jet in the radio galaxy 3C 120: Jet/cloud interactions at parsec scales. *Astronomische Nachrichten* 327, 223–226 (2006).
- Graf, U. U., Heyminck, S., Güsten, R., Hartogh, P., Hübers, H.-W., Jacobs, K., Philipp, M., Rabanus, D., Röser, H.-P., Stutzki, J., van der Wal, P., Wagner-Gentner, A.: GREAT: the German first light heterodyne instrument for SOFIA. In: *Millimeter and Submillimeter Detectors and Instrumentation for Astronomy III*. (Eds.) Zmuidzinas, J.; Holland, W. S.; Withington, S.; Duncan, W. D. Proceedings of the SPIE, No. 6275, SPIE, Bellingham 2006, 62750K1–K7.
- Güsten, R., Nyman, L.-Å., Schilke, P., Menten, K., Cesarsky, C., Booth, R.: The Atacama Pathfinder Experiment (APEX) – a new submillimeter facility for southern skies.

- Astron. Astrophys. 454, L13–L16 (2006).
- Hachisuka, K., Brunthaler, A., Menten, K. M., Reid, M. J., Imai, H., Hagiwara, Y., Miyoshi, M., Horiuchi, S., Sasao, T.: Water maser motions in W3(OH) and a determination of its distance. *Astrophys. J.* 645, 337–344 (2006).
- Hafok, H., Caillat, M., McMullin, J.: The DataCatcher component for the Atacama Large Millimeter Array. In: *Astronomical Data Analysis Software and Systems XV.* (Eds.) Gabriel, C.; Arviset, C.; Ponz, D.; Solano, E. ASP Conf. Series No. 351, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2006, 189–192.
- Harju, J., Haikala, L. K., Lehtinen, K., Juvela, M., Mattila, K., Miettinen, O., Dumke, M., Güsten, R., Nyman, L.-Å.: Detection of H_2D^+ in a massive prestellar core in Orion B. *Astron. Astrophys.* 454, L55–L58 (2006).
- Haungs, A. et al. (76 Autoren, darunter P.L. Biermann und J.A. Zensus): Zensus, J. A., Zimmermann, D.: Combined Lopes and Cascade-Grande data analysis. *International Journal of Modern Physics A* 21, 182–186 (2006).
- Heyminck, S., Kasemann, C., Güsten, R., de Lange, G., Graf, U. U.: The first-light APEX submillimeter heterodyne instrument FLASH. *Astron. Astrophys.* 454, L21–L24 (2006).
- Hönl, S. F.: Identification of a new short-period comet near the sun. *Astron. Astrophys.* 445, 759–763 (2006).
- Hönl, S. F., Beckert, T., Ohnaka, K., Weigelt, G.: Radiative transfer modeling of three-dimensional clumpy AGN tori and its application to NGC 1068. *Astron. Astrophys.* 452, 459–471 (2006).
- Hörandel et al. (76 Autoren, darunter P.L. Biermann und J.A. Zensus): I, Wijnholds, S., Jwochele, Zabierowski, J., Zensus, J. A., Zimmermann, D.: Results from the KASCADE, KASCADE-Grande, and LOPES experiments. *Journal of Physics: Conference Series* 39 (1) 463–470 (2006).
- Hofmann, K.-H., Driebe, T., Heininger, M., Schertl, D., Weigelt, G.: Aperture synthesis imaging with the LBT: reconstruction of diffraction-limited images from LBT LINC-NIRVANA data using the Richardson-Lucy and regularized building block method. In: *Advances in Stellar Interferometry.* (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. Proceedings of the SPIE No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 6268H(1–11).
- Hofmann, K.-H., Kraus, S., Lopez, B., Weigelt, G., Wolf, S.: Aperture synthesis image reconstruction study for the mid-infrared VLTI imager MATISSE. In: *Advances in Stellar Interferometry.* (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. Proceedings of the SPIE No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 6268I(1–7).
- Hogerheijde, M. R., Caselli, P., Emprechtinger, M., van der Tak, F. F. S., Alves, J., Belloche, A., Güsten, R., Lundgren, A. A., Nyman, L.-Å., Volgenau, N., Wiedner, M. C.: Probable detection of H_2D^+ in the starless core Barnard 68. *Astron. Astrophys.* 454, L59–L62 (2006).
- Homan, D. C., Kovalev, Y. Y., Lister, M. L., Ros, E., Kellermann, K. I., Cohen, M. H., Vermeulen, R. C., Zensus, J. A., Kadler, M.: Intrinsic brightness temperatures of AGN jets. *Astrophys. J.* 642, L115–L118 (2006).
- Horneffer, A. et al. (76 Autoren, darunter P.L. Biermann und J.A. Zensus): Radio detection of cosmic rays with Lopes. *International Journal of Modern Physics A* 21, 168–181 (2006).
- Hunter, T. R., Brogan, C. L., Megeath, S. T., Menten, K. M., Beuther, H., Thorwirth, S.: Millimeter multiplicity in NGC 6334 I and I(N). *Astrophys. J.* 649, 888–893 (2006).
- Ikhsanov, N. R., Biermann, P. L.: High-energy emission of fast rotating white dwarfs. *Astron. Astrophys.* 445, 305–312 (2006).
- Jiang, B. W., Gao, J., Omont, A., Schuller, F., Simon, G.: Extinction at $7\ \mu\text{m}$ and $15\ \mu\text{m}$

- from the ISOGAL survey. *Astron. Astrophys.* 446, 551–560 (2006).
- Johnston, S., Kramer, M., Lorimer, D. R., Lyne, A. G., McLaughlin, M., Klein, B., Manchester, R. N.: Discovery of two pulsars towards the Galactic Centre. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 373, L6–L10 (2006).
- Kadler, M., Hughes, P. A., Ros, E., Aller, M. F., Aller, H. D.: A quasi-periodic modulation of the radio light curve of the blazar PKS B0048–097. *Astron. Astrophys.* 456, L1–L4 (2006).
- Karachentsev, I. D., Karachentseva, V. E., Huchtmeier, W. K.: Disturbed isolated galaxies: indicators of a dark galaxy population? *Astron. Astrophys.* 451, 817–820 (2006).
- Kasemann, C., Güsten, R., Heyminck, S., Klein, B., Klein, T., Philipp, S. D., Korn, A., Schneider, G., Henseler, A., Baryshev, A., Klapwijk, T. M.: CHAMP⁺: a powerful array receiver for APEX. In: *Millimeter and Submillimeter Detectors and Instrumentation for Astronomy III*. (Eds.) Zmuidzinas, J.; Holland, W. S.; Withington, S.; Duncan, W. D. *Proceedings of the SPIE*, No. 6275, SPIE, Bellingham 2006, 62750N1–N12.
- Klein, B., Philipp, S. D., Güsten, R., Krämer, I., Samtleben, D.: A new generation of spectrometers for radio astronomy: Fast Fourier Transform Spectrometer. In: *Millimeter and Submillimeter Detectors and Instrumentation for Astronomy III*. (Eds.) Zmuidzinas, J.; Holland, W. S.; Withington, S.; Duncan, W. D. *Proceedings of the SPIE*, No. 6275, SPIE, Bellingham 2006, 627511–1 bis 11–12.
- Klein, B., Philipp, S. D., Krämer, I., Kasemann, C., Güsten, R., Menten, K. M.: The APEX digital Fast Fourier Transform Spectrometer. *Astron. Astrophys.* 454, L29–L32 (2006).
- Kostiuk, T., Livengood, T. A., Sonnabend, G., Fast, K. E., Hewagama, T., Murakawa, K., Tokunaga, A. T., Annen, J., Buhl, D., Schmülling, F., Luz, D., Witasse, O.: Stratospheric global winds on Titan at the time of Huygens descent. *Journal of Geophysical Research* 111, E7S03 (2006).
- Kothes, R., Fedotov, K., Foster, T. J., Uyaniker, B.: A catalogue of Galactic supernova remnants from the Canadian Galactic plane survey: I. Flux densities, spectra, and polarization characteristics. *Astron. Astrophys.* 457, 1081–1093 (2006).
- Kothes, R., Reich, W., Uyaniker, B.: The Boomerang PWN G106+2.9 and the magnetic field structure in pulsar wind nebulae. *Astrophys. J.* 638, 225–233 (2006).
- Kovalev, Y. Y., Kellermann, K. I., Lister, M. L., Homan, D. C., Vermeulen, R. C., Cohen, M. H., Ros, E., Kadler, M., Lobanov, A. P., Zensus, J. A., Kardashev, N. S., Gurvits, L. I., Aller, M. F., Aller, H. D.: Erratum: “Sub-milliarcsecond imaging of quasars and active galactic nuclei. IV. Fine-scale structure” (*AJ*, 130, 2473 [2005]). *The Astronomical Journal*, Volume 131, 2361 (2006).
- Kraus, S., Balega, Y., Elitzur, M., Hofmann, K. -H., Preibisch, Th., Rosen, A., Schertl, D., Weigelt, G., Young, E. T.: Outflows from the high-mass protostars NGC 7538 IRS1/2 observed with bispectrum speckle interferometry: signatures of flow precession. *Astron. Astrophys.* 455, 521–537 (2006).
- Krause, M., Wielebinski, R., Dumke, M.: The large scale magnetic field configuration in the Sombrero galaxy – persistence during galaxy evolution? *Astronomische Nachrichten* 327, 499–500 (2006).
- Krause, M., Wielebinski, R., Dumke, M.: Radio polarization and sub-millimeter observations of the Sombrero galaxy (NGC 4594): large-scale magnetic field configuration and dust emission. *Astron. Astrophys.* 448, 133–142 (2006).
- Krichbaum, T. P., Graham, D. A., Bremer, M., Alef, W., Witzel, A., Zensus, J. A., Eckart, A.: Sub-milliarcsecond imaging of Sgr A* and M87. *Journal of Physics: Conference Series* 54, 328–334 (2006).

- Kudrya, Yu. N., Karachentsev, V. E., Karachentseva, I. D., Mitronova, S. N., Huchtmeier, W. K.: Bulk motions of spiral galaxies in the $z=0.03$ volume. *Astronomy Letters* 32, 73–83 (2006).
- La Porta, L., Burigana, C.: A multifrequency angular power spectrum analysis of the Leiden polarization surveys. *Astron. Astrophys.* 457, 1–14 (2006).
- La Porta, L., Burigana, C., Reich, W., Reich, P.: An angular power spectrum analysis of the DRAO 1.4 GHz polarization survey: implications for CMB observations. *Astron. Astrophys.* 455, L9–L12 (2006).
- Lagarde, S., Lopez, B., Antonelli, P., Beckman, U., Behrend, J., Bresson, Y., Chesneau, O., Dugué, M., Glazenberg, A., Graser, U., Hofmann, K.-H., Jaffe, W., Leinert, Ch., Millour, F., Menut, J. L., Petrov, R. G., Ratzka, T., Weigelt, G., Wolf, S., Abraham, P., Connot, C., Henning, T., Heininger, M., Hugues, Y., Kraus, S., Laun, W., Matter, A., Neumann, U., Nussbaum, E., Niedzielski, A., Mosoni, L., Robbe-Dubois, S., Rousset, A., Schertl, D., Vakili, F., Wagner, K., Waters, L. B. F. M.: MATISSE: a four beams combiner in the mid-infrared for the VLTI. In: *Advances in Stellar Interferometry*. (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. Proceedings of the SPIE No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 6268M(1–10).
- Laine, S., Kotilainen, J. K., Reunanen, J., Ryder, S. D., Beck, R.: Examining the Seyfert - starburst connection with arcsecond resolution radio continuum observations. *Astron. J.* 131, 701–715 (2006).
- Lawson, P. R., Cotton, W. D., Hummel, C. A., Baron, F., Young, J. S., Kraus, S., Hofmann, K.-H., Weigelt, G. P., Ireland, M. I., Monnier, J. D., Thiébaud, E., Rengaswamy, S., Chesneau, O.: 2006 interferometry imaging beauty contest. In: *Advances in Stellar Interferometry*. (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. Proceedings of the SPIE No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 6268U(1–12).
- Lebrón, M., Beuther, H., Schilke, P., Stanke, Th.: The extremely high-velocity molecular outflow in IRAS 20126+4104. *Astron. Astrophys.* 448, 1037–1042 (2006).
- Lestrade, J.-F., Wyatt, M. C., Bertoldi, F., Dent, W. R. F., Menten, K. M.: Search for cold debris disks around M-dwarfs. *Astron. Astrophys.* 460, 733–741 (2006).
- Leurini, S., Rolffs, R., Thorwirth, S., Parise, B., Schilke, P., Comito, C., Wyrowski, F., Güsten, R., Bergman, P., Menten, K. M., Nyman, L.-Å.: APEX 1 mm line survey of the Orion Bar. *Astron. Astrophys.* 454, L47–L50 (2006).
- Leurini, S., Schilke, P., Parise, B., Wyrowski, F., Güsten, R., Philipp, S.: The high velocity outflow in NGC 6334 I. *Astron. Astrophys.* 454, L83–L86 (2006).
- Lightfoot, J., Wyrowski, F., Muders, D., Boone, F., Davis, L., Shepherd, D., Wilson, C.: ALMA pipeline heuristics. In: *Astronomical Data Analysis Software and Systems XV*. (Eds.) Gabriel, C.; Arviset, C.; Ponz, D.; Solano, E. ASP Conf. Series No. 351, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2006, 315–318.
- Livengood, T. A., Kostiuk, T., Sonnabend, G., Annen, J. N., Fast, K. E., Tokunaga, A., Murakawa, K., Hewagama, T., Schmülling, F., Schieder, R.: High-resolution infrared spectroscopy of ethane in Titan's stratosphere in the Huygens epoch. *Journal of Geophysical Research* 111, E11S90 (2006).
- Lobanov, A., Krichbaum, T. P., Witzel, A., Zensus, J. A.: Dual frequency VSOP imaging of the jet in S5 0836+710. *Publ. Astron. Soc. Japan* 58, 253–259 (2006).
- Lopes Collaboration (76 Autoren, darunter P.L. Biermann und J.A. Zensus): Progress in air shower radio measurements: detection of distant events. *Astroparticle Physics* 26, 332–340 (2006).
- Lopez, B., Wolf, S., Lagarde, S., Abraham, P., Antonelli, P., Augereau, J. C., Beckman, U., Behrend, J., Berruyer, N., Bresson, Y., Chesneau, O., Clausse, J. M., Connot, C., Demyk, K., Danchi, W. C., Dugué, M., Flament, S., Glazenberg, A., Graser, U.,

- Henning, T., Hofmann, K.-H., Heining, M., Hugues, Y., Jaffe, W., Jankov, S., Kraus, S., Laun, W., Leinert, Ch., Linz, H., Mathias, Ph., Meisenheimer, K., Matter, A., Menut, J. L., Millour, F., Neumann, U., Nussbaum, E., Niedzielski, A., Mosonic, L., Petrov, R., Ratzka, T., Robbe-Dubois, S., Roussel, A., Schertl, D., Schmider, F.-X., Stecklum, B., Thiebaut, E., Vakili, F., Wagner, K., Waters, L. B. F. M., Weigelt, G.: MATISSE: perspective of imaging in the mid-infrared at the VLTI. In: *Advances in Stellar Interferometry*. (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. Proceedings of the SPIE No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 6268Z(1–7).
- Malbet, F., Kern, P. Y., Berger, J.-P., Jocu, L., Garcia, P., Buscher, D., Rousselet-Perraut, K., Weigelt, G., Gai, M., Surdej, J., Hron, J., Neuhäuser, R., Le Coarer, E., Labeye, P. R., Le Bouquin, J., Benisty, M., Herwats, E.: VSI: a milli-arcsec spectro-imager for the VLTI. In: *Advances in Stellar Interferometry*. (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. Proceedings of the SPIE No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 62680Y1–0Y12.
- Malbet, F., Petrov, R. G., Weigelt, G., Stee, P., Tatulli, E., Domiciano de Souza, A., Millour, F., AMBER consortium: First astrophysical results from AMBER/VLTI. In: *Advances in Stellar Interferometry*. (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. Proceedings of the SPIE No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 626802(1–8).
- Mangum, J. G., Baars, J. W. M., Greve, A., Lucas, R., Snel, R. C., Wallace, P., Holdaway, M.: Evaluation of the ALMA prototype antennas. *Publ. Astron. Soc. Pacific* 118, 1257–1301 (2006).
- Martín, S., Mauersberger, R., Martín-Pintado, J., Henkel, C., García-Burillo, S.: A 2 millimeter spectral line survey of the starburst galaxy NGC 253. *Astrophys. J. Suppl.* 164, 450–476 (2006).
- Massi, M., Forbrich, J., Menten, K. M., Torricelli-Ciamponi, G., Neidhöfer, J., Leurini, S., Bertoldi, F.: Synchrotron emission from the T Tauri binary system V773 Tauri A. *Astron. Astrophys.* 453, 959–964 (2006).
- May, T., Anders, S., Fritsch, L., Boucher, R., Zakosarenko, V., Meyer, H.-G., Jethava, N., Kreysa, E., Siringo, G.: Fabricating transition-edge bolometers and the SQUID readout on one chip. In: *Millimeter and Submillimeter Detectors and Instrumentation for Astronomy III*. (Eds.) Zmuidzinas, J.; Holland, W. S.; Withington, S.; Duncan, W. D. Proceedings of the SPIE, No. 6275, SPIE, Bellingham 2006, 62751Q.
- Meli, A., Biermann, P. L.: Cosmic rays X. The cosmic ray knee and beyond: diffuse acceleration at oblique shocks. *Astron. Astrophys.* 454, 687–694 (2006).
- Menshchikov, A. B., Balega, Y. Y., Berger, M., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Maximov, A. F., Schertl, D., Shenavrin, V. I., Weigelt, G.: Near-infrared speckle interferometry and radiative transfer modelling of the carbon star LP Andromedae. *Astron. Astrophys.* 448, 271–281 (2006).
- Menten, K. M., Philipp, S. D., Güsten, R., Alcolea, J., Polehampton, E. T., Brünken, S.: Submillimeter vibrationally excited water emission from the peculiar red supergiant VY Canis Majoris. *Astron. Astrophys.* 454, L107–L110 (2006).
- Menten, K. M., Reid, M. J., Krügel, E., Claussen, M. J., Sahai, R.: Radio continuum monitoring of the extreme carbon star IRC+10216. *Astron. Astrophys.* 453, 301–307 (2006).
- Merloni, A., Körding, E., Heinz, S., Markoff, S., Di Matteo, T., Falcke, H.: Why the fundamental plane of black hole activity is not simply a distance driven artifact. *New Astronomy* 11, 567–576 (2006).
- Mittal, R., Porcas, R., Wucknitz, O., Biggs, A., Browne, I.: VLBI phase-reference observations of the gravitational lens JVAS B0218+357. *Astron. Astrophys.* 447, 515–524 (2006).

- Moraghan, A., Smith, M. D., Rosen, A.: Velocity study of axisymmetric protostellar jets with molecular cooling. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 371, 1448–1458 (2006).
- Muders, D., Hafok, H., Wyrowski, F., Polehampton, E., Belloche, A., König, C., Schaaf, R.: APECS - The Atacama pathfinder experiment control system. In: *Astronomical Data Analysis Software and Systems XV*. (Eds.) Gabriel, C.; Arviset, C.; Ponz, D.; Solano, E. ASP Conf. Series No. 351, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2006, 200–203.
- Muders, D., Hafok, H., Wyrowski, F., Polehampton, E., Belloche, A., König, C., Schaaf, R., Schuller, F., Hatchell, J., van der Tak, F.: APECS - the Atacama Pathfinder Experiment control system. *Astron. Astrophys.* 454, L25–L28 (2006).
- Müller, H. S. P., Xu, L.-H., van der Tak, F.: Investigations into the millimeter and submillimeter-wave spectrum of perdeuterated methanol, CD₃OD, in its ground and first excited torsional states. *Journal of Molecular Structure* 795, 114–133 (2006).
- Munyaneza, F., Biermann, P. L.: Degenerate sterile neutrino dark matter in the cores of galaxies. *Astron. Astrophys.* 458, L9
- Murakawa, K., Ohnaka, K., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Schertl, D., Oya, S., Weigelt, G.: NIR high-resolution imaging and radiative transfer modeling of the Frosty Leo nebula. In: *Planetary Nebulae in our Galaxy and Beyond*. (Eds.) Barlow, M.J.; Méndez, R.H. Proceedings of the International Astronomical Union No. 234, Cambridge University Press, Cambridge 2006, 473–474.
- Muzic, K., Eckart, A., Schödel, R., Meyer, L., Zensus, A.: Thin filaments at the Galactic Center: identification and proper motions. *Journal of Physics: Conference Series* 54, 311–315 (2006)
- Naoi, T., Tamura, M., Nakajima, Y., Nagata, T., Suto, H., Murakawa, K., Kandori, R., Sasaki, S., Baba, D., Kato, D., Kurita, M., Nagashima, C., Nagayama, T., Nakaya, H., Nishiyama, S., Oasa, Y., Sato, S., Sugitani, K.: Near-infrared extinction law in the ρ Ophiuchi and Chamaeleon dark clouds. *Astrophys. J.* 640, 373–382 (2006).
- Nehls, S. et al. (76 Autoren, darunter P.L. Biermann und J.A. Zensus): Bierowski, J., Zensus, J. A., Zimmermann, D.: Absolute calibration of the Lopes antenna system. *International Journal of Modern Physics A* 21, 187–191 (2006)
- Neufeld, D. A., Schilke, P., Menten, K. M., Wolfire, M. G., Black, J. H., Schuller, F., Müller, H. S. P., Thorwirth, S., Güsten, R., Philipp, S.: Discovery of interstellar CF⁺. *Astron. Astrophys.* 454, L37–L40 (2006).
- Neufeld, D. A., Schilke, P., Menten, K. M., Wolfire, M. G., Black, J. H., Schuller, F., Müller, H., Thorwirth, S., Güsten, R., Philipp, S.: First astronomical detection of the CF⁺ ion. In: *Astrochemistry: Recent Successes and Current Challenges*. (Eds.) Lis, D.C.; Blake, G.A.; Herbst, E. IAU Symposium No. 231, Cambridge University Press, Cambridge 2006, 163–164.
- Nieten, Ch., Neiningner, N., Guélin, M., Ungerechts, H., Lucas, R., Berkhuijsen, E. M., Beck, R., Wielebinski, R.: Molecular gas in the Andromeda galaxy. *Astron. Astrophys.* 453, 459–475 (2006).
- Nishikawa, J., Murakami, N., Abe, L., Kotani, T., Tamura, M., Yokochi, K., Kurokawa, T.: Nulling and adaptive optics for very high dynamic range coronagraph. In: *Space Telescopes and Instrumentation I: Optical, Infrared, and Millimeter*. (Eds.) Mather, J.C.; MacEwen, H. A.; de Graauw, M.W.M. Proceedings of the SPIE, No. 6265, SPIE, Bellingham 2006, 62653Q(1–5).
- Nucciotti, A., Arnaboldi, C., Beeman, J. W., Capozzi, F., Ceruti, G., Kilbourne, C.A., Kreysa, E., McCammon, D., Monfardini, A., Pessina, G., Previtali, E., Sisti, M.: Comparison between implanted Si and NTD-Ge thermistors performance in AgReO₄ microcalorimeters for a new neutrino mass experiment. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and As-*

- sociated Equipment 559, 367–369 (2006).
- O’Brien, T. J., Bode, M. F., Porcas, R. W., Muxlow, T. W. B., Eyres, S. P. S., Beswick, R. J., Garrington, S. T., Davis, R. J., Evans, A.: An asymmetric shock wave in the 2006 outburst of the recurrent nova RS Ophiuchi. *Nature* 442, 279–281 (2006).
- O’Brien, T. J., Muxlow, T. W. B., Garrington, S. T., Davis, R. J., Eyres, S. P. S., Bode, M. F., Porcas, R. W., Evans, A.: RS Ophiuchi. IAU Circular 8684 (2006).
- O’Brien, T. J., Muxlow, T. W. B., Garrington, S. T., Davis, R. J., Porcas, R. W., Bode, M. F., Eyres, S. P. S., Evans, A.: RS Ophiuchi. IAU Circular 8688 (2006).
- Ohnaka, K., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Leinert, C., Morel, S., Paresce, F., Preibisch, T., Richichi, A., Schertl, D., Schöller, M., Waters, L. B. F. M., Weigelt, G., Wittkowski, M.: High angular resolution N-band observation of the silicate carbon star IRAS 08002–3803 with the VLTI/MIDI instrument: dusty environment spatially resolved. *Astron. Astrophys.* 445, 1015–1029 (2006).
- Ohnaka, K., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Preibisch, T., Schertl, D., Weigelt, G.: VLTI/MIDI observation of the silicate carbon star Hen 38 (IRAS 08002-3803): silicate dust reservoir spatially resolved for the first time. In: *Advances in Stellar Interferometry*. (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. Proceedings of the SPIE No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 6268V(1–5).
- Ohnaka, K., Scholz, M., Wood, P. R.: Comparison of dynamical model atmospheres of Mira variables with mid-infrared interferometric and spectroscopic observations. *Astron. Astrophys.* 446, 1119–1127 (2006).
- Ostorero, L., Wagner, S. J., Gracia, J., Ferrero, E., Krichbaum, T. P., Britzen, S., Witzel, A., Nilsson, K., Villata, M., Bach, U., Barnaby, D., Bernhart, S., Carini, M. T., Chen, C. W., Chen, W. P., Ciprini, S., Crapanzano, S., Doroshenko, V., Efimova, N. V., Emmanoulopoulos, D., Fuhrmann, L., Gabanyi, K., Giltinan, A., Hagen-Thorn, V., Hauser, M., Heidt, J., Hojaev, A. S., Hovatta, T., Hroch, F., Ibrahimov, M., Impellizzeri, V., Ivanidze, R. Z., Kachel, D., Kraus, A., Kurtanidze, O., Lähteenmäki, A., Lanteri, L., Larionov, V. M., Lin, Z. Y., Lindfors, E., Munz, F., Nikolashvili, M. G., Nucciarelli, G., O’Connor, A., Ohlert, J., Pasanen, M., Pullen, C., Raiteri, C. M., Rector, T. A., Robb, R., Sigua, L. A., Sillanpää, A., Sixtova, L., Smith, N., Strub, P., Takahashi, S., Takalo, L. O., Tapken, C., Tartar, J., Tornikoski, M., Tosti, G., Tröller, M., Walters, R., Wilking, B. A., Wills, W., Agudo, I., Aller, H. D., Aller, M. F., Angelakis, E., Klare, J., Körding, E., Stroh, R. G., Teräsranta, H., Ungerechts, H., Vila-Vilaró, B.: Testing the inverse-Compton catastrophe scenario in the intra-day variable blazar S5 0716+71: I. Simultaneous broadband observations during November 2003. *Astron. Astrophys.* 451, 797–807 (2006).
- Papageorgiou, A., Cawthorne, T. V., Stirling, A., Gabuzda, D., Polatidis, A. G.: Space very long baseline interferometry observations of polarization in the jet of 3C 380. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 373, 449–456 (2006).
- Parise, B., Belloche, A., Leurini, S., Schilke, P., Wyrowski, F., Güsten R.: CO and CH₃OH observations of the BHR 71 outflows with APEX. *Astron. Astrophys.* 454, L79–L82 (2006).
- Parise, B., Ceccarelli, C., Tielens, A. G. G. M., Castets, A., Caux, E., Lefloch, B., Maret, S.: Testing grain surface chemistry: a survey of deuterated formaldehyde and methanol in low-mass Class 0 protostars. *Astron. Astrophys.* 453, 949–958 (2006).
- Patrikeev, I., Fletcher, A., Stepanov, R., Beck, R., Berkhuijsen, E. M., Frick, P., Horellou, C.: Analysis of spiral arms using anisotropic wavelets: gas, dust and magnetic fields in M51. *Astron. Astrophys.* 458, 441–452 (2006).
- Peretto, N., André, P., Belloche, A.: Probing the formation of intermediate- to high-mass stars in protoclusters: a detailed millimeter study of the NGC 2264 clumps. *Astron. Astrophys.* 445, 979–998 (2006).

- Perucho, M., Lobanov, A. P., Martí, J.-M., Hardee, P. E.: The role of Kelvin-Helmholtz instability in the internal structure of relativistic outflows: the case of the jet in 3C 273. *Astron. Astrophys.* 456, 493–504 (2006).
- Petric, A. O., Carilli, C. L., Bertoldi, F., Beelen, A., Cox, P., Omont, A.: Radio and millimeter observations of $z \approx 2$ luminous QSOs. *Astron. J.* 132, 1307–1315 (2006).
- Petrovic, J. et al. (76 Autoren, darunter P.L. Biermann und J.A. Zensus): Radio emission of highly inclined cosmic ray air showers measured with LOPES - possibility for neutrino detection. *Journal of Physics: Conference Series* 39 (1) 471–474 (2006).
- Philipp, S. D., Lis, D. C., Güsten, R., Kasemann, C., Klein, T., Phillips, T. G.: Submillimeter imaging spectroscopy of the Horsehead nebula. *Astron. Astrophys.* 454, 213–219 (2006).
- Pillai, T., Wyrowski, F., Carey, S. J., Menten, K. M.: Ammonia in infrared dark clouds. *Astron. Astrophys.* 450, 569–583 (2006).
- Pillai, T., Wyrowski, F., Menten, K. M., Krügel, E.: High mass star formation in the infrared dark cloud G11.11–0.12. *Astron. Astrophys.* 447, 929–936 (2006).
- Preibisch, T., Kraus, S., Driebe, T., van Boekel, R., Weigelt, G.: A compact dusty disk around the Herbig Ae star HR 5999 resolved with VLTI/MIDI. *Astron. Astrophys.* 458, 235–242 (2006).
- Pyatunina, T. B., Kudryavtseva, N. A., Gabuzda, D. C., Jorstad, S. G., Aller, M. F., Aller, H. D., Teräsraanta, H.: Frequency-dependent time delays for strong outbursts in selected blazars from the Metsähovi and University of Michigan Radio Astronomy Observatory monitoring databases - I. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 373, 1470–1482 (2006).
- Qian, S.-J., Krichbaum, T. P., Witzel, A., Zensus, J. A., Zhang, X.-Z.: High brightness temperatures in IDV sources. *Chinese Journal of Astronomy and Astrophysics* 6, 530–542 (2006).
- Qian, S.-J., Krichbaum, T. P., Zhang, X.-Z., Fuhrmann, L., Cimò, G., Kraus, A., Beckert, T., Britzen, S., Witzel, A., Zensus, J. A.: Refractive focusing by interstellar clouds and the rapid polarization Angle Swing in QSO 1150+812. *Chinese Journal of Astronomy and Astrophysics* 6, 1–14 (2006).
- Raiteri, C. M., Villata, M., Kadler, M., Ibrahimov, M. A., Kurtanidze, O. M., Larionov, V. M., Tornikoski, M., Boltwood, P., Lee, C.-U., Aller, M. F., Romero, G. E., Aller, H. D., Araudo, A. T., Arkharov, A. A., Bach, U., Barnaby, D., Berdyugin, A., Buemi, C. S., Carini, M. T., Carosati, D., Cellone, S. A., Cool, R., Dolci, M., Efimova, N. V., Fuhrmann, L., Hagen-Thorn, V. A., Holcomb, M., Ilyin, I., Impellizzeri, V., Ivanidze, R. Z., Kapanadze, B. Z., Kerp, J., Konstantinova, T. S., Kovalev, Y. Y., Kovalev, Yu. A., Kraus, A., Krichbaum, T. P., Lähteenmäki, A., Lanteri, L., Leto, P., Lindfors, E., Mattox, J. R., Napoleone, N., Nikolashvili, M. G., Nilsson, K., Ohlert, J., Papadakis, I. E., Pasanen, M., Poteet, C., Pursimo, T., Ros, E., Sigua, L. A., Smith, S., Takalo, L. O., Tringilio, C., Tröller, M., Umama, G., Ungerechts, H., Walters, R., Witzel, A., Xilouris, E.: Multifrequency variability of the blazar AO 0235+164: the WEBT campaign in 2004–2005 and long-term SED analysis. *Astron. Astrophys.* 459, 731–743 (2006).
- Raiteri, C. M., Villata, M., Kadler, M., Krichbaum, T. P., Böttcher, M., Fuhrmann, L., Orto, M.: X-ray emission from the blazar AO 0235+16: the XMM-Newton and Chandra point of view. *Astron. Astrophys.* 452, 845–856 (2006).
- Reich, W.: Radio continuum and polarization surveys. SRN — Synchrotron Radiation News 19, 24–28 (2006).
- Riechers, D. A., Walter, F., Carilli, C. L., Knudsen, K. K., Lo, K. Y., Benford, D. J., Staguhn, J. G., Hunter, T. R., Bertoldi, F., Henkel, C., Menten, K. M., Weiß, A., Yun, M. S., Scoville, N. Z.: CO(1–0) in $z \geq 4$ quasar host galaxies: no evidence for

- extended molecular gas reservoirs. *Astrophys. J.* 650, 604–613 (2006).
- Riechers, D. A., Walter, F., Carilli, C. L., Weiss, A., Bertoldi, F., Menten, K. M., Knudsen, K. K., Cox, P.: First detection of HCO⁺ emission at high redshift. *Astrophys. J.* 645, L13–L16 (2006).
- Riechers, D. A., Weiss, A., Walter, F., Carilli, C. L., Knudsen, K. K.: A search for H₂O on the strongly lensed QSO MG 0751+2716 at $z=3.2$. *Astrophys. J.* 649, 635–639 (2006).
- Roman, S.-A., Biermann, P. L.: The black holes distribution in a 50 MPC neighbourhood, statistical approach. *Romanian Astronomical Journal, Supplement 16*, 147–154 (2006).
- Savolainen, T., Wiik, K., Valtaoja, E., Kadler, M., Ros, E., Tornikoski, M., Aller, M. F., Aller, H. D.: An extremely curved relativistic jet in PKS 2136+141. *Astrophys. J.* 647, 172–184 (2006).
- Schilke, P., Comito, C., Thorwirth, S., Wyrowski, F., Menten, K. M., Güsten, R., Bergman, P., Nyman, L.-Å.: Submillimeter spectroscopy of southern hot cores: NGC 6334(I) and G327.3–0.6. *Astron. Astrophys.* 454, L41–L45 (2006).
- Schreyer, K., Semenov, D., Henning, T., Forbrich, J.: A rotating disk around the very young massive star AFGL 490. *Astrophys. J.* 637, L129–132 (2006).
- Schuller, F., Leurini, S., Hieret, C., Menten, K. M., Philipp, S. D., Güsten, R., Schilke, P., Nyman, L.-Å.: Molecular excitation in the Eagle nebula’s fingers. *Astron. Astrophys.* 454, L87–L90 (2006).
- Schuller, F., Omont, A., Glass, I. S., Schultheis, M., Egan, M. P., Price, S. D.: Recent star formation in the inner Galactic Bulge seen by ISO GAL: I. Classification of bright mid-IR sources in a test field. *Astron. Astrophys.* 453, 535–545 (2006).
- Schwartz, R., Kraus, A., Zensus, J. A.: Evaluation and selection of radio astronomy programs: the case of the 100m radio telescope at Effelsberg. In: *Organizations and Strategies in Astronomy: Volume 6*. (Ed.) Heck, A. *Astrophysics and Space Science Library* No. 335, Springer, Dordrecht 2006, 125–131.
- Shakhovskoj, D., Grinin, V., Rostopchina, A., Schertl, D., Hofmann, K.-H., Weigelt, G., Balega, Y., Kiyaveva, O., Melnikov, S.: Photopolarimetric activity and circumstellar environment of the young binary system DF Tau. *Astron. Astrophys.* 448, 1075–1082 (2006).
- Smirnova, T. V., Shishov, V. I., Sieber, W., Stinebring, D. R., Malofeev, V. M., Potapov, V. A., Tyul’bashev, S. A., Jessner, A., Wielebinski, R.: The interstellar turbulent plasma spectrum in the direction to PSR B1642–03 from multi-frequency observations of interstellar scintillation. *Astron. Astrophys.* 455, 195–201 (2006).
- Stanke, T., Smith, M. D., Gredel, R., Khanzadyan, T.: An unbiased search for the signatures of protostars in the ρ Ophiuchi A molecular cloud: II. Millimetre continuum observations. *Astron. Astrophys.* 447, 609–622 (2006).
- Stee, P., Mourard, D., Bonneau, D., Berlioz-Arthaud, P., Domiciano de Souza, A., Foy, R., Harmanec, P., Jankov, S., Kervella, P., Koubsky, P., Lagarde, S., Le Bouquin, J.-B., Mathias, P., Mérand, A., Nardetto, N., Petrov, R. G., Rousselet-Perraut, K., Stehle, C., Weigelt, G.: VEGA: a visible spectrograph and polarimeter for CHARA — science cases description. In: *Advances in Stellar Interferometry*. (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. *Proceedings of the SPIE* No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 6268R(1–22).
- Straubmeier, C., Bertram, T., Eckart, A., Rost, S., Wang, Y., Herbst, T., Ragazzoni, R., Weigelt, G.: The imaging fringe and flexure tracker of LINC-NIRVANA: basic optomechanical design and principle of operation. In: *Advances in Stellar Interferometry*. (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. *Proceedings of the SPIE* No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 6268II(1–12).

- Sun, X. H., Reich, W., Han, J. L., Reich, P., Wielebinski, R.: New $\lambda 6$ cm observations of the Cygnus Loop. *Astron. Astrophys.* 447, 937–947 (2006).
- Tambovtseva, L. V., Grinin, V. P., Weigelt, G.: Moving shadows on the dusty disks of young stars. *Astron. Astrophys.* 448, 633–639 (2006).
- Tarchi, A., Castangia, P., Henkel, C., Menten, K. M.: Hunting for H₂O megamasers with the SRT. *Memorie della Societa Astronomica Italiana Supplement* 10, 120 (2006).
- Testori, J. C., Arnal, E. M., Morras, R., Bajaja, E., Pöppel, W. G. L., Reich, P.: A radio continuum and neutral hydrogen counterpart to the IRAS Vela shell. *Astron. Astrophys.* 458, 163–171 (2006).
- Thorwirth, S., Theulé, P., Gottlieb, C. A., Müller, H. S. P., McCarthy, M. C., Thaddeus, P.: Rotational spectroscopy of S₂O: vibrational satellites, S isotopomers, and the sub-millimeter-wave spectrum. *Journal of Molecular Structure*, 795, 219–229 (2006).
- Türler, M., Chernyakova, M., Courvoisier, T. J.-L., Foellmi, C., Aller, M. F., Aller, H. D., Kraus, A., Krichbaum, T. P., Lahteenmaki, A., Marscher, A., McHardy, I. M., O'Brien, P. T., Page, K. L., Popescu, L., Robson, E. I., Tornikoski, M., Ungerechts, H.: A historic jet-emission minimum reveals hidden spectral features in 3C 273. *Astron. Astrophys.* 451, L1–L4 (2006).
- Ueta, T., Murakawa, K., Meixner, M.: Proper-motion measurements of the Cygnus Egg Nebula. *Astrophys. J.* 641, 1113–1121 (2006).
- van Boekel, R., Ábrahám, P., Correia, S., de Koter, A., Dominik, C., Dutrey, A., Henning, T., Kóspál, Á., Lachaume, R., Leinert, C., Linz, Hendrik, Min, Michiel, Mosoni, Lászlá, Preibisch, T., Quanz, S., Ratzka, T., Schegerer, A., Waters, R., Wolf, S. Zinnecker, H.: Disks around young stars with VLTI/MIDI. In: *Advances in Stellar Interferometry*. (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. *Proceedings of the SPIE No. 6268*, SPIE, Bellingham 2006, 6268D(1–19).
- van der Tak, F. F. S., Belloche, A., Schilke, P., Güsten, R., Philipp, S., Comito, C., Bergman, P., Nyman, L.-Å.: APEX mapping of H₃O⁺ in the Sgr B2 region. *Astron. Astrophys.* 454, L99–L102 (2006).
- van der Tak, F. F. S., Walmsley, C. M., Herpin, F., Ceccarelli, C.: Water in the envelopes and disks around young high-mass stars. *Astron. Astrophys.* 447, 1011–1025.
- van Kempen, T. A., Hogerheijde, M. R., van Dishoeck, E. F., Güsten, R., Schilke, P., Nyman, L.-Å.: Warm molecular gas in the envelope and outflow of IRAS 12496–7650 (DK Chamaeleontis). *Astron. Astrophys.* 454, L75–L78 (2006).
- Vollmer, B., Soida, M., Otmianowska-Mazur, K., Kenney, J. D. P., van Gorkom, J. H., Beck, R.: A dynamical model for the heavily ram pressure stripped Virgo spiral galaxy NGC 4522. *Astron. Astrophys.* 453, 883–893 (2006).
- Voss, H., Bertoldi, F., Carilli, C., Owen, F. N., Lutz, D., Holdaway, M., Ledlow, M., Menten, K. M.: Quasars in the MAMBO blank field survey. *Astron. Astrophys.* 448, 823–829 (2006).
- Walter, F., Carilli, C., Bertoldi, F., Weiss, A.: Host galaxy of GRB 050904: 250 GHz upper limit with MAMBO at the IRAM 30m. *GRB Coordinates Network, Circular Service*, 5300, 1 (2006).
- Weigelt, G., Beuther, H., Hofmann, K.-H., Meyer, M. R., Preibisch, Th., Schertl, D., Smith, M. D., Young, E. T.: Bispectrum speckle interferometry of the massive protostellar outflow source IRAS 23151+5912. *Astron. Astrophys.* 447, 655–665 (2006).
- Weigelt, G., Petrov, R. G., Chesneau, O., Davidson, K., Domiciano de Souza, A., Dribe, T., Foy, R., Fraix-Burnet, D., Gull, T., Hillier, J. D., Hofmann, K.-H., Kraus, S., Malbet, F., Marconi, A., Mathias, P., Monin, J.-L., Millour, F., Ohnaka, K., Rantakyö, F., Richichi, A., Schertl, D., Schöller, M., Stee, P., Testi, L., Wittkowski, M.:

- VLTI-AMBER observations of Eta Carinae with high spatial resolution and spectral resolutions of 1,500 and 10,000. In: *Advances in Stellar Interferometry*. (Eds.) Monnier, J. D.; Schöller, M.; Danchi, W.C. Proceedings of the SPIE No. 6268, SPIE, Bellingham 2006, 62682S1–S6.
- Wiedner, M. C., Wieching, G., Biellau, F., Rettenbacher, K., Volgenau, N. H., Emprechtlinger, M., Graf, U. U., Honingh, C. E., Jacobs, K., Vowinkel, B., Menten, K. M., Nyman, L.-Å., Güsten, R., Philipp, S., Rabanus, D., Stutzki, J., Wyrowski, F.: First observations with CONDOR, a 1.5 THz heterodyne receiver. *Astron. Astrophys.* 454, L33–L36 (2006).
- Wielebinski, R.: History of synchrotron radiation in astrophysics. *SRN — Synchrotron Radiation News* 19, 4–9 (2006).
- Wielebinski, R.: Probing distant magnetic fields with M82-type galaxies. *Astronomische Nachrichten* 327, 510–511 (2006).
- Wielebinski, R.: Reconstructing magnetic fields. *SRN — Synchrotron Radiation News* 19, 10–11 (2006).
- Wilson, T. L., Henkel, C., Hüttemeister, S.: The detection of the (J,K)=(18,18) line of NH₃. *Astron. Astrophys.* 460, 533–538 (2006).
- Wittkowski, M., Aufdenberg, J. P., Driebe, T., Roccatagliata, V., Szeifert, T., Wolff, B.: Tests of stellar model atmospheres by optical interferometry. IV. VINCI interferometry and UVES spectroscopy of Menkar. *Astron. Astrophys.* 460, 855–864 (2006).
- Wolleben, M., Landecker, T. L., Reich, W., Wielebinski, R.: An absolutely calibrated survey of polarized emission from the northern sky at 1.4 GHz: observations and data reduction. *Astron. Astrophys.* 448, 411–424 (2006).
- Wyrowski, F., Heyminck, S., Güsten, R., Menten, K. M.: Mid- and high-J CO observations towards ultracompact H II regions. *Astron. Astrophys.* 454, L95–L98 (2006).
- Wyrowski, F., Menten, K. M., Schilke, P., Thorwirth, S., Güsten, R., Bergman, P.: Revealing the environs of the remarkable southern hot core G327.3–0.6. *Astron. Astrophys.* 454, L91–L94.
- Xu, Y., Reid, M. J., Menten, K. M., Zheng, X. W.: Search for compact extragalactic radio sources near massive star-forming regions. *Astrophys. J. Suppl.* 166, 526–533 (2006).
- Xu, Y., Reid, M. J., Zheng, X. W., Menten, K. M.: The distance to the Perseus spiral arm in the Milky Way. *Science* 311, 54–57 (2006).
- Xu, Y., Shen, Z.-Q., Yang, J., Zheng, X. W., Miyazaki, A., Sunada, K., Ma, H. J., Li, J. J., Sun, J. X., Pei, C. C.: Molecular outflows around high-mass young stellar objects. *Astron. J.* 132, 20–26 (2006).
- Zhang, J. S., Henkel, C., Kadler, M., Greenhill, L. J., Nagar, N., Wilson, A. S., Braatz, J. A.: Extragalactic H₂O masers and column densities. *Astron. Astrophys.* 450, 933–944 (2006).

7.2 Abstracts

- Biver, N., Bockelée-Morvan, D., Boissier, J., Colom, P., Crovisier, J., Lecacheux, A., Lis, D. C., Parise, B., Menten, K., the Odin team: Comparison of the chemical composition of fragments B and C of comet 73P/Schwassmann-Wachmann 3 from radio observations. *Bull. American Astron. Soc.* 38, #03.02 (2006).
- Carilli, C. L., Bertoldi, F., Walter, F., Menten, K., Cox, P.: Studying the first galaxies at centimeter and millimeter wavelengths. In: *XXVIth General Assembly: Abstract Book*. IAU, Paris 2006, JD07 #18
- Cho, J., Nothnagel, A., Roy, A. L., Haas R.: A generalized scheme to retrieve wet path delays from WVR measurements. In: *International VLBI Service for Geodesy and Astro-*

- metry 2006 General Meeting Proceedings. (Eds.) Behrend, D.; Baver, K. NASA/CP-2006-214140, NASA, Washington 2006, 335.
- Crovisier, J., Biver, N., Bockelée-Morvan, D., Boissier, J., Colom, P., Lecacheux, A., Lis, D. C., Parise, B., Menten, K., the Odin team: The evolution of the outgassing of fragments B and C of comet 73P/Schwassmann-Wachmann 3 from radio observations. *Bull. American Astron. Soc.* 38, #3.03 (2006).
- Hennebelle, P., Belloche, A., André, P., Whitworth, A.: Strongly induced collapse model confront observations. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S237 #46.
- Linz, H., Klein, R., Looney, L., Henning, Th., Forbrich, J., Posselt, B., Schreyer, K., Stecklum, B., Tobin, J., Wang, S.: Southern infrared dark clouds and their environment as seen by Spitzer. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S237 #156
- Muzic, K., Eckart, A., Schödel, R., Zensus, A.: Proper motions of thin filaments in the Galactic Center. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S238 #140.
- Ott, J., Henkel, C., Weiss, A., Braatz, J.: Ammonia in Arp 220. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S237 #185.
- Ott, J., Henkel, C., Weiss, A., Walter, F.: Interferometric observations of molecular gas in the cores of southern starburst galaxies. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S237 #186.
- Ott, J., Weiss, A., Staveley-Smith, L., Henkel, C.: The ATCA Galactic Center Ammonia Survey. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S237 #188.
- Ott, J., Weiss, A., Staveley-Smith, L., Henkel, C.: The Galactic Center: high-resolution imaging and temperature determination of dense molecular clouds. *Bull. American Astron. Soc.* 38, #017.11 (2006).
- Peretto, N., Hennebelle, P., André, P., Belloche, A.: The formation of high-mass stars: a comprehensive study of the NGC 2264-C protocluster. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S237 #190.
- Preibisch, T., Zinnecker, H.: Triggered star formation in OB associations. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S237 #47.
- Riechers, D. A., Walter, F., Carilli, C. L., Knudsen, K. K., Lo, K. Y., Benford, D. J., Staguhn, J. G., Hunter, T. R., Bertoldi, F., Henkel, C., Menten, K. M., Weiss, A., Yun, M. S., Scoville, N. Z.: Detecting low-order CO emission from $z > 4$ quasar host galaxies. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S235 #333.
- Riechers, D. A., Walter, F., Carilli, C. L., Weiss, A., Bertoldi, F., Menten, K. M., Knudsen, K. K., Cox, P.: Dense molecular gas at high redshift: first detection of emission from HCO^+ . In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S235 #332.
- Slowikowska, A., Jessner, A., Kanbach, G., Klein, B.: Comparison of giant radio pulses in young pulsars and millisecond pulsars. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, JD02 #7.
- Volgenau, N. H., Wiedner, M. C., Wieching, G., Emprechtlinger, M., Biellau, F., Graf, U. U., Honingh, C. E., Jacobs, K., Vowinkel, B., Güsten, R., Philipp, S., Rabanus, D., Stutzki, J., Wyrowski, F.: CONDOR observations of high-mass star formation in Orion. In: XXVIth General Assembly: Abstract Book. IAU, Paris 2006, S237 #235.
- Wilson, C., Muders, D., Wyrowski, F., Lightfoot, J., Boone, F., Kosugi, G., Davis, L., Shepherd, D.: ALMA pipeline heuristics. *Bull. American Astron. Soc.* 38, #51.01 (2006).

7.3 Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen

Altenhoff, W. J.: Kometen auf alten Münzen. *Sterne u. Weltraum* 45, Nr. 5, 34–37 (2006).

Beck, R.: Square Kilometre Array – das Radioteleskop der Superlative. *Sterne u. Weltraum* 45, Nr. 9, 22–33 (2006).

Beck, R., Reich, W.: LOFAR: Startschuss für deutsche Stationen. *Sterne u. Weltraum* 45, Nr. 9, 19–21 (2006).

Güsten, R., Nyman, L.-Å., Menten, K., Cesarsky, C., Booth, R. S., Schilke, P.: The Atacama Pathfinder EXperiment. *The Messenger* 124, 12–18 (2006).

7.4 Bücher

Beck, R., Brunetti, G., Feretti, L.: Proceedings of the international conference The Origin and Evolution of Cosmic Magnetism. *Astronomische Nachrichten* 327, No. 5/6 (2006) 261 S.

Norbert Junkes