

# 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](mailto:username@mpifr-bonn.mpg.de)  
Internet: <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/>

### 0 Allgemeines

Das Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR) wurde zum 01.01.1967 gegründet und zog 1973 in das heutige Gebäude um.

Im Mai 1971 wurde das 100-m-Radioteleskop in Bad Münstereifel-Effelsberg eingeweiht. Der astronomische Meßbetrieb begann ab August 1972. Das 1985 in Betrieb genommene 30-m-Teleskop für Millimeterwellen-Radioastronomie (MRT) auf dem Pico Veleta (bei Granada, Spanien) wurde noch im selben Jahr über an das neugegründete Institut für Radioastronomie im Millimeterwellenbereich (IRAM) übergeben. Im September 1993 erfolgte die Einweihung des für den submm-Bereich vorgesehenen 10-m-Heinrich-Hertz-Teleskops (HHT) auf dem Mt. Graham (Arizona/USA), das bis zum 30.06.2004 gemeinsam mit dem Steward Observatorium der Universität von Arizona betrieben wurde. Das Institut ist Mitglied des Europäischen VLBI-Netzwerks (EVN).

Zur Untersuchung der Radiostrahlung bis zu Wellenlängen weit unter 1 mm wird in der chilenischen Atacama-Wüste in einer Höhe von 5100 m über dem Meeresspiegel ein neues 12-m-Radioteleskop errichtet: APEX, das Atacama Pathfinder EXperiment. Die Aufnahme des regulären Beobachtungsbetriebs mit APEX wird im Jahr 2005 erfolgen.

Die im Jahr 2002 eröffnete “International Max Planck Research School for Radio and Infrared Astronomy at the University of Bonn” (IMPRS) erfolgt in Zusammenarbeit mit den Astronomischen Instituten der Universität Bonn. Am Ende des Berichtsjahres waren 22 Doktoranden Mitglieder der IMPRS; acht Promotionen wurden im Jahr 2004 abgeschlossen.

Der Leiter der Forschungsabteilung “Radiokontinuum und Pulsare”, Professor Richard Wielebinski, wurde zum 01.03.2004 emeritiert. Professor Peter L. Biermann wurde im März 2004 zum Ehrendoktor der Universität Bukarest ernannt.

### 1 Personal

#### *Wissenschaftliche Mitarbeiter:*

Dr. W. Alef, Dr. R. Beck, Dr. T. Beckert, Dipl.-Phys. U. Beckmann (Abteilungsleiter Infrarot-Interferometrie), Dipl.-Phys. J. Behrend, Dr. A. Belloche, Dr. F. Bertoldi (bis 30.09.), Prof. Dr. P.L. Biermann, Priv.-Doz. Dr. S. Britzen, Dipl.-Ing. I. Camara, Dipl.-Ing. M. Ciechanowicz, Dr. T. Driebe, Dr. M. Dumke (bis 30.06.), Dipl.-Phys. A. Freihold,

Prof. Dr. E. Füst (Abteilungsleiter Station Effelsberg, seit 01.07. auch Abteilungsleiter Elektronik), Dr. H.-P. Gemünd, Dipl.-Ing. S. Gong (bis 13.07.), Dr. D.A. Graham, Dr. R. Güsten (Abteilungsleiter mm/submm-Technologie), Dr. H. Hafok, Dr. J. Hatchell (bis 31.08.), Dr. C. Henkel, Dr. S. Heyminck, Dr. K.-H. Hofmann, Priv.-Doz. Dr. W.K. Huchtmeyer, Dr. A. Jessner, Dr. N. Junkes, Dr. R. Keller, Dipl.-Ing. B. Klein, Dr. T. Klein, Dr. A. Kraus, Dr. M. Krause, Dr. E. Kreysa, Dr. T. Krichbaum, Priv.-Doz. Dr. E. Krügel, Dipl.-Phys. E. Lahr-Nilles, (bis 31.07.) Dr. A. Lobanov, Dr. H. Mattes (Abteilungsleiter Elektronik, bis 30.06.), Dr. A. Meli (bis 30.04.), Prof. Dr. K.M. Menten (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. P.G. Mezger (emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied), Dr. D. Muders, Dr. P. Müller, Dr. J. Neidhöfer, Dr. A. Oberreuter (Abteilungsleiter EDV), Dr. S. Philipp, Dr. A. Polatidis (seit 01.08.), Dr. R. Porcas, Dr. T. Preibisch, Dr. P. Reich, Dr. W. Reich, Dr. E. Ros (seit 01.10. IMPRS-Koordinator), Dr. H. Rottmann (seit 01.05.), Dr. A. Roy, Dipl.-Phys. F. Schäfer, Dr. D. Schertl, Dr. P. Schilke, Dr. J. Schmidt, Dipl.-Phys. J. Schraml (bis 31.10.), Dr. R. Schwartz (Forschungskoordinator), Dr. W.A. Sherwood, Dr. G. Siringo, Dr. T. Stanke (bis 30.06.), Dipl.-Math. F. Uhlig, Dr. B. Uyaniker (bis 29.02.), Dr. F. van der Tak, Dr. P. van der Wal, Prof. Dr. G. Weigelt (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. R. Wielebinski (Mitglied des Direktoren-Kollegiums bis 29.02., seit 01.03. emeritiertes wissenschaftliches Mitglied), Dr. T.L. Wilson (beurlaubt zu ESO), Dr. A. Witzel, Dr. F. Wyrowski, Dr. J.A. Zensus (Mitglied des Direktoren-Kollegiums; Geschäftsführender Direktor).

#### *Stipendiaten und Gäste:*

Dr. I. Agudo Rodríguez, Dr. W.J. Altenhoff, Dr. T. Arshakian, Dr. J. Baars (seit 19.07.), Dr. W. Batrla (bis 15.03.), K.M. Bazu (seit 01.12.), A. Beelen (seit 01.12.), Dr. E.M. Berkhuijsen, Dr. F. Boone (seit 01.08.), C. Brüns (01.04. bis 30.06.), Dr. A. Brunthaler (bis 30.11.), Dr. C.-C. Chiong (bis 30.06.), Dr. C. Comito, Dr. A. Domiciano de Souza (seit 21.01.), Prof. Dr. W. Duschl, Prof. Dr. H. Falcke, Dr. A. Fletscher (bis 30.09.), Dr. S. Goedhart (seit 22.11.), Dr. K. Hachisuka, Dr. J. Han (bis 24.01.), M. Kaufman, Dr. J. Klare (bis 31.08.), Dr. R. Kurz (seit 01.07.), Dr. R. Lachaume, Dr. R. Lemke, Dr. M. Massi, Dr. D. Mitra (bis 31.01.), Dr. M. Mikulics, Dr. F. Munyaneza (bis 30.09.), J. Nowag (03.05. bis 30.11.), Dr. K. Ohnaka, Dr. A. Polatidis (bis 31.07.), Dr. E. Polehampton, R. Rezai (seit 18.10.), Dr. C. Saxton (bis 20.07.), Prof. Dr. J. Schmid-Burgk, Dr. K. Smith (bis 15.10.), Dr. F. Schuller, Dr. B.W. Sohn (bis 03.10.), Prof. Dr. C.M. Walmsley, Prof. Dr. G. Winnewisser (seit 20.07.).

#### *Doktoranden:*

E. Angelakis, U. Bach (bis 30.06.), S. Bernhart, M. Bradač (bis 30.11.), A. Brunthaler (bis 30.11.), P. Castangia (seit 19.10.), A. E. Colin, J. Forbrich, L. Fuhrmann (bis 31.07.), K. E. Gabányi, S. Ghosh (bis 20.02.), S. Höning (seit 01.11.), A. Horneffer, T. Huege, V. Impellizzeri, N. Jethava (seit 08.06.), T. Kellmann (bis 15.07.), M. Kadler, J. Kauffmann, H. Kim, E. Körding, S. Kraus (seit 02.02.), L. La Porta, S.-S. Lee, S. Leurini, E. Middelberg (bis 30.04.), R. Mittal, A. Pagels, T. Pillai, J. Pineda, E. Ripoll (bis 31.10.), F. Tabatabaei (seit 17.09.), R. M. Ulrich (bis 30.04.), H. Voß, S. Westermann, M. Wolleben, J. Zhang (seit 26.07.).

#### *Diplomanden:*

L.-S. Ancu (bis 31.07.), L. Berger (bis 29.02.), C. Brüns (bis 31.03.), S.-M. Chita (bis 30.09.), C.-E. Condeescu (bis 31.08.), V. Curtev (bis 31.08.), I. Dutan (bis 30.09.), M. Eberhardt (bis 29.02.), J. Hahn (bis 31.10.), C. Hieret (seit 09.02.), P. Isar (seit 01.10.), C. Karow (seit 01.02.), D. Riechers (bis 31.01.), S. Roman (seit 01.10.), B. Roselt (seit 09.02.).

## 2 Instrumente und Rechenanlagen

### 2.1 100-m-Radioteleskop Effelsberg

#### *Beobachtungen*

Auch im Jahre 2004 zeigte sich, dass das 100-Meter-Teleskop ein stark gefragtes Instrument für die internationale Radioastronomie ist: Es wurden ca. 140 Beobachtungsprojekte durchgeführt, dabei wurde ein Wellenlängenbereich von 30 cm bis 3,5 mm abgedeckt.

Bei etwa 60% aller Messungen sind auswärtige Wissenschaftler direkt oder indirekt beteiligt, der Anteil der ausländischen Astronomen liegt bei etwa 50%. Ca. 15% der Messzeit wurde im Rahmen von Dissertationen genutzt. Im Jahre 2004 konnten erstmals Wissenschaftler aus der EU im Rahmen des FP6-TNA Programms gefördert werden.

44% der Zeit entfielen auf spektroskopische Messungen, je 23% auf Kontinuumsbeobachtungen sowie VLBI und 10% auf Pulsarmessungen. Etwas mehr als ein Viertel der Zeit wurde für hochfrequente Messungen ( $\geq 15$  GHz) genutzt. Letztere sind äußerst empfindlich gegen Wettereinflüsse und bedingen somit eine sehr flexible Planung von Messung und Empfängereinsatz. Es wird erwartet, dass im nach der Montage des neuen Subreflektors im Jahre 2006 (s.u.) der Anteil der Messzeit bei hohen Frequenzen noch deutlich ansteigt.

### 2.2 100-m Radioteleskop Effelsberg

#### *Technische Arbeiten*

Im April wurden von der Max-Planck-Gesellschaft Mittel bewilligt, um den defekten Subreflektor auszuwechseln. Der neue Subreflektor wird eine mehr als fünffach bessere Oberflächengenauigkeit ausweisen ( $< 0,1$  mm rms) und mit einer aktiven Oberfläche (mit 96 Aktuatoren) versehen, um die Restfehler des homologen Hauptreflektors auszugleichen. Zusätzlich wird auch die mehr als 30 Jahre alte und inzwischen verschlissene Montierung des Subreflektors ersetzt und mit einer Vorrichtung für einen automatischen Fokuswechsel ausgerüstet. Mit diesen Maßnahmen wird das 100-m Radioteleskop auch in Zukunft eines der leistungsfähigsten Radioteleskope sein: Bei mm-Radiowellen wird die Beobachtungszeit bei vorgegebener Empfindlichkeit dreimal kürzer. Bei dynamisch geplanten VLBI-Experimenten wird eine volle Frequenzflexibilität erreicht. Das 100-m Radioteleskop wird damit zum idealen Partner für zukünftige VLBI-Experimente bis zu mm-Radiowellen. Im Radiokontinuum, der Polarisation und in Moleküllinien werden schnellere Beobachtungen auch großer Bereiche des Himmels möglich. Mit der Installation von Multihornsystemen im verbesserten Sekundärfokus wird das 100-m Teleskop anderen großen Radioteleskopen überlegen sein. Anfang Dezember wurde der Auftrag für den Ersatz des Subreflektors an die Firma MAN vergeben. Die Maßnahme wird Mitte 2006 beendet sein.

Im Bereich Elektrotechnik und Maschinenbau konzentrierten sich die Arbeiten auf die Installation eines neuen Kabelkanals durch das Teleskop zur Fokuskabine. Mit ihm wird die Versorgung der zukünftigen Einrichtungen im Primärfokus sichergestellt, z.B. der im Bau befindliche 7-Horn Empfänger bei 21 cm Wellenlänge und der neue Subreflektor mit seinen vielen Aktuatoren. Diese Arbeiten beinhalten die Verlegung neuer Kabelkanäle, die Installation einer neuen Energiekette als Übergang zum Kippteil des Teleskops und die Verlegung neuer Kabel. Der neue Kabelkanal wird zum dritten Quartal 2005 fertiggestellt sein.

Der neue Wasserdampfmonitor wurde auf dem Dach der Fokuskabine montiert. Damit ist eine bessere Kompensation der Wasserdampfgehaltes der Luft bei hochfrequenten VLBI Messungen und bei spektroskopischen Messungen möglich.

Im Juni begannen die Arbeiten an einem  $100\text{ m}^2$  (bzw.  $400\text{ m}^3$ ) großen Faradayraum. Der Raum dient der Unterdrückung hausgemachter Störungen, die immer häufiger niederfrequente Messungen beeinträchtigen. Der Raum wird ca. 100 dB Dämpfung bis zu Frequenzen von 10 GHz erreichen. Der Raum wird im Frühjahr 2005 der Bestimmung übergeben. Unterstützende Maßnahmen wurden von Mitarbeitern der Station durchgeführt.

Die Umstellung der analogen Regelung der Hauptachsen-Antriebssteuerung durch eine digitale Regelung wurde fortgesetzt. Zum Jahresende begann die Feinabstimmung der Regelparameter.

Im Bereich der Prozessrechner wurden in Zusammenarbeit mit dem Digitallabor die neuen Frontend-Control Einheiten eingebunden. Die neuen Einheiten wurden erfolgreich getestet. Die teilweise bereits vorhandene VxWorks-Teleskop-Steuerung wurde weiter entwickelt und ebenso wie die Frontend-Control Einheiten auf das neue VxWorks 5.5 umgestellt. Die Schalteinheiten für die Backends wurden in Hard- und Software in die VME-Frontendsteuerung mit ProfiBus eingebunden. Das neue Rohdatenformat (MBFITS) wurde in Zusammenarbeit mit der ALMA/APEX-Gruppe am Institut weiterentwickelt und mit einem Interface zum alten VAX-Rohdatenformat versehen. Teleskop-Steuerbits, Steuerpult und Fokuspositionen wurden hard- und softwaremässig an ProfiBus angeschlossen. Als neue Projekte wurden ein Steuerprogramm für das Teleskop, eine neue Datenaufnahme von Teleskop-Positionen und Backend-Daten, sowie eine überarbeitete Version der Auswertung von Rohdaten entwickelt. Das System wurde am Urumqi 25-m Radioteleskop installiert und getestet, um dort Beobachtungen mit einem vom MPIfR gebauten und installierten Empfänger bei 6 cm Wellenlänge durchzuführen. Das System soll später auch am 100-m Radioteleskop eingesetzt werden.

### 2.3 APEX — Das “Atacama Pathfinder Experiment”

Im Jahr 2004 stand für das APEX-Teleskop die Inbetriebnahme der Antenne im Vordergrund. Die Abnahme der Antenne ist für Frühjahr 2005 angestrebt; im Jahresbericht für 2005 wird ausführlich auf die Performance und wissenschaftlichen Perspektiven von APEX eingegangen.

### 2.4 Elektronik-Abteilung

Bei den Arbeiten am 7-Horn-Empfänger für 21 cm Wellenlänge für Weltraumschrott- (Space Debris) Messungen in Zusammenarbeit mit ESOC und FGAN sind mittlerweile die kritischen Komponenten geliefert oder entwickelt. Auf Grund der großen Öffnungen im Dewar dieses Empfängers wurden beim Entwurf der Vakuumfenster neue Wege beschritten. Um eine hohe Zuverlässigkeit zu erreichen, wurden keramische Scheiben in die sieben Hohlleiterzüge eingebaut. In Zusammenarbeit mit DESY in Hamburg wurde dazu eine Filterstruktur zur Anpassung dieser Fenster entworfen. Damit konnte gleichzeitig eine Vorfiltrierung des Signals schon vor den rauscharmen Verstärkern erreicht werden, was zu einer besseren Störfestigkeit des Systems beitragen wird. Damit wird der Empfänger bestens für radioastronomische Messungen im 21 cm-Band geeignet sein.

Die Arbeiten am 7-Horn-Empfänger für 9 mm Wellenlänge wurden fortgesetzt. Aufgrund der mit der Umstrukturierung innerhalb der Elektronikabteilung verbundenen geänderten wissenschaftlichen Aufgabenstellungen wurde das Konzept des Empfängers überarbeitet. Dies führte zu einer geänderten Kanalaufteilung und einer modifizierten mechanischen Anordnung der Hörner. Dadurch wurde eine Neukonstruktion des bereits fertiggestellten Vakuumdewars erforderlich. Weiterentwicklungen bei JPL/NGST im Bereich cryogener InP-MMICs innerhalb des NASA-CHOP-Programms ermöglichten den Aufbau wesentlich einfacherer und kompakterer gekühlter Verstärker für den 9 mm-Empfänger. Erste  $0^\circ/180^\circ$ -Phasenschalter-MMICs wurden von JPL/NGST geliefert. Tests im Frequenzbereich 30–34 GHz bestätigten deren Eignung für den 9 mm-Empfänger. Eine verbesserte Version des integrierten Phasendiskriminators wurde in Angriff genommen. Erste Versuche auf Teflon-Substraten haben gezeigt, dass nur ein Aufbau auf keramischem Hartsupstrat ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) erfolgversprechend ist. Die Herstellung wird wahrscheinlich nur außerhalb des Hauses möglich sein. In Zusammenarbeit mit der Digitalabteilung wurde ein Backend-Konzept entworfen, das die für diesen Pseudokorrelations-Empfänger nötigen schnellen Schaltzyklen (bis ca. 2 kHz) unter den gegebenen Randbedingungen des Radioteleskops Effelsberg ermöglicht. Der 1,3 cm-Primärfokus-Empfänger wurde überarbeitet, um die Ursache für diskrete Resonanzlinien bei festen Frequenzen zu finden, die bei tiefen Integrationen im

höheren Frequenzbereich des Empfängerbandpasses zu finden sind. Hierfür wurde die Mechanik des Drehhornantriebs überarbeitet und umfangreiche Messreihen sowohl im Labor als auch am Teleskop durchgeführt. Als Ursache ergab sich die Anregung parasitärer Moden an (mechanisch) unvermeidlichen Diskontinuitäten in Verbindung mit der S-Krümmung des Speisehohlleiters des sich drehenden Horns. Für das Space-Debris-Projekt mit dem neuen 18/21 cm Empfänger wurden 16 der insgesamt 20 gekühlten HEMT-Verstärker im Bereich 1–2 GHz fertiggestellt. Als ZF-Verstärker von SIS-Empfängern für das APEX-Projekt wurden 26 gekühlte HEMT-Verstärker im Bereich 4–8 GHz fertiggestellt. Eine Modifikation der vorhandenen gekühlten HEMT-Verstärker für den neuen 11 cm-Empfänger wurde begonnen. Das Ziel ist hierbei, die Verstärkungs-Fluktuationen der HEMT-Verstärker zu minimieren. Reparaturarbeiten an drei InP-HEMT-Hybridverstärkern für 9 mm wurden für die Wiederinbetriebnahme des vorhandenen 9 mm-Empfängers (Modul 2) durchgeführt. Ein im Rahmen der Vergabe von Sondermitteln der MPG gestellter Antrag ermöglichte die Beschaffung von Geräten für einen Rauschmessplatz bis 110 GHz.

In der Systemgruppe wurden die Arbeiten an dem 11 cm-Sekundärfokus-Empfänger fortgesetzt. Die HEMT-Verstärker wurden getestet, ebenso gekühlte Filter. Die Integration aller Komponenten wurde durchgeführt. Für den 11 cm-Empfänger wurde ein 8 Kanal-Filterpolarimeter erstellt. Im Rahmen der Partnergruppe wurde für die 25 m-Antenne in Urumqi (China) ein 6 cm-Empfänger fertig gestellt, getestet, am Teleskop installiert und in Betrieb genommen. Der Empfänger wird zur Zeit eingesetzt, um die Polarisation der galaktischen Synchrotronstrahlung zu vermessen, sowie für VLBI Messungen. Neben diesen Arbeiten war die Systemgruppe wie in jedem Jahr verantwortlich für die Pflege, Wartung und Tests aller im Teleskop befindlichen Empfänger und für die Untersuchung und Behebung auftretender Störungen. Weiter Arbeiten der Systemgruppe bezogen sich auf vorbereitende Planungen im Hinblick auf den Einbau des 7-Horn-Empfängers bei 21 cm Wellenlänge.

## 2.5 Submillimeter-Technologie

### *Heterodyn-Gruppe*

Die Ressourcen der Abteilung für Submm-Technologie waren im Jahr 2004 stark auf die Inbetriebnahme des APEX-Teleskops ausgerichtet. Neben der Einmessung des Teleskops und dem Aufbau der hierzu erforderlichen Infrastruktur schließt dies ein: Entwicklung und Inbetriebnahme der Instrumentierung der ersten Generation, Kontinuum-Backend (8 Kanäle), FLASH (First-Light Apex Sub-millimeter Heterodyne Instrument), ein 2-Kanal Heterodyn-Empfänger für die atmosphärischen Fenster bei 470 und 850 GHz, einen bei 183 GHz arbeitenden Wasserdampfmonitor, sowie eine Reihe die Infrastruktur unterstützende Komponenten wie Wetterstation etc.

Parallel hierzu wurde der Aufbau des CHAMP+ Heterodyn-Arrays intensiv vorangetrieben. In Zusammenarbeit mit SRON und JPL wird ein 2-Farben-Array entwickelt, mit je 7 Pixeln in den atmosphärischen Fenstern bei 650 und 850 GHz. Die Verschiffung zum APEX ist für Sommer 2005 geplant. Das zugehörige Backend (ein Autokorrelator mit 32 Bändern mit je maximal 1 GHz Bandbreite) wurde überarbeitet und für den Betrieb unter den speziellen Bedingungen in der Atacama-Wüste nachgerüstet.

Die Arbeiten zum Aufbau von GREAT, dem Heterodyn-Empfänger für hochauflösende Spektroskopie auf der Flugzeugplattform SOFIA, schreiten zügig voran (mit der Univ. Köln, dem MPI für Sonnensystemforschung und der DLR WP). Die Freigabe und Zertifizierung aller kritischen Arbeitspakete durch die amerikanische Luftfahrtbehörde FAA ist erfolgt. Der Empfänger wird rechtzeitig für die ersten wissenschaftlichen Flüge von SOFIA bereitstehen. In seiner First-light-Konfiguration wird das Instrument Beobachtungen in zwei ausgewählten Frequenzbändern ermöglichen, zielend auf die Feinstrukturlinie des ionisierten Kohlenstoffs bei 1,9 THz sowie den Grundübergang des HD-Moleküls bei 2,7 THz. Im Rahmen der begleitenden Technologie-Entwicklungen für GREAT wurden äußerst vielversprechende Erfolge mit kryogenisch betriebenen Photomischern auf LT GaAs

Basis (mit dem Forschungszentrum Jülich und der Univ. Köln) erzielt. Bis zu Frequenzen von 700 GHz konnten Heterodyn-Mischer (SIS, HEB) erfolgreich gepumpt werden.

Das Herschel Space Observatory (HSO) ist ESA's 4. Cornerstone-Mission im laufenden "Horizon 2000"-Wissenschaftsprogramm. HIFI, das Heterodyn-Instrument an Bord des HSO, wird im Umfeld eines weltweiten Konsortiums von 25 wissenschaftlichen Instituten entwickelt und stellt sowohl von seinen technologischen Neuentwicklungen wie auch von den Anforderungen, die an ein Satelliten-Instrument gestellt werden, eine besondere Herausforderung dar. Am MPIfR zeichnen wir verantwortlich für die Entwicklung der Lokalszillatoren (LO), die weiterhin sehr erfolgreich verläuft. In der finalen Flugkonfiguration wird mit 14 Detektorkanälen der Frequenzbereich von 480–1916 GHz weitgehend abgedeckt sein (SIS- & HEB-Mischer), wobei die instantane Bandbreite 4–8 GHz und die spektrale Auflösung bis zu R107 betragen wird. Im Jahr 2004 sind alle kritischen Komponenten nach ESA-Richtlinien qualifiziert worden. Das integrierte Qualifikationsmodell des LO wurde im November 2004 an das PI-Institut (SRON) geliefert. Es wurden eine Reihe von shipment reviews, qualification reviews sowie material-review-boards bis zum ESA-Level durchgeführt und einschließlich eines Critical Design Reviews (CDR) erfolgreich abgeschlossen. Die Produktion der Flugkomponenten ist bereits teilweise abgeschlossen, die Integration des Flug-Modells ist angelaufen. Der Start des Satelliten ist geplant für August 2007.

### *Bolometer-Gruppe*

Die Bolometer-Arrays MAMBO-1 und MAMBO-2 (MAx-Planck MIllimeter BOlometer) waren auch im Jahre 2004 in fast kontinuierlichem Einsatz am IRAM-30m-Teleskop im atmosphärischen Fenster bei 1,2 mm Wellenlänge. Beide Arrays wurden wieder von vielen Gastbeobachtern erfolgreich genutzt. Das dort eingesetzte und von uns entwickelte Bolometer-Backend ABBA, auf der Basis von Analog-Digital Konvertern, hat sich dort im kontinuierlichen Beobachtungsbetrieb bewährt. Es ist der Prototyp für das Bolometer-Backend, das zur Zeit zusammen mit dem Astronomischen Institut der Univ. Bochum (AIUB) für APEX aufgebaut wird.

Alle weiteren Arbeiten der Bolometergruppe konzentrierten sich auf den Aufbau von Bolometersystemen für APEX.

In Anschluss an Pointing-Beobachtungen an APEX mit dem im Reflektor installierten optischen Teleskop, war es erforderlich, zu überprüfen, dass die optische Achse mit der Radioachse übereinstimmt. Zu diesem Zeitpunkt hatte APEX nur einen festen Subreflektor. Da SIMBA, das mit dem AIUB, dem Onsala Space Observatory (OSO) und der ESO entwickelte Bolometerarray am SEST (Swedish European Submm Telescope), ebenfalls für den Betrieb ohne Wobbler entwickelt worden war, bot es sich für diesen Einsatz an. Am 28. Mai 2004 erfolgten Testmessungen mit der Detektion von Jupiter bei 1,2 mm Wellenlänge. Danach gelangen auch Beam-Karten mit Uranus.

In technischer Hinsicht ist interessant, dass SIMBA an APEX eine erheblich längere Haltezeit für flüssiges Helium als am SEST zeigt. Ein Grund dafür ist die wegen des geringen Luftdrucks auf 5000 m Höhe reduzierte Temperatur des Heliums im Vorratsgefäß (3,5 K). Trotz dieser positiven Erfahrungen mit Badkryostaten, wäre, wegen der schwierigen und teuren Versorgung mit flüssigem Helium am Standort von APEX, eine Kühlmaschine wesentlich vorteilhafter.

Im Labor des MPIfR wurde der an der Univ. Giessen unter Prof. Thummes entwickelte zweistufige Pulsrohrkühler (PRK) mit dem unter L. Duband bei CEA, Grenoble, entwickelten und von AirLiquide vermarkteten zweistufigen  $^4\text{He}/^3\text{He}$  Sorptionskühler kombiniert. Bei 0,29 K wurde einer Haltezeit von 40 Stunden erreicht, nach der der Sorptionskühler für etwa 3 Stunden regeneriert werden muss. Im Betrieb stehen folgende Temperaturen zur Verfügung: 45 K auf der ersten Stufe des PRK, 2,4 K auf seiner zweiten und 0,29 K auf dem Sorptionskühler. Die Kombination der beiden Geräte würde in beinahe idealer Weise die kryogenen Anforderungen von Bolometern an APEX erfüllen, hätte sich nicht herausgestellt, dass auf 0,29 K doch noch signifikante Vibrationen vom PRK auftreten. Hochohmige

Halbleiter-Bolometer werden davon noch beeinträchtigt, niederohmige, supraleitende Bolometer, besonders solche mit auf dem Wafer integrierten SQUIDs, sollten dagegen immun sein.

LABOCA-1 (Large Large APEX Bolometer Camera) wird das erste große Facility Bolometer-Array für APEX sein. Mit 295 Bolometern bei 0,87 mm Wellenlänge wird diese erste Version von LABOCA noch in bewährter Halbleitertechnologie aufgebaut, um sicherzustellen, dass ein grosses Array schon in der Anfangsphase von APEX zur Verfügung steht. Horn-Array und Bolometer-Wafer wurden fertiggestellt. Es wird versucht, durch flexible thermische Verbindungen zum PRK das Niveau der Vibration auf ein sogar für Halbleiter-Bolometer tolerierbares Maß zu reduzieren. Gelingt das nicht, würden wir auf einen Badkryostaten zurückgreifen. Die durch den PRK bedingte Oszillation der Temperatur im Takt der Pulse, wird zwar auch noch bei 0,29 K gesehen, ist gegenüber den Vibrationen aber weniger problematisch.

Die Entwicklung supraleitender Bolometer mit SQUID-(Superconducting Quantum Interference Device) Auslesung wurde mit Unterstützung durch die Verbundforschung intensiv fortgesetzt. In Kooperation mit dem Institut für Physikalische Hochtechnologie (IPHT) in Jena und dem AIUB wurden viele Demonstrations-Arrays aus je sieben supraleitenden Bolometern fertiggestellt und im Labor des MPIR bei 0,3 K charakterisiert. Einzelne Testarrays haben bereits auf dem Wafer integrierte SQUID-Multiplexer. Ziel der Entwicklung ist LABOCA-2, mit 288 Transition Edge Sensors (TES) bei 0,87 mm 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. Ausserdem erwarten wir einen moderaten Empfindlichkeitsgewinn, da TES-Bolometer prinzipiell näher am fundamentalen Rauschen des Photonenhintergrundes arbeiten können.

LABOCA hat einen Felddurchmesser von 0,2 Grad, was etwa der Hälfte des verfügbaren Felddurchmessers von APEX entspricht. Es wurde eine Tertiäroptik berechnet, die trotz zahlreicher räumlicher Einschränkungen in der engen Cassegrain-Kabine von APEX eine gute Abbildungsqualität über das ganze Feld von LABOCA sogar für eine Wellenlänge von  $350\mu\text{m}$  ergibt. Einer Erweiterung auf Arrays für  $350\mu\text{m}$  steht daher optisch nichts im Wege. Die Optik besteht aus drei gekrümmten Off-Axis-Spiegeln, zwei Planspiegeln und einer Quarzlinse.

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

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.

In Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. V. Hansen (Univ. Wuppertal) wurde ein Konzept für das Filtersystem von LABOCA entwickelt: es besteht aus wenigen induktiven Gittern zur Definition des Passbandes in Kombination mit einem Vielschichtfilter aus kapazitiven Gittern zur Verbesserung des hochfrequenten Sperrverhaltens.

## 2.6 Technische Abteilung für Infrarot-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-Spektrografen)

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.

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 Kelvin gekühlte Infrarot-Optiken für die unterschiedlichen Spezifikationen dieser Teleskope entworfen worden.

Unsere Arbeitsgruppe ist für die Entwicklung und dem Bau des Fringe-Tracker-Detektors für LINC-NIRVANA verantwortlich, ein LBT-Instrument für die Nah-Infrarot-Interferometrie. Das Instrument wird in Zusammenarbeit mit dem federführenden MPI für Astronomie, dem I. Physikalischen Institut der Univ. Köln und dem Arcetri-Observatorium realisiert. Eine multi-konjugierte adaptive Optik korrigiert die Strahlen der zwei 8,4 m großen Hauptspiegel des LBT. Die nachfolgende Beam-Combiner-Optik ist als Fizeau-Interferometer aufgebaut. Diese Konfiguration liefert innerhalb eines Gesichtsfeldes von etwa 11 Bogensekunden beugungsbegrenzte Bilder, die der Auflösung eines 23 m-Teleskops entsprechen.

Unser Beitrag ist das Kamera-System für die Fringe-Tracker-Einheit und die Bildrekonstruktionssoftware. Dieses Kameraprojekt umfasst den HAWAII-1-Detektor, die Ansteuer- und Auslese-Elektronik für den Detektor und die Datenübertragung. Der Fringe-Tracker arbeitet ebenfalls im Nah-Infraroten. Ein im Bildfeld des Interferometers befindlicher Referenzstern wird mit einem HAWAII-1 Array bei einer Bildrate von einigen 100 Hz aufgenommen. Dazu wird ein  $32 \times 32$  Pixel großer Bereich mit einer Pixelclock von 1 MHz ausgelesen.

## 2.7 VLBI-Korrelator

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

Das neue Magnetplatten-Aufzeichnungssystem ist zuverlässiger als die bisherige Aufzeichnung auf Magnetbänder, und es erhöht den Durchsatz des Korrelators signifikant. Die maximale Datenrate bei der Wiedergabe von 1024 Mbit/s ist um einen Faktor vier größer als bisher.

Ein Wasserdampf-Radiometer bei 22 GHz wurde auf dem Dach der Primärfokuskabine des 100-m-Teleskops installiert. Messungen entlang der optischen Achse des Radioteleskops ermöglichen Phasenkorrekturen für VLBI-Beobachtungen bei 3 mm Wellenlänge und Korrekturen der Opazität bei hochfrequenten Radiomessungen. Die Eichung dieser Messungen und die Installation eines (herunterladbaren) Web-Tools zur Datenanalyse sind in Vorbereitung.

Neben der Auswertung der Daten von astronomischen VLBI-Beobachtungen des MPIfR ist der VLBI-Prozessor auch der weltweit zweitwichtigste Mark IV Korrelator für den internationalen Dienst IVS (International VLBI Service). Die geodätischen Auswertungen am Bonner Institut werden von der Univ. Bonn und dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie in Frankfurt durchgeführt.

#### *Rechenzentrum*

Die bestehende SUN-Server-Landschaft wird derzeit auf neue leistungsfähige Fujitsu-Siemens XEON-Server mit Linux umgerüstet. Den Mitarbeitern des MPIfR werden damit um eine Größenordnung höhere Plattenkapazitäten und eine Vielzahl neuer Dienste zur Verfügung stehen. Diese Arbeiten werden voraussichtlich Mitte 2005 abgeschlossen sein.

Seit Anfang 2004 ist eine neue, moderne Band-Library im Einsatz. Im ersten Ausbau stehen 20 Terabyte Nettokapazität für die Datensicherung zur Verfügung. Um zukünftigen Projekten mit größeren Datensätzen Rechnung zu tragen, lässt sich das System mit aktueller Band- und Laufwerkstechnik auf 180–900 TB ausbauen. Die Band-Library ist aber auch für alle neuen Technologien flexibel und universell anpassbar.

### **3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit**

#### **3.1 Lehrtätigkeiten**

Wie in den vergangenen Jahren wurden mehrere Vorlesungen an der Universität Bonn von Mitarbeitern des MPIfR gehalten, und zwar von Proff. Biermann, Fürst, Menten, Schmid-Burgk, Weigelt, Priv.-Doz. Britzen, Huchtmeier, Krügel, Drs. Massi und Zensus. Darüber hinaus wurde eine Reihe von Vorlesungen an auswärtigen Universitäten gehalten (Prof. Biermann).

Im Rahmen der IMPRS Research School wurden 18 Seminarvorträge und eine “Soft Skills”-Veranstaltung, außerdem vier Sondervorträge (N. Wermes, S. Solanki, A. Eckart, A. Shukurov) im Berichtszeitraum gehalten.

#### **3.2 Prüfungen**

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

#### **3.3 Gremientätigkeit**

W. Alef: Chairman des VLBI Technical and Operations Group des EVN, Vicechairman des RadioNet Engineering Forum;

R. Beck: gewähltes Mitglied der CPT-Sektion der MPG; SKA Science Working Group; SKA Outreach Committee;

P.L. Biermann: Gremium des Hochleistungsrechenzentrums der FA Jülich; Gremium Kosmische Teilchenphysik (BMBF, Verbundforschung); EUSO Science Group; APPEC: Theory Group und High Energy Group;

T. Driebe: VLTI AMBER Science Team;

E. Fürst: Kommission J (Radioastronomie) des U.R.S.I.-Landesausschusses Deutschland (Vorsitz);

C. Henkel: IAU Working Group on Astrochemistry;

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

E. Kreysa: Evaluation der Instrumentenvorschläge für HSO und PLANCK;

A.P. Lobanov: EVN Program Committee; RadioNet: Science Workshop and Training Working Group; SKA Science Simulation Working Group; VSOP-2 European Focus Group;

K.M. Menten: SMTO: Council; IRAM: Executive Council und Science Advisory Committee; SOFIA: Scientific Advisory Committee; ALMA: European Scientific Advisory Committee (Vorsitz), and Joint American/European Scientific Advisory Committee (Vorsitz);

IAU Commission 34: Astrochemistry Working Group; NAIC and NRAO: Visiting Committee; Gutachter der DFG; Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des AIP;  
 A. Polatidis: Synergy Working Group des RadioNet EU Netzwerkes;  
 R.W. Porcas: EVN-Scheduler und Mitglied des Program Committees; URSI/IAU Global VLBI Working Group;  
 T. Preibisch: VLTI Science Demonstration Team;  
 W. Reich: Kommission J (Radioastronomie) des U.R.S.I.-Landesausschusses Deutschland; Programmkomitee Effelsberg;  
 K. Ruf: CRAF und IUCAF (Scientific Committee on the Allocation of Frequencies for Radio Astronomy and Space Science);  
 P. Schilke: IRAM Scientific Advisory Committee (Chair); APEX Board; European ALMA Science Advisory Committee; ALMA Science Advisory Committee (Chair);  
 R. Schwartz: Synergy Working Group des RadioNet EU Netzwerkes;  
 G. Weigelt: VLTI Implementation Committee der ESO; VLTI AMBER Science Team und AMBER-Co-PI;  
 R. Wielebinski: IRAM Executive Council; Fachbeirat Torun University Observatories;  
 J.A. Zensus: JIVE-Verwaltungsrat; EVN-Konsortium (Vorsitz); Teilnahme and VSOP International Science Council; European and International SKA Consortium; IRAM Scientific Advisory Committee; RadioAstron International Scientific Council; Astronomy & Astrophysics: Editorial Board.

## 4 Wissenschaftliche Arbeiten

### 4.1 Millimeter- und Submillimeter-Astronomie

#### *Unsere Galaxis: Molekülwolken, Sternentstehung*

Im Mittelpunkt unserer galaktischen Forschungen stand weiterhin die Entstehung der Sterne in Molekülwolken; hierzu sind wir in mehreren langfristigen internationalen Kooperationen engagiert. So wurden unsere in Zusammenarbeit mit dem Spitzer Space Telescope Legacy Program “From Molecular Cores to Planet Forming Disks” (c2d) durchgeführten Bolometer-Surveys von drei Dutzend Dunkelwolken fortgesetzt und komplementäre Heterodynbeobachtungen begonnen. Neu entwickelte Datenreduktionsmethoden erlaubten erstmals eine zuverlässige Rekonstruktion der Bolometerkarten ausgedehnter schwacher Objekte. Höhepunkt des Jahres war unsere Entdeckung einer sehr lichtschwachen Quelle in einer Dunkelwolke, die vermutlich ein sehr junger und massearmer Protostern ist, der zweite seiner Art (nach L1014–IRS aus dem c2d-Survey). Wird die Identifikation als Protostern bestätigt, so beobachten wir hier Sternentstehung in einer ungewöhnlich unentwickelten und unverdichteten Dunkelwolke.

Im Rahmen einer längerfristigen Studie von Infrarot-Dunkelwolken (IRDC) wurden  $\text{NH}_3$ -Karten von 45 IRDCs aufgenommen sowie Methanol- und Wassermaser in diesen Wolken gesucht. Aufgrund der hohen  $\text{H}_2$ -Säulendichten ( $\geq 10^{23} \text{ cm}^{-2}$ ) sollten in IRDCs massereiche Sterne ( $\geq 10 M_\odot$ ) entstehen können. Andererseits legen die niedrigen Gastemperaturen ( $\leq 20\text{K}$ ) das weitgehende Fehlen eingebetteter, die Wolken aufheizender massereicher Protosterne nahe. Dies untermauert die Interpretation der IRDCs als dem frühesten bekannten Stadium massereicher Sternentstehung. Einige der beobachteten Objekte scheinen an der Schwelle zur Bildung massereicher Sterne zu stehen; eine Detailstudie der Dunkelwolke G11.11–0.12 förderte einen noch tief eingebetteten, massereichen ( $\approx 10 M_\odot$ ) Protostern zu Tage.

7mm-Beobachtungen von protostellaren Objekten hoher Masse mit dem Very Large Array führten zur Entdeckung extrem kompakter Radioquellen. Deren optisch dicke Emission kann entweder als von einem Jet erzeugt oder als der innere, ionisierte Teil einer Akkretionsscheibe interpretiert werden. In einer dieser Quellen wurde die umgebende  $\text{H}_2\text{O}$ -Maser-Emission kartiert, die möglicherweise im Akkretionsschock angeregt wird.

Mit dem BIMA-Interferometer wurde die Kinematik massereicher, heißer molekularer Kerne auf Skalen von etwa 0,05 pc untersucht; wir fanden kollimierte Ausflüsse von eingebetteten Quellen und konnten die Rotation der Kerne senkrecht zur Ausflußachse nachweisen. Eine Interferometerstudie (Plateau de Bure) von CS und CN in massereichen Protosterne vor der Ausbildung heißer Kerne ergab, dass in ihnen CS und CN mit Ausflüssen assoziiert und daher nicht zur Suche nach Scheiben um massereiche Sterne geeignet sind. Allerdings geben die Spektralindizes dieser Objekte Hinweise auf zum Zentrum hin zunehmende Staubgrößen und damit indirekte Evidenz für die Ausbildung zirkumstellarer Scheiben.

Das Studium massereicher Sternentstehungsgebiete mit Interferometern ergab vielfältige Resultate. So zeigten die hochauflösenden Beobachtungen der Quelle IRAS 19410+2336 einen ganzen Protosternhaufen. Zum ersten Mal war es damit möglich, die Massenfunktion massereicher Protosterne zu bestimmen. Es scheint, dass diese Massenfunktion nicht sehr von der stellaren IMF abweicht, was darauf schließen lässt, dass massereiche Sterne in etwa auf die gleiche Weise entstehen wie massearme. Weitere Beobachtungen dieser und anderer Quellen im Kontinuum und in Linien befaßten sich mit deren Ausflüssen und mit den Eigenschaften des Staubes; es wurden Anzeichen für Staubwachstum gefunden. Ein interessantes Ergebnis ist auch das Fehlen des CN-Moleküls (sehr prominent in Scheiben geringer Masse, dort durch Photodissoziation von HCN gebildet) in Scheiben massereicher Sterne, was auf geringere UV-Photonendichte entweder aufgrund der Eigenschaften massereicher Protosterne oder wegen effektiverer Abschirmung hinweist.

Wir untersuchten ferner noch frühere Stadien der Entstehung massereicher Sterne, während denen sich noch keine detektierbaren Infrarotquellen hatten ausbilden können. Auf Skalen von 0,1 pc sind diese Objekte in mehrere Quellen fragmentiert, wobei die dominierenden Komponenten bereits Ausflüsse zeigen. Da einige der Quellen nur in deuteriertem Ammoniak zu sehen sind, könnte es sich bei ihnen um die kalte Phase vor Beginn der Entstehung massereicher Sterne handeln.

Eine wichtige Frage lautet: in welcher Form landet das Material der Umgebung auf einem entstehenden massereichen Stern, und wie zerstört dieser dann seine Umgebung? Beobachtungen mit hoher räumlicher Auflösung bei cm-Wellenlängen zeigen, dass junge massereiche Sterne schon in sehr frühen Phasen ihrer Entstehung von ionisiertem Gas umgeben sind. In dieser Phase sind die ionisierten Gebiete klein genug, um von der Schwerkraft des Sternes zusammengehalten zu werden. Die Radiostrahlung entsteht offenbar im ionisierten inneren Teil einer Akkretionsströmung, wie man sie auch in Moleküllinien erkennt. In einer solchen Quellen konnte die Vermutung von Akkretion mittels rotverschobener Linienstrahlung von H<sub>2</sub>O bestätigt werden. In einer anderen Region zeigt ein Vergleich von Radio- mit Infrarotbildern, dass einige Radioquellen keine Sterne enthalten, sondern von außen ionisiert werden. Solche "sternlosen" Radioquellen haben eine Lebenszeit von nur einigen Jahren und sind vermutlich Reste der Originalwolke, die von einem Sternenwind zerstört werden.

Die extrem niedrigen Temperaturen und hohen Dichten von Gaswolken kurz vor der Sternentstehung führen zu ungewöhnlichen chemischen Verhältnissen, so dass z. B. deuteriumhaltige Moleküle dort stark erhöhte Häufigkeiten aufweisen. Selbst mehrfach deuterierte Moleküle treten auf, wobei unsere Entdeckung von dreifach deuteriertem Ammoniak (ND<sub>3</sub>) aus dem Jahr 2002 immer noch den Rekord darstellt. Seither haben wir ND<sub>3</sub> in einem Dutzend Gaswolken nachweisen können und chemische Modelle zur Bildung solcher Moleküle entwickelt. Darin spielen Reaktionen an den Oberflächen von Staubteilchen eine entscheidende Rolle. Die Modelle sagen große Häufigkeiten von ND und NHD vorher, sodass Beobachtungen dieser Moleküle die Möglichkeit ergeben, die Modelle zu verfeinern.

Der Prozess der Deuteration kann auch mittels Beobachtungen des Häufigkeitsverhältnisses N<sub>2</sub>D<sup>+</sup>/N<sub>2</sub>H<sup>+</sup> in prästellaren Kondensationen untersucht werden. Dieses Verhältnis variiert um mehr als eine Größenordnung und scheint mit den Linienbreiten korreliert zu sein.

Um die Entstehung von Sternen in Dunkelwolken zu verstehen, muss man die Bewegungen des Gases in der Mitte der Wolken kennen. Seit unserer Entdeckung von großen H<sub>2</sub>D<sup>+</sup>-

Häufigkeiten in Gaswolken kurz vor der Sternentstehung kann man dieses Molekül nutzen, um solche Bewegungen nachzuweisen. Interessanterweise zeigt die  $\text{H}_2\text{D}^+$ -Linie in einer unserer Quellen eine zentrale Absorption, welche unsere Modelle mit zwei Effekten erklären können: Erstens sind die Gasgeschwindigkeiten im Wolkenzentrum größer als bisher angenommen, was bedeutet, dass Bremsung durch Magnetfelder ineffektiv ist, und zweitens ist die Temperatur des Gases im Wolkenzentrum höher, also die thermische Kopplung von Gas- und Staubeilchen schwächer als bisher vermutet.

Ein großer Satz von Liniendaten im Bereich um 3 mm wurde durch einen Survey von SgrB2 am IRAM-30m-Teleskop gewonnen. Damit steht nun das vollständige Spektrum zwischen 80 und 116 GHz für die Quellen SgrB2-M und SgrB2-N-LMH mit hunderten von Linien zur Verfügung.

Die Interpretation von Beobachtungen interstellarer Moleküle erfordert Kenntnis der Hyperfeinaufspaltungen der Linien. Bei vielen Molekülen lassen sich diese Aufspaltungen im Labor messen, manche im All häufigen Moleküle sind aber so reaktionsfreudig, dass man auf astronomische Beobachtungen zurückgreifen muss. Dafür ist die Dunkelwolke LDN 1512 wegen ihrer extrem schmalen Linien besonders geeignet und war von uns schon benutzt worden, um Aufspaltungen in  $\text{H}^{13}\text{CO}^+$  und  $^{13}\text{CO}$  nachzuweisen. Nun haben wir solche Beobachtungen an  $\text{DCO}^+$ ,  $\text{DCN}$ ,  $\text{DNC}$  und anderen Molekülen durchgeführt. Die Spektren bestätigen zwar für  $\text{DCO}^+$  die theoretisch vorhergesagten Aufspaltungen, deuten aber bei  $\text{DCN}$  und  $\text{DNC}$  auf wesentliche Abweichungen hin.

Temperaturen und Dichten in Sternentstehungsgebieten müssen i.a. durch Beobachtung unterschiedlicher Molekülsorten bestimmt werden; da diese häufig nicht räumlich gleich verteilt sind, ist ihre Korrelation unsicher. Asymmetrische Rotormoleküle wie  $\text{CH}_3\text{OH}$  erlauben jedoch die Bestimmung beider Parameter gleichzeitig. Deshalb wurde eine neuartige Analyseverfahren für  $\text{CH}_3\text{OH}$  entwickelt und auf 13 junge Entstehungsgebiete massereicher Sterne angewendet. Das massereiche protostellare Objekt IRAS 05358+3543 wurde in  $\text{CH}_3\text{OH}$  interferometriert (Auflösung  $2,6'' \times 1,36''$ ), wobei sich eine heiße, dichte Phase um die Staubbildungen herum zeigte, in der sogar Torsionsanregung zu sehen war.

Junge Sterne wie auch die Kerne aktiver Galaxien sind von Scheiben umgeben, deren beobachtetes Spektrum vom Blickwinkel abhängt. Da diese Scheiben i. a. keine annähernd planare Strukturen besitzen, ist ihre Geometrie zwei- oder sogar dreidimensional. Um den Strahlungstransport im Staubbildungsbereich in solchen Gebilden zu berechnen, wurde ein Monte-Carlo-Programm geschrieben; dies wird z. Zt. zur Interpretation von Spektren aktiver Galaxien verwendet.

#### *Unsere Galaxis: weitere Objekte*

Zum ersten Mal konnte durch Beobachtungen am 30m-Teleskop das Formaldehyd-Molekül ( $\text{H}_2\text{CO}$ ) im Kohlenstoffstern IRC+10216 nachgewiesen werden. Wie schon die vorherigen Entdeckungen von  $\text{H}_2\text{O}$  (mit SWAS) und  $\text{OH}$  (mit Arecibo) lässt sich auch die Existenz dieses sauerstoffhaltigen Moleküls in der Hülle eines Kohlenstoffsterns nicht durch stellare Chemie erklären. Vielmehr scheinen die sauerstoffhaltigen Moleküle durch die Verdampfung von Kometen freigesetzt zu werden, da IRC+10216 ein AGB-Stern ist, der sich ausdehnt und dabei seinen Kuiper-Belt verdampft.

Auch der erstmalige Nachweis des seltenen Schwefelisotops  $^{36}\text{S}$  (und des Moleküls  $\text{Si}^{36}\text{S}$ ) in einer stellaren Hülle gelang in der ausgedehnten "Atmosphäre" von IRC+10216. Das  $^{34}\text{S}/^{36}\text{S}$ -Verhältnis wurde zu  $107 \pm 15$  bestimmt. Dies ist vergleichbar mit dem Wert in der inneren galaktischen Scheibe, jedoch viel kleiner als der solare Wert von 288. Diese Differenz kann durch das relativ hohe Alter von IRC+10216 und die seitherige chemische Entwicklung erklärt werden.

Um die Dynamik der inneren Bereiche unserer Galaxis besser charakterisieren zu können, wurde mit dem 30 m-Teleskop eine Stichprobe von 441 entwickelten Sternen sehr erfolgreich nach SiO-Maser-Emission durchsucht. Ein darauf aufbauendes Projekt beschäftigte sich mit den Eigenschaften dieser Objekte im Infraroten, wofür Daten der IRAS-, MSX-,

DENIS- und 2MASS-Missionen benutzt wurden. Diese bestätigen, dass es sich um veränderliche Sterne mit moderaten Massenverlusten handelt.

Zur Erklärung der Staubstrahlung von Riesensternen (AGB-Sterne, Überriesen) haben wir ein Programm begonnen, mit welchem die Entstehung des Staubes, seine Grössenentwicklung und Dynamik in der Hülle sowie das resultierende Spektrum konsistent berechnet werden sollen.

LSI 61303, der einzige Mikroquasar (d.h. die galaktische Miniatur eines Quasars), der ständig stabile periodische Auswürfe hervorbringt, ist das Gegenstück zur Gammastrahlungsquelle 2CG 135+01 (EGRET-Quelle). Seine Radioausbrüche geschehen nur um den Apastron-Durchgang herum, nicht aber am Periastron; dort sind stattdessen Gammaausbrüche zu beobachten. Im Rahmen von Akkretionsmodellen, die am Periastron ein weiteres Akkretionsereignis vorhersagen, war nicht zu verstehen, warum dieses Objekt den Hauptanteil seiner Emission in den Gammabereich verschiebt. Dies konnte nun mit dem inversen Comptonprozess aufgrund des starken UV-Feldes in Periastronnähe gedeutet werden, das den relativistischen Elektronen die Fähigkeit nimmt, Synchrotronstrahlung im Radiobereich zu emittieren.

#### *Extragalaktische Systeme und Kosmologie*

Ein systematischer Liniensurvey der nahegelegenen Galaxie NGC 4945 im Millimeterwellenbereich ergab, dass hohe  $^{18}\text{O}/^{17}\text{O}$ - und niedrige  $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ -,  $^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$ - und  $^{32}\text{S}/^{34}\text{S}$ -Isotopenverhältnisse charakteristisch für diejenigen nuklearen Starbursts sind, die schon genügend Zeit hatten, die Zusammensetzung ihres interstellaren Mediums nachhaltig zu verändern. Der Starburst in NGC 4945 ist weniger weit fortgeschritten als der in M 82 (Endstadium), scheint aber älter zu sein als der in NGC 253 (Anfangsstadium).

Elf neue extragalaktische Wasserdampfmaserquellen wurden identifiziert. Mehrere dieser Quellen zeigen das charakteristische Profil einer von der Kante her gesehenen nuklearen Akkretionsscheibe. Eine detaillierte Untersuchung der zeitlichen Variabilität der Linienprofile sowie interferometrische Kartierung sollte nicht nur die Bestimmung der räumlichen Struktur dieser Scheiben und der Masse des zentralen supermassiven Objektes erlauben, sondern auch eine direkte geometrische Entfernungsbestimmung ermöglichen. Die meisten der neu entdeckten Quellen mit aktiven Kernen sind vom Typ Seyfert 2 oder LINER, d.h. man sieht auf die Kante des inneren Torus, aber auch in einer Seyfert-1.5-Galaxie konnte nun ein Maser nachgewiesen werden. Dies ist erst das zweite bekannte Maserobjekt seiner Klasse; seine Maserleuchtkraft ist allerdings vergleichsweise gering.

Der Grossteil der Wasserdampfmaseremission in der nahegelegenen Starburstgalaxie NGC 253 stammt aus dem innersten  $1''$ -Bereich. Die starke Blauverschiebung der Maser relativ zur systemischen Geschwindigkeit dieser Galaxie erlaubt mehrere Interpretationen (Akkretionsscheibe, expandierende Supernovahülle, Superwind vom Kern, Gas mit retrograder Rotation), deren Plausibilität durch Messungen mit höherer Auflösung getestet wurde. Die Auswertung dieser neuen Daten steht noch aus.

Die Kartierung der Millimeter-Hintergrundstrahlung mit MAMBO wurde fortgeführt mit dem Ziel der Durchmusterung eines ganzen Quadratgrades des Himmels. Bislang wurden etwa zwei Drittel dieser Fläche abgearbeitet und ausgewertet. Die Messungen erlaubten uns die Berechnung der Leuchtkraftverteilung der mm-Quellen. Diese wird oberhalb  $10^{12}$  Sonnenleuchtkräften von Quasaren bestimmt, unterhalb dagegen von thermischer Strahlung aus stark rotverschobenen, staubhaltigen, sternbildenden Galaxien. Im größten der MAMBO-Felder, welches auf den Galaxienhaufen Abell 2125 zentriert ist, wurden Beobachtungen mit dem Spitzer-Satelliten bei  $70\ \mu\text{m}$  und zwischen  $3,6$  und  $8\ \mu\text{m}$  durchgeführt, wodurch eine genauere Bestimmung der Rotverschiebungen der Quellen sowie des relativen Anteils der Galaxien mit aktivem Kern (AGN) möglich wurde.

In Fortsetzung unserer langjährigen Beobachtungen von Staub- und Linienemission hochrotverschobener Quasare gelang im vergangenen Jahr die Entdeckung des neutralen Kohlenstoffatoms bei Rotverschiebungen  $z$  von 4,1 und 6,4 sowie von HCN bei  $z=2,6$ . Ferner bedeutet die wahrscheinliche Entdeckung des Wassermoleküls im entferntesten bislang

bekanntem Quasar (bei  $z=6,4$ ) den ersten Nachweis von Wasser in einem Objekt kosmologischer Entfernung. In diesem Quasar gelang es sogar, mittels hochauflösender VLA-Beobachtungen seine im Vorjahr entdeckte CO- und Kontinuum-Emission auf einer Skala von einigen kpc räumlich aufzulösen und damit deren Ursprung in einem zirkumnuklearen Starburst nachzuweisen.

In unserem Projekt der Identifikation von Submillimeter- und Millimeter-Hintergrundquellen gelang uns am Plateau de Bure-Interferometer der Nachweis von CO-Emission in weiteren SCUBA- und MAMBO-Quellen, wodurch erstmalig eine statistisch signifikante Zahl von Massenabschätzungen solcher Quellen zur Verfügung steht. Daraus ergab sich, daß die (Sub)millimeter-Quellen extrem entfernten und äußerst massereichen Galaxien entsprechen, in denen mit sehr hohen Raten Sterne gebildet werden. Bei diesen Objekten handelt es sich vermutlich um die Entstehungsphasen der heutigen elliptischen Galaxien.

#### *Personal:*

W.J. Altenhoff, W. Batrla, A. Belloche, F. Bertoldi, F. Boone, C.C. Chiong, C. Comito, J. Forbrich, S. Goedhart, R. Güsten, K. Hachisuka, H. Hafok, J. Hatchell, C. Henkel, C. Hieret, N. Jethava, J. Kauffmann, T. Klein, E. Kreysa, E. Krügel, S. Leurini, M. Massi, K. M. Menten, D. Muders, S. Philipp, T. Pillai, E. Polehampton, L. Reuen, B. Roselt, P. Schilke, J. Schmid-Burgk, J. Schraml, F. Schuller, F. Siebe, G. Siringo, T. Stanke, F. v.d. Tak, H. Voß, P. v.d. Wal, M. Wang, T. L. Wilson, F. Wyrowski, J. Zhang, mit M. Albrecht, R. Chini, M. Haas (Univ. Bochum), R. Siebenmorgen, W. Freudling (ESO, Garching), R. Gredel, T. Henning, T. Khazadyan (MPIA Heidelberg), K. Schreyer, B. Posselt, R. Klein (Univ. Jena), G.W. Fuchs, U. Fuchs, T.F. Giesen, H.S.P. Müller, S. Thorwirth, A. Schulz (Univ. Köln), C. Ceccarelli (Grenoble, Frankreich), P. Cox (Orsay, Frankreich), J.-P. Baluteau (Marseille, Frankreich), A. Tarchi (Bologna, Italien), P. Caselli, E. Habart, A. Natta (Florenz, Italien), M. Inoue (Nobeyama, Japan), L.-H. Xu (Univ. of New Brunswick, Kanada), H. Spoon (Groningen, Niederlande), E. van Dishoeck (Leiden, Niederlande), F. Schöier (Stockholm, Schweden), B. Brupbacher-Gatehouse (Zürich, Schweiz), M.D. Smith (Armagh, UK), J. S. Richer (Cambridge, U.K.), D.R. Flower, J.T. Pottage (Univ. of Durham, U.K.), T.R. Greve, R.J. Ivison (Edinburgh, UK), A.M.J. Mortier, S. Serjeant, M. Thompson (Univ. of Kent, U.K.), G.A. Fuller (UMIST, Manchester, U.K.), J.M. Brown (Oxford University, U.K.), B.M. Swinyard (RAL, U.K.), D. Neufeld (Univ. Baltimore, USA), T. G. Phillips, D. C. Lis (Caltech, USA), A.L. Argon, P. Barmby, L.J. Greenhill, J.M. Moran, M. Reid (Cambridge, USA), K.Y. Lo (Charlottesville, USA), A.B. Peck (Hilo, USA), A. Gibb (Univ. of Maryland, USA), E. Bergin (Univ. Massachusetts, USA), M.A. Strauss (Princeton, USA), C. Carilli, F. Walter (Socorro, USA), A. Alonso-Herrero, E. Egami, X. Fan (Tucson, USA).

## 4.2 Radiokontinuum und Pulsare

### *Galaktische Radiostrahlung*

Wesentliche Aktivitäten galten der erfolgreichen Installation, Inbetriebnahme und Test eines 4,8 GHz (6 cm) Empfängers am 25-m-Teleskop in Urumqi/China zur Durchführung eines Surveys der Radiokontinuumsstrahlung, einschliesslich linearer Polarisation, in der galaktischen Ebene. Der geplante Survey hat die gleiche Winkelauflösung wie der bereits abgeschlossene Effelsberger Kontinuums-Survey bei 1,4 GHz (21 cm). Durch den Vergleich 21 cm/6 cm lässt sich der Einfluss von Faraday-Effekten bestimmen, die wiederum wichtige Informationen über das magneto-ionische interstellare Medium liefern. Ziele sind die Bestimmung der Struktur und der Stärke des lokalen galaktischen Magnetfeldes sowie die Untersuchung intrinsischer Fluktuationen.

Am Effelsberger 100-m-Teleskop wurde das neue 8-Kanal-Polarimeter zur Bestimmung von Rotationsmaßen von ca. 1800 polarisierten Quellen aus dem NVSS-Katalog eingesetzt. Messungen bei 21 cm und 18 cm Wellenlänge erlauben die präzise Bestimmung von

Rotationsmaßen. Die NVSS-Quellen sind über den gesamten Nordhimmel verteilt und werden die Zahl der bekannten Rotationsmaße extragalaktischer Quellen verdoppeln. Ziel der Datenanalyse ist die Bestimmung der globalen Struktur des Magnetfeldes in der Scheibe und im Halo der Milchstraße.

Ein neues, auf Wavelets basierendes Verfahren wurde zur Analyse der kombinierten Daten der Faraday-Rotation polarisierter Signale von Quasaren und Pulsaren entwickelt, um großräumige Umkehrungen der Magnetfeldrichtung in unserer Milchstraße ausfindig zu machen. Die erste Anwendung auf die Rotationsmaß-Daten des CGPS (Canadian Galactic Plane Survey) bei 21 cm ergab Zweifel an der Signifikanz einer Magnetfeldumkehrung in der äußeren Milchstraße (zwischen Orion- und Perseus-Spiralarm), die seit einigen Jahren diskutiert wird.

Die Analyse der auffälligen Depolarisationskanäle in Polarisationskarten wurde fortgesetzt. Es wurden Methoden zur Bestimmung der statistischen Eigenschaften entwickelt, z.B. Breite und typischer Abstand der Kanäle.

Kandidaten fuer neue schalenförmige Supernovaüberreste aus dem 21 cm IGPS (International Galactic Plane Survey) wurden mit dem 100-m-Teleskop bei 6 cm untersucht. Hier konnte für mindestens 5 Objekte lineare Polarisation nachgewiesen werden, und somit kann ihre Identifikation als Supernovaüberreste als sicher gelten. Effelsberger Hochfrequenzmessungen des "Boomerang" Pulsarwind-Nebels zwischen 6 cm und 9 mm zeigen einen spektralen Bruch, dessen Analyse ein Alter von 3900 Jahren bei einer Magnetfeldstärke von 2,6 mG für den Nebel ergab.

Zur Analyse des "angular-power" Spektrums von All-Sky Surveys wurde eine neue Projektionsmethode in das flächentreue HEALPIX-Format entwickelt. Ebenso können HEALPIX-Karten in äquatoriale bzw. galaktische Karten umgewandelt werden. Das angular-power Spektrum des 21 cm All-Sky Surveys zeigt einen Einfluss von extragalaktischen Quellen in mittleren und hohen galaktischen Breiten, während die entsprechenden Spektren der polarisierten Emission unbeeinflusst sind. Letztere sind etwas steiler als bislang angenommen.

Effelsberger Beobachtungen bei 8,35 GHz (3,6 cm) von Schnitten durch die galaktische Ebene wurden zur Untersuchung der Korrelation zwischen Totalintensität und polarisierter Intensität begonnen. Ziel ist die Verbesserung von Modellen der Vordergrundemission zur Analyse von Messungen der Kosmischen Hintergrundstrahlung (CMB).

Für die absolute Eichung von Polarisationskarten mit hoher Winkelauflösung, wie sie mit dem 100-m-Teleskop beobachtet werden, sind Polarisationsmessungen mit vergleichsweise niedriger Auflösung ausreichend. Zu diesem Zweck wird seit Mai 2002 eine Polarisationsdurchmusterung des gesamten Nordhimmels bei 21 cm Wellenlänge mit dem 26-m-Teleskop des DRAO (Penticton/Kanada) durchgeführt. Nach einer Beobachtungsdauer von 15 Monaten beträgt die gesamte Himmelsabdeckung jetzt 40%. Die bis 2003 gewonnenen Daten wurden erfolgreich kalibriert. Erste Auswertungen zeigen bisher unbekannte Polarisationsstrukturen und lassen Rückschlüsse auf die Entfernungen von Regionen mit hoher Polarisation zu. Es wurde damit begonnen, mit Hilfe der neuen Polarisationsdaten ein 3D-Modell der Depolarisationseigenschaften der lokalen Milchstraße zu entwerfen.

Desweiteren wurden Tests mit dem 26-m-Teleskop des DRAO durchgeführt, um über die Absorption in der 21 cm-Linie des neutralen Wasserstoffs (H I) die Entfernung von Gebieten polarisierter Emission zu bestimmen. Weitere Testmessungen sind erforderlich, um den Einfluss von Störeinstrahlung zu minimieren.

### *Pulsare*

Für die Pulsare B0823+26 und B0950+08 wurden die Pulsphasen der XMM-Röntgenbeobachtungen mit denen der Radioprofile aus Effelsberger Messungen verglichen. Es stellte sich dabei heraus, dass die Röntgenpulse von B0950+08 nahezu zeitgleich, nur mit einer kleinen Verzögerung von weniger als einer zehntel Umdrehung, zu den Radiopulsen eintreffen. Im

Falle von B0823+26 beträgt diese Verzögerung allerdings schon ca. 30% der Rotationsperiode. Zudem wurden Emissionsspektren beider Pulsare erstellt, welche den Radiobereich mit dem Röntgenbereich bis zu 20 keV verbinden.

Die "Timing"-Messungen von ca. 30 Pulsaren wurden im monatlichen Rhythmus weitergeführt. Timing-Messungen des Binärsystems PSR J2145–0750 (Pulsar/Weisser Zwerg) ergaben die Möglichkeit, die Parallaxe, Inklination und Masse des Begleiters zu bestimmen. Damit ergibt sich eine Distanz von 500 pc zum System und eine Masse des Weissen C/O-Zwerges von  $0,7 < M < 1M_{\odot}$ .

Die Timing-Analyse der "Giant Pulse"-Beobachtungen am Krebspulsar B 0531+21 vom November 2003 in Effelsberg ergab erstmalig, dass die GRPs (Giant Radio Pulses) zu allen Pulsphasen auftreten, bei denen auch normale Radiostrahlung empfangen wird. Das gilt auch für die beiden Nebentpulse, die nur im Frequenzbereich von 5–9 GHz sichtbar sind, ein Hinweis darauf, dass diese gleichen Ursprungs wie der Hauptpuls und der Interpuls sind. Einzelne GRPs zeigen eine komplexe Zeit- und Frequenzstruktur und stellen sich als eine Überlagerung mehrerer starker, aber relativ schmalbandiger Spektrallinien heraus. Bei geringer spektraler Auflösung erscheint das dann als ein breitbandiger Vorgang. Eine Modellvorstellung mit starker Plasmaturbulenz in der Emissionszone beschreibt diesen Vorgang qualitativ und quantitativ in guter Übereinstimmung mit den Beobachtungen.

Ebenfalls wurde die Suche nach neuen (Millisekunden-) Pulsaren bei hohen Galaktischen Breiten in der nördlichen Hemisphäre fortgesetzt. Dieser Survey soll, mit Verfügbarkeit des im Bau befindlichen 7-Beam-Empfängers bei 21 cm Wellenlänge und eines neuen Multibeam-Backends, auch auf den nördlichen Teil der Galaktischen Ebene erweitert werden.

#### *Gas und Staub in nahen Galaxien*

Die neue Karte der Andromeda-Galaxie M 31 in der (1–0) Linie des CO-Moleküls, gemessen am 30 m-IRAM-Teleskop, wurde mit Karten des neutralen Wasserstoffs H I und der Emission des kalten Staubes im Ferninfrarot ( $175\mu\text{m}$ ) verglichen. Unter der Annahme eines konstanten Konversionsfaktors zwischen CO und molekularem Wasserstoff H<sub>2</sub> ist der molekulare Anteil des neutralen Gases in den Spiralarmen im Vergleich zu den Zwischenarmgebieten erhöht. Dieser Anteil nimmt von etwa 0,4 in den inneren Armen bis zu etwa 0,2 in den äußeren Armen bei 10 kpc Radius ab. Zwischen dem Zentrum und 14 kpc Radius nimmt das Verhältnis  $N(\text{H I})/I(175\mu\text{m})$  um einen Faktor 20 zu, während  $N(\text{H}_2)/I(175\mu\text{m})$  fast konstant bleibt. Im Radiusbereich 8-14 kpc sind Gesamtgas  $N(\text{H I}+\text{H}_2)$  und Staub  $I(175\mu\text{m})$  korreliert, dabei ist H<sub>2</sub> besser als H I mit kaltem Staub korreliert.

#### *Magnetfelder in nahen Galaxien*

Magnetfeldstärken werden i. a. aus der Intensität der Radio-Synchrotronstrahlung bestimmt, indem die Annahme der "Minimum-Energie" oder der Energie-Äquipartition zwischen Magnetfeld und kosmischer Strahlung gemacht wird. Wir konnten zeigen, dass dieses Standard-Verfahren im Falle von starken Energieverlusten der Elektronen der Kosmischen Strahlung nicht anwendbar ist, und stellten eine verbesserte Formel mit Angabe des Gültigkeitsbereiches auf. Die Software wird demnächst allgemein zur Verfügung gestellt.

Die Methode der Bildanalyse mit Hilfe von anisotropen 2-D Wavelet-Funktionen wurde weiterentwickelt. Für die Galaxie M 51 konnten damit die Anstellwinkel der Spiralarme des molekularen Gases und des Staubes sowie ihre Variation mit zunehmendem Abstand vom Zentrum bestimmt werden. Der Vergleich mit der Orientierung des Magnetfeldes, bestimmt aus unseren kombinierten Radio-Polarisationsdaten vom 100-m-Teleskop Effelsberg und vom VLA (Very Large Array), zeigt, dass das Magnetfeld grob der Spiralstruktur des Gases und des Staubes folgt; im Detail gibt es jedoch systematische Abweichungen.

Die neuen Durchmusterungen der polarisierten Radiostrahlung der Andromeda-Galaxie M 31 bei 4,85 GHz und 8,35 GHz mit dem 100-m-Teleskop wurden abgeschlossen.

Die Struktur des großräumigen Magnetfeldes der Grossen Magellanschen Wolke (LMC) konnte mittels einer Analyse von polarisierten Hintergrundquellen, gemessen am ATCA

(Australia Telescope Compact Array), bestimmt werden. Die LMC besitzt demnach ein axialsymmetrisches, spiralförmiges Magnetfeld mit einer Feldstärke von etwa  $1\mu\text{G}$ .

Die Analyse der Messungen der polarisierten Radiostrahlung der nahen Balkengalaxien NGC 1097 und NGC 1365 mit dem VLA erwies sich als unerwartet schwierig. Unsere Dynamo-Modelle, basierend auf den Geschwindigkeitsfeldern des Gases, können die Beobachtungen nur teilweise erklären. Die gemessene Magnetfeldstärke ist im Gasstrom vor dem Balken "zu hoch"; hier spielen vermutlich Scherbewegungen eine bisher unterschätzte Rolle. Im Balken selbst ist die gemessene Magnetfeldstärke andererseits viel geringer als nach den Modellen vorhergesagt, d.h. die Kompression des Magnetfeldes ist kleiner als die des Gases.

Neue Beobachtungen der Kontinuums-Radiostrahlung von südlichen Balkengalaxien mit dem ATCA führte zur Entdeckung von zentralen Ringen in den Galaxien NGC 1672 und NGC 7552. Die Äquipartitions-Magnetfeldstärken in den Ringen erreichen Spitzenwerte von  $100\mu\text{G}$ ; das sind die stärksten bisher in normalen Galaxien gemessenen Magnetfelder.

Die Auswertung der edge-on Galaxie NGC 891 bei 8,35 GHz zeigte eine wesentlich ausgedehntere Radiokontinuumstrahlung in der Gesamtintensität und in linearer Polarisation im Vergleich zu früheren Messungen derselben Galaxie bei 10,55 GHz. Dies ist das Resultat der höheren Empfindlichkeit des neueren Empfängers. Die Magnetfeldorientierung auf der Hauptachse ist parallel zur Scheibe, aber in größeren Abständen von der Ebene treten auch zunehmend vertikale Magnetfeldkomponenten auf. Das globale Magnetfeld von NGC 891 zeigt eine X-förmige Konfiguration, ähnlich der in anderen edge-on Galaxien.

Neue Effelsberger 8,35 GHz Beobachtungen der nächstgelegenen edge-on Galaxie NGC 253 zeigen ausgedehnte Haloemission sowie vertikale Sporne (spurs) aus der Scheibe heraus. Da diese Galaxie eine sehr starke Zentralquelle besitzt, war ein "Cleanen" der Daten auch in linearer Polarisation unbedingt notwendig. Dazu ist die Entwicklung eines Algorithmus in Arbeit.

Die Untersuchung des anomalen magnetischen Spiralarms in der Spiralgalaxie NGC 3627 wurden fortgesetzt. Neue Messungen der CO-Emission mit dem OVRO-Interferometer sowie in der  $\text{H}\alpha$ -Linie zeigen starke Geschwindigkeitsgradienten in der Region, wo sich der Gas-Spiralarm und der magnetische Arm kreuzen. Das interstellare Medium ist hier stark gestört, und das reguläre Magnetfeld koppelt vom Gas ab. Die Ursache ist noch immer unverstanden.

Die Galaxien NGC 4236, NGC 4656 und IC 2574, die eine geringe Sternbildungsaktivität aufweisen ("LSB-Galaxien"), wurden mit dem Effelsberger Teleskop bei 4,85 und 1,4 GHz beobachtet. Der Synchrotron-Anteil der Radio-Flächenhelligkeit ist erheblich geringer als bei normalen Spiralgalaxien, vermutlich infolge schwächerer Magnetfelder, so dass die thermische Strahlung dominiert. Die Gesamtflüsse folgen trotzdem der Radio-Ferninfrarot-Korrelation.

VLA-Beobachtungen von IC 10, Prototyp der "blue compact" Galaxien (BCG), bei 8,45, 4,85 und 1,49 GHz deckten ein ausgedehntes reguläres Magnetfeld auf, das jedoch eine komplexe Struktur hat.

#### *Wechselwirkungen und Magnetfelder im Virgo-Galaxienhaufen*

Die zentralen  $10^\circ \times 10^\circ$  des Virgoaufens wurden mit dem Effelsberger Teleskop bei 1,4 GHz kartographiert. Dabei wurde ein Radiohalo um die zweitgrößte elliptische Galaxie M 86 gefunden. Diese unerwartete Entdeckung gibt Aufschluss über die Wechselwirkung zwischen M 86 und dem intergalaktischen Gas des Virgoaufens.

80 Galaxien des Virgoaufens wurden mit dem Effelsberger Teleskop bei den Frequenzen 4,85, 8,35 und 10,55 GHz beobachtet und ihre Radiospektren bestimmt. Die 6 größten Spiralgalaxien wurden bei den gleichen Frequenzen mit hoher Empfindlichkeit kartiert. In drei dieser Galaxien ist die Verteilung der polarisierten Strahlung stark asymmetrisch, ein Effekt der Kompression des Magnetfeldes infolge der Bewegung durch das intergalaktische

Gas. Polarisation erweist sich als ein hervorragender Indikator solcher Wechselwirkungen. In zwei der übrigen drei Galaxien wurden bipolare Ausflüsse entdeckt.

Der bipolare Ausfluss in NGC 4569 von 25 kpc Ausdehnung wurde genauer mit dem VLA bei 4,85 und 1,49 GHz untersucht. Ein System von magnetischen Schalen, teilweise mit scharfen, hoch polarisierten Kanten, wurde gefunden; ein Hinweis auf Stossfronten mit mehr als 10 kpc Ausdehnung.

Die Spiralgalaxie NGC 4522 im Virgohaufen ist H I-defizient, zeigt aber eine charakteristische H I-Gasverteilung: Der äußere Radius der Gasscheibe ist zweimal kleiner als der optische Radius, und ein Viertel der Gasmasse liegt ausserhalb der galaktischen Scheibe. Dies ist die Folge der schnellen Bewegung der Galaxie im heissen Haufengas ("ram pressure stripping"). Eine tiefe Beobachtung mit dem VLA in polarisierter Radiostrahlung bei 4,8 GHz führte auch hier zur Entdeckung der Kompressionszone, welche sich auf der gegenüberliegenden Seite des extraplanaren Gases befindet.

Tiefe H I-Beobachtungen mit dem VLA und dem Effelsberger Teleskop zusammen mit numerischen Simulationen führten zur Bestimmung und Datierung der Wechselwirkung der Spiralgalaxie NGC 4569 mit dem Virgohaufen.

#### *Katalog naher Galaxien*

Die neueste Kompilation von allen (451) bekannten nahen Galaxien innerhalb einer Entfernung von 10 Mpc enthält überwiegend Zwerggalaxien. 87% der Galaxien enthalten 14% der Leuchtkraft. Der Katalog liefert optische Positionen, Durchmesser und Helligkeiten, viele neue individuelle Entfernungen und den Gehalt an neutralem Wasserstoff. Abgeleitete Größen sind die Leuchtkraft, die Gesamtmasse und die H I-Masse.

#### *Dynamik des Lokalen Universums*

Ziel dieses laufenden Projekts ist die Bestimmung der pekuliären Bewegungen von Spiralgalaxien außerhalb von Galaxienhaufen im Hinblick auf Abweichungen vom gleichförmigen Hubble-Fluß innerhalb von 150 Mpc. Die Messungen der pekuliären Geschwindigkeiten basieren auf einer verallgemeinerten "Tully-Fisher"-Beziehung (TF) für edge-on Galaxien, und zwar zwischen der maximalen Rotationsgeschwindigkeit, dem linearen Durchmesser, der optischen Flächenhelligkeit und anderen globalen Parametern. Rotationsgeschwindigkeiten werden aus spektroskopischen Beobachtungen der 21 cm-Linie und der H $\alpha$ -Linie (6 m-SAO-Teleskop) gewonnen. Eine ausreichend große Stichprobe von TF-Entfernungen wird eine solide Basis für einen Test von aktuellen Theorien zum Ursprung kosmischer Bewegungen liefern.

#### *Radiogalaxien*

Die Radiogalaxie CGCG 049-033 hat einen langen einseitigen Jet, ähnlich wie 3C 273, vermutlich ist er *intrinsisch* einseitig und daher außergewöhnlich. Wir haben diese Galaxie mit dem 100-m-Teleskop bei 8,35 GHz beobachtet und hier zum ersten Mal polarisierte Strahlung nachgewiesen. Die Polarisation ist ausgedehnt und deutet auf ein Magnetfeld entlang des Jets, mit einer Orientierung senkrecht zur Jetrichtung hin.

*Personal:* R. Beck, E.M. Berkhuijsen, M. Dumke, A. Fletcher, E. Fürst, W. Huchtmeier, A. Jessner, B. Klein, M. Krause, D. Mitra, P. Müller, L. La Porta, P. Reich, W. Reich, B. Uyaniker, R. Wielebinski, M. Wolleben,

mit R.J. Dettmar, V. Heesen, S. Hüttemeister (Univ. Bochum), W. Becker, G. Kanbach (MPE Garching), C.H. Jaroschek, H. Lesch (LMU München), Ch. Fendt (AIP Potsdam), B. Vollmer (CDS Strassburg), M. Guélin, R. Zylka (IRAM Grenoble), C. Chyzy, J. Knapik, K. Otmianowska-Mazur, M. Soida, M. Urbanik (Univ. Krakow), A. Slowikowska (Astr. Cent. Torun), C. Balkowski, V. Cayatte (Obs. Paris), P. Englmaier (Univ. Basel), L. Verdes-Montenegro, D. Espada, A. del Olmo, J. Perea (IAA Granada), M. Ehle (ESA Villafranca), Z. Abidian, M. Kramer, P. Leahy, A. Lyne (Jodrell Bank), A. Shukurov, A. Snodin (Univ. Newcastle), D. Moss (Univ. Manchester), D. Sokoloff (Univ. Moskau), P. Frick, I. Mizyova, I. Patrickeyev (Perm), I.D. Karachentsev, A. Makarov, S.N. Mitronova

(Spec. Astrophys. Obs.), V.E. Karachentseva, Yu.N. Kudrya (Astron. Obs., Kiev Univ.), R. Kothes, T. Landecker (DRAO Penticton), B. Gaensler (CfA Cambridge), H. Roussel, G. Helou, S. Laine (Caltech Pasadena), J.A. Eilek, T.H. Hankins (IMT Socorro), A. Wolsczan (Penn State Univ.), J.C. Testori (IAR Villa Elisa), J. Harnett (UTS Univ. Sydney), J.L. Han, X.H. Sun, X. Zhang (Beijing Obs.), H. Zhang (Urumqi Obs.).

### 4.3 Aktive Galaktische Kerne (AGK), Kompakte Radioquellen und VLBI

#### *Beobachtungen kompakter Himmelsobjekte*

Der präzidierende Jet in dem Quasar NRAO 150 wird bei 86 GHz mit dem globalen mm-VLBI-Netzwerk seit 2001 beobachtet. Polarimetrische Messungen bei 8,4 GHz, 15 GHz, 22 GHz, und 43 GHz wurden mit dem VLBA alle drei bis vier Monate durchgeführt. Erste Ergebnisse zeigen überraschenderweise eine starke Richtungsabweichung (von mehr als  $120^\circ$ ) zwischen den Jets, die im Millimeter- und Zentimeter-Bereich sichtbar sind. Diese ungewöhnliche Krümmung ist anscheinend verursacht durch die in der zentralen halben Millibogensekunde (0,5 mas) bei 86 GHz und 43 GHz zu erkennende schnelle Drehung ( $10^\circ \text{ yr}^{-1}$ ). Diese Krümmung, zusammen mit den Gesamtflussdichtemessungen mit den Antennen in Pico Veleta, Metsähovi und dem Radioteleskop der Univ. Michigan, zeigen die deutlichste Präzession, die jemals in einem AGK gesehen wurde.

Studien junger Supernovaüberreste, insbesondere bei den Supernovae SN 1993j in M 81 und SN 2001gd in NGC 5033, wurden mit Hilfe radiointerferometrischer Methoden durchgeführt. Die Messung der linearen Größe dieser Objekte, zusammen mit der Breite der expandierenden Hülle und deren Änderungen mit der Zeit, erlaubt, die Abbremsung der Expansion zu bestimmen. Dadurch können weitere physikalische Eigenschaften der Supernova wie z.B. Magnetfeld, kinetische Energie, und der Abstand zur Supernova bestimmt. Das hilft, den Materieinhalt der Supernovaumgebung zu bestimmen und seine Interaktion mit den expandierenden Supernovaüberresten zu verfolgen.

Der bis zum Jahr 2000 als stark kurzzeitvariabel eingestufte Quasar 0917+624 befindet sich seither in einer Art Ruhezustand. Von 2001 bis 2003 wurde deshalb ein VLBI-Monitoring bei 5 GHz, 15 GHz und 22 GHz einschließlich Polarisationsmessungen durchgeführt, um zu überprüfen, ob das Ausbreiten von Kurzzeit-Variationen durch den Ausstoß einer neuen Kernkomponente ausgelöst wurde. Die Auswertungen laufen noch.

Das Modell der jährlichen Modulation des BL Lac-Objekts 0954+658, d.h. die mögliche Abhängigkeit der Variabilität von der Erdbewegung aufgrund der damit verbundenen Veränderung der Relativgeschwindigkeit zwischen Erde und Diffusionsschirm, wurde in mehreren Beobachtungen mit dem Radioteleskop Effelsberg während des vergangenen Jahres überprüft. Zum jetzigen Zeitpunkt der Auswertungen konnte es jedoch noch nicht eindeutig bestätigt werden.

Studien der Gravitationslinse B0218+357 mit Hilfe von Multifrequenz-VLBI-Messungen wurden fortgesetzt. Die "inverse Phasen-Referenz-Technik" wurde angewandt, um Karten bei 1,7 GHz, 2,3 GHz, 5 GHz, 8,4 GHz und 15 GHz zu erstellen. Ziel ist die Bestimmung der frequenzabhängigen Position und Struktur der Quelle. Deren Gradienten ermöglichen die Modellierung der lichtablenkenden Zwischenquelle und die Bestimmung des Verhältnisses in der Helligkeit zwischen beiden Bildern in B0218+357. Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass die Positionen der Helligkeitsmaxima in den Unterbildern dieses Systems sich nicht mehr als 2 mas zwischen 15 und 1,7 GHz unterscheiden.

#### *Beobachtungen großer Stichproben von AGK*

mm-VLBI Beobachtungen der 117 hellsten Quellen am Nordhimmel bei 86 GHz in den Monaten Oktober 2001, April 2002 und Oktober 2003 wurden analysiert. Ziel dieser Untersuchung ist die Kartierung von 50–70 Radioquellen, die bisher nicht bei dieser Frequenz gemessen wurden. Dadurch wird die Anzahl der mit 3 mm-VLBI kartierten Quellen um einen Faktor drei bis fünf wachsen. Die vorläufige Analyse zeigt, dass 80% der Quellen erfolgreich gemessen werden können.

Die Radio-Stichprobe "CJF" (Caltech-Jodrell Bank flat-spectrum sample) basiert auf interferometrischen Untersuchungen von 293 aktiven Galaxienkernen. Seit 1990 wurden kontinuierlich Beobachtungen dieser Quellen mit dem globalen VLBI-Netzwerk und dem VLBA bei einer Beobachtungsfrequenz von 5 GHz durchgeführt. Mit dem CJF steht eine in Quantität und Qualität einzigartige Datenbasis zur statistischen Untersuchung von Jet-Phänomenen im Radiobereich zur Verfügung. Vielfältige wissenschaftliche Fragestellungen können mit dieser Beobachtungsreihe adressiert werden. So kann nicht nur das Phänomen der scheinbar überlichtschnellen Bewegungen der Jetknoten in kernnahen Regionen der Flach-Spektrum-Quellen detailliert untersucht werden; auch das unterschiedliche Verhalten der Jetknoten in verschiedenen optischen Klassen (Radiogalaxien, Quasare, BL Lac-Objekte) kann aufgeschlüsselt werden. Letzteres ermöglicht eine Prüfung der Gültigkeit gängiger Vereinheitlichungstheorien. Die Arbeiten zu diesen Themen konnten 2004 weitgehend abgeschlossen werden. Eine Untersuchung möglicher Korrelationen zwischen morphologischen Änderungen im Radiobereich und Flussdichteausbrüchen in anderen Wellenlängenbereichen – so z.B. im Röntgen- und Gamma-Bereich – wurde durchgeführt. Die mögliche Verbindung zwischen den im Radiobereich beobachteten Eigenschaften und den Röntgeneigenschaften der von ROSAT detektierten CJF-Quellen wurde untersucht. Dabei scheint die Komplexität der äußeren Jetstruktur im Radiobereich mit ausschlaggebend zu sein für die Helligkeit des AGK im Röntgenbereich. Auch kosmologische Fragestellungen können mit dieser Stichprobe adressiert werden. So erlaubt beispielsweise die Verteilung der aus Invers-Compton Argumenten abgeleiteten Dopplernfaktoren eine Bestimmung der Hubble-Konstanten.

Die Beobachtungen einer großen Stichprobe von mehr als 200 aktiven galaktischen Kernen bei 2 cm Wellenlänge mit dem Very Long Baseline Array (VLBA) wurden fortgesetzt. Die erlangten Beobachtungsdaten erlauben ein besseres Verständnis der komplexen Kinematik und Magnetfeldstrukturen in extragalaktischen Jets nahe dem aktiven Kern als dies bei niedrigeren Frequenzen möglich ist. Die beobachtete Verteilung der Jet-Geschwindigkeiten ist nicht in Übereinstimmung mit Erwartungen aus einfachen ballistischen Modellen. Vielmehr beobachtet man häufig gekrümmte oder sogar nach innen gerichtete Trajektorien von Jet-Komponenten. Anscheinend sind nicht alle Jet-Flüsse hochrelativistisch, da in mehreren Fällen intrinsische Geschwindigkeiten wesentlich kleiner als die Lichtgeschwindigkeit abgeleitet werden.

Des Weiteren wurde eine Untersuchung der räumlichen Verteilung der 2 cm-Survey Radioquellen im All vorgenommen. Die statistisch vollständige Stichprobe (mit 133 Objekten) ist homogen im Weltall verteilt, laut einer zweidimensionalen Kolmogorov-Smirnov-Analyse. Im Gegensatz dazu deutet die  $V/V_{\max}$ -Analyse auf eine räumlich nicht gleichmäßige Verteilung mit einem 99,9% Vertrauensniveau hin. Signifikante positive Evolution wird bei niedrigen Rotverschiebungen ( $z < 0,5$ ) gefunden, und negative Evolution ist für  $z > 1,7$  zu messen. Es gibt Hinweise auf eine helligkeitsabhängige Evolution der Flachspektrumquasare.

Im Rahmen von Vereinheitlichungsmodellen aktiver Galaxienkerne wurde eine Stichprobe von 30 Seyfert-Galaxien untersucht. Ziel der Untersuchung war die Detektion von hochangeregtem Hydroxyl in Absorption bei einer Wellenlänge von 5 cm. Vereinheitlichungsmodelle für AGK postulieren die Existenz eines molekularen Torus, aber Durchmusterungen mehrerer hundert Quellen haben bisher überraschend niedrige Detektionsraten erbracht. Diese sind im Rahmen solcher Modelle schwer zu erklären. Die neuen Beobachtungen erlauben zu testen, ob diese niedrige Detektionsrate auf die Suche der falschen Übergänge zurückzuführen ist. In diesem Fall würde die Suche nach höherenergetischen Übergängen mehr Erfolg versprechen (Strahlungsanregungseffekte bei heller Hintergrundstrahlung).

Das Sample besteht aus Seyfert 2-Galaxien, die aufgrund bekannter, hoher Säulendichte aus Röntgendaten ( $> 10^{23} \text{ cm}^{-2}$ ) ausgesucht wurden. Berücksichtigt wurden letztendlich nur Galaxien mit einer 5 cm-Flussdichte über 100 mJy, um die Wahrscheinlichkeit einer Detektion zu erhöhen. Die Beobachtungen wurden in Effelsberg zwischen August und Dezember 2004 durchgeführt. Bis jetzt wurden 3 OH-Detektionen erfolgreich nachgewiesen.

Die endgültigen Ergebnisse werden es erlauben, Vereinheitlichungsmodelle zu testen, obere Grenzen auf molekularen Inhalt in den Galaxienkernen zu bestimmen und die physikalischen Parameter des absorbierenden Torus (z.B. seine Dichte und Temperatur) zu bestimmen. Des Weiteren wurden EVN-Beobachtungen der Seyfert-Galaxie Mrk 231 bei 6 cm durchgeführt. Die gewonnenen Messdaten werden die Position und Geschwindigkeit der Moleküle im zirkumnuklearen, rotierenden Torus dieser Quelle bestimmen, sowie ihre Gradienten räumlich auflösen.

Studien über das Übergewicht von kompakten Strukturen in der Population der schwachen Quellen im Radiohimmel wurden fortgesetzt. Zirka 992 Quellen aus der NRAO-FIRST-Durchmusterung wurden bei 1,4 GHz VLBI-Beobachtungen mit der Einzelbasislinie Effelsberg-Arecibo gemessen (je 1 Minute). Die Anwendung eines grossen Speichermodus (512 Mbps) macht es möglich, dass 1 mJy-Quellen mit kompakter Struktur detektiert werden. Zusätzliche 400 Quellen konnten auch durch Re-Korrelation um andere FIRST-Himmelspositionen innerhalb der Arecibo-Keule detektiert werden. Vorläufige Ergebnisse über eine am 22. März 2004 gemessene Submenge von 252 Quellen zeigen, dass ein Drittel der FIRST-Quellen eine detektierbare kompakte Struktur bei einer Auflösung von 6 mas aufweist, überraschenderweise nicht abhängig von der Flussdichte.

Wesentliche kosmologische Erkenntnisse wurden durch Beobachtungen der kosmischen Mikrowellen-Hintergrundstrahlung (CMB) gewonnen. Der "Cosmic Background Imager" in Chile misst die Fluktuationen dieser Strahlung auf kleinen Skalen. Es ist wichtig, die Vordergrund-Einzelquellen von der Hintergrundstrahlung zu unterscheiden. Das Radioteleskop Effelsberg nimmt an diesem Projekt teil. 6000 Quellen werden bei 2 Frequenzen beobachtet, um ihren Anteil am CMB abzuschätzen. Diese Analyse ist zu 60 % vervollständigt. Weitere Beobachtungen werden demnächst vorgenommen.

#### *Theoretische Studien von AGK*

Ein Modell für AGK mit einem binären Schwarzen Loch wurde entwickelt, um die optische Variabilität, Kinematik und Emission des kompakten relativistischen Radiojets zu beschreiben. Die Anwendung dieses Modells auf 3C 345 kann die beobachtete Änderungen im Radio- und optischen Bereich erklären. Dieses Doppelsystem kann durch zwei gleichschwere Schwarze Löcher mit Massen von  $7,1 \cdot 10^8 M_{\odot}$ , bei einem Abstand von 0,33 parsec und einer Umlaufperiode von 480 Jahren beschrieben werden. Die orbitale Bewegung führt zu einer Präzession der Akkretionsscheibe um das primäre Schwarze Loch mit einer Periode von 2570 Jahren. Das Jetplasma kann man durch einen magnetisierten, relativistischen Leitstrahl von Elektronen und Positronen beschreiben. Die Bildung von Störungen von Alfvén-Wellen, die orbitale Bewegung des Binärsystems und die Präzession der Akkretionsscheibe können die Flussdichtevervariabilität ebenso wie die Evolution der Radiostruktur erklären.

Hydrodynamische dreidimensionale Simulationen des relativistischen Jets in 3C 273 wurden durchgeführt, um den Einfluss von Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten und linearen Störungen zu vergleichen. Diese Studie erlaubt, die Grenzen der analytischen und numerischen Modellierung von relativistischen Jets besser zu bestimmen und fixiert die räumlichen und zeitlichen Skalen für Kelvin-Helmholtz-Instabilitätsstudien.

Die Beziehung zwischen supermassiven, binären Schwarzen Löchern und der Evolution von AGK wurde untersucht. Die dynamische Evolution eines binären Schwarzen Lochs spielt eine wesentliche Rolle in den beobachteten Eigenschaften. So kann man die verschiedenen Kategorien von AGK diesen Zuständen zuordnen: 1) früherer Merger, 2) weites Paar, 3) nahes Paar, und 4) Vor-Koaleszenz. Die aus den Jets abgeleiteten Zeitskalen können mit den hohen Akkretionsraten, die aus den binären Systemen zu berechnen sind, durch diese vier Zustände erklärt werden.

Die Möglichkeit einer gravitationellen Rotverschiebung bei AGK wurde untersucht. Flussdichteveränderungen könnten auf einen Effekt der allgemeinen Relativitätstheorie zurückzuführen sein, und die potentielle radioastronomische Detektion dieses Effektes wurde studiert.

### *Untersuchungen des neutralen Wasserstoffs*

Die neueste Kompilation von allen 451 bekannten nahen Galaxien innerhalb einer Entfernung von 10 Mpc enthält überwiegend Zwerggalaxien. 87% der Galaxien enthalten 14% der Leuchtkraft. Der Katalog liefert optische Positionen, Durchmesser und Helligkeiten, viele neue individuelle Entfernungen und den Gehalt an neutralem Wasserstoff. Abgeleitete Größen sind die Leuchtkraft, die Gesamtmasse und die H I-Masse.

Hochauflösende H I-Beobachtungen mit dem VLA wurden mit sehr empfindlichen Beobachtungen des 100-m Radioteleskopes kombiniert, um die ausgedehnte Komponente des Gases zu lokalisieren. In Modellrechnungen wurden Effekte wie "ram pressure stripping" und Gezeitenkräfte benachbarter Galaxien zugelassen und modelliert, um die beobachteten Linienprofile zu simulieren. Bisher wurden NGC 4254, NGC 4388, NGC 4569 untersucht.

Pekuliären Bewegungen von Spiralgalaxien außerhalb von Galaxienhaufen, also Abweichungen vom gleichförmigen Hubble-Fluß innerhalb von 150 Mpc, wurden untersucht. Die Messungen der pekuliären Geschwindigkeiten basieren auf einer verallgemeinerten "Tully-Fisher" Beziehung (TF) für "dünne", von der Seite (edge-on) gesehene Galaxien, zwischen der maximalen Rotationsgeschwindigkeit, dem linearen Durchmesser, der Flächenhelligkeit und anderen globalen Parametern. Rotationsgeschwindigkeiten werden aus spektroskopischen Beobachtungen der 21 cm-Linie und der H $\alpha$ -Linie (6 m-Teleskop SAO) gewonnen. Eine ausreichend große Stichprobe von TF-Entfernungen soll eine solide Basis liefern für einen Test von modernen Theorien zum Ursprung kosmischer Bewegungen.

### *Beobachtungen jenseits des Radiowellenbereiches*

Im Rahmen der 2 cm-VLBA-Survey Studien wurden auch optische spektroskopische Beobachtungen durchgeführt. Ziel dieser Beobachtungen war die Untersuchung der Beziehung zwischen den Jets auf Parsec-Skala im Radiobereich, der zentralen Maschine des AGK und deren unmittelbaren Umgebungen. Optische Spektren von zirka 100 hellen AGK ( $m < 18$ ) wurden mit 2 m-Teleskopen in Cananea und San Pedro Mártir (Mexiko) gemessen. Die Massen von 24 zentralen AGN-Maschinen aus dieser Stichprobe konnten abgeschätzt werden und weitere Eigenschaften der Quellen abgeleitet aus dem Profil der H II-Linie konnten mit den Eigenschaften im Radiobereich verglichen werden.

Im Rahmen einer laufenden Langzeit-Beobachtungskampagne der Quelle 0235+164 mit Teilnahme der WEBT-Kollaboration (Whole Earth Blazar Telescope), dem Röntgenteleskop XMM-Newton und dem Effelsberger 100 m-Teleskop wurden die ersten beiden Epochen im Januar und August 2004 beobachtet. Das Ziel ist hier, die Lang- und Kurzzeitvariabilität dieser Quelle im gesamten Bereich des elektromagnetischen Spektrums zu untersuchen.

Neue Röntgendaten von NGC 1052, aufgenommen mit den europäischen Satelliten XMM-Newton und BeppoSax, zeigen außergewöhnlich starke Röntgenemission aus dem Zentralgebiet der Galaxie innerhalb eines relativ breiten Energiebereichs zwischen 4 keV und 8 keV. Die genaue spektrale Analyse zeigt, dass es sich hierbei um eine so genannte relativistische Eisenlinie handelt. Eine deutliche Veränderung, vor allem im "roten" (d.h. niederenergetischen) Teil der Linie, zeigt eine starke strukturelle Veränderung in der inneren Akkretionsscheibe an: die Signatur eines Akkretionsprozesses. Parallel vorgenommene VLBI Beobachtungen der Quelle zwischen 1999 und 2002 zeigen einen damit assoziierten Ausstoß relativistischen Plasmas in den Radiojet. Man hat damit erstmals einen jet-erzeugenden Vorgang in einem aktiven galaktischen Kern beobachtet.

Ein Projekt, das die Geschwindigkeitsverteilung von Röntgen-Binärsystemen (X-Ray Binaries, XRB) im galaktischen Gravitationspotential im Vergleich zu Einzelpulsaren untersucht, wurde begonnen. Die XRB sind am unteren Ende der Geschwindigkeitsverteilung, da sie nach der Supernova-Explosion gebunden geblieben sind. Sowohl Neutronensterne als auch die XRB mit Schwarzen Löchern wurden in der gerade begonnenen Langzeitstudie berücksichtigt. Die Neutronenstern-XRB sollten größere Geschwindigkeiten zeigen.

Erste Beobachtungen wurden 2003 durchgeführt und die erste Analyse der astrometrischen Ergebnisse wurde 2004 fertig gestellt. Bilder der Quelle LS I 61.303 mit 24 Stunden Zeitabstand zueinander zeigen die Evolution der Struktur der Quelle.

Aufbauend auf das analytische Modell für Radiostrahlung aus kosmischen Luftschauern wurde eine Monte Carlo-Simulationssoftware entwickelt. Mittels dieser Simulationssoftware kann Radioemission aus kosmischen Luftschauern nun mit wesentlich höherer Genauigkeit als zuvor berechnet werden. Die Ergebnisse der Simulationen sind mit den analytischen Resultaten konsistent. Eine Untersuchung der Zusammenhänge zwischen Luftschauber- und Beobachterparametern einerseits und den Eigenschaften der emittierten Radiostrahlung andererseits offenbarte wichtige systematische Abhängigkeiten. Als ein Hauptergebnis dieser Arbeit wurden diese Abhängigkeiten in einer analytischen Parametrisierung zusammengefasst, die als Grundlage für den Vergleich mit experimentellen Daten (z.B. des LOPES-Experiments) und der Planung zukünftiger Experimente ein besonders nützliches Werkzeug darstellt.

*Personal:* I. Agudo Rodríguez, W. Alef, T. Arshakian, E. Angelakis, U. Bach, S. Britzen, S. Bernhart, L. Fuhrmann, K.E. Gabányi, D.A. Graham, A. Horneffer, W. Huchtmeier, T. Huege, V. Impellizzeri, M. Kadler, J. Klare, T.P. Krichbaum, E. Koerding, S.S. Lee, A.P. Lobanov, E. Middelberg, R. Mittal, A. Pagels, A.G. Polatidis, R.W. Porcas, A. Roy, E. Ros Ibarra, B.W. Sohn, A. Witzel, J.A. Zensus  
mit

W. Kollatschny (Univ. Göttingen), S.E. Wagner (Landessternwarte Heidelberg), A. Eckart, M. Krips, R. Schödel (Univ. Köln), O. Wucknitz (Univ. Potsdam), A. Alberdi, D. Espada, M.A. Guerrero, J.L. Gómez, M.A. Pérez-Torres, S. Leon, L. Verdes-Montenegro (IAA, Spanien), H. Aller, M. Aller (Univ. Michigan, USA), S. Antón, M. Marcha (Lisbon Obs., Portugal), U. Bach (Univ. Torino, Italien), A. Biggs (JIVE, Niederlande), M. Bondi (IRA/CNR, Italien), R. Booth, J. Conway (Onsala, Schweden), M. Bremer, A. Greve, M. Grewing, R. Lucas, C. Thum, H. Ungerechts, H. Wiesmeyer (IRAM), I.W.A. Browne, S.T. Garrington (Jodrell Bank, Grossbritannien), R. Bustos, R. Reeves (Univ. Concepción, Chile), V. Chavusyan (INAOE, Mexiko), M.H. Cohen, T.J. Pearson, A.C.S. Readhead (CalTech, USA), F. Colomer, J.F. Desmurs (Obs. Astronómico Nacional, Spanien), J. Braatz, V. Dhawan, K.I. Kellermann, Y.Y. Kovalev, J. Ulvestad (NRAO, USA), S. Doeleman (MIT Haystack, USA), H. Falcke, R. Strom, R.C. Vermeulen (ASTRON, Niederlande), L. Fuhrmann, G. Tosti (Univ. Perugia, Italien), T. Gosh (Arecibo Obs., Puerto Rico), J.C. Guirado, J.M. Marcaide (Univ. Valencia, Spanien), Gopal-Krishna (GMRT, Indien), E. Harlaftis (Athens National Obs., Griechenland), D.C. Homan (Denison Univ., USA), S. Jorstad (Univ. Boston, USA), I.K. Karachentsev (SAO, Russland), V.E. Karachentseva, Yu.N. Kudrya (Univ. Kiev, Ukraine), H.R. Kloeckner (Groningen, Niederlande), L. Lara (Univ. Granada, Spanien), H. Lehto, L. Takalo (Tuorla, Finland), M.I. Lister (Purdue Univ., USA), P. Lundqvist (Stockholm Obs., Schweden), D.J. Makarov, S.N. Mitronova (SAO, Russland), A. Marscher (Boston Univ.), A. Mujunen, H. Teräsranta, M. Tornikoski, K. Wiik (Metsähovi, Finnland), S.J. Qian (Peking Obs., China), C. Raiteri, M. Villata (Univ. Torino, Italien), A. Rogers (MIT Haystack Obs., USA), J. Roland (Obs. Paris, Frankreich), I.I. Shapiro (Harvard-CfA, USA), B.W. Sohn (Korea Astron. Obs.), C.J. Stockdale, K.W. Weiler (NRL, USA), B. Vollmer (CDS, Frankreich).

#### 4.4 Infrarot–Astronomie, Theorie

##### *Junge Sterne*

Mit dem 6 m-SAO-Teleskop in Rußland wurden hochaufgelöste Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen von mehreren jungen stellaren Objekten mit Ausströmungen bei nahinfraroten Wellenlängen durchgeführt. Unsere Speckle-Rekonstruktionen des massiven Protosterns IRAS 23151+5912 zeigen eine Fülle neuer Details im Nebel östlich des Sterns in bisher unerreichter Auflösung. Ein detaillierter Vergleich unseres im nah-infraroten *K*-Band gewonnenen Bildes mit Radiobeobachtungen der mm- und CO-Emission zeigt, dass

der Nebel sehr gut mit dem Maximum der blauverschobenen CO-Emission der molekularen Ausströmung übereinstimmt. Im Nebel konnten zahlreiche bogenförmige Strukturen entdeckt werden, deren Struktur Bugschockwellen ähnelt. Interessanterweise ist der hellste dieser Bögen aber nicht von der Ausflussquelle weggerichtet, wie das bei Bugschockwellen vieler Jets zu sehen ist, sondern scheint zur Quelle hin orientiert zu sein. Mit numerischen Simulationen zeitlich variabler präzedierender Jets konnte die Struktur des Nebels reproduziert werden. Sehr wahrscheinlich hat die Wirkung des präzedierenden Jets auf die zirkumstellare Materie hier einen mit der Spitze zur Ausflussquelle hin orientierten Konus erzeugt.

Mit den interferometrischen Instrumenten MIDI und AMBER am Very Large Telescope-Interferometer (VLTI) der ESO wurden zahlreiche Beobachtungen junger Sterne im nahen und mittleren Infrarot-Band durchgeführt. Erste Ergebnisse lieferten unter anderem neue Einblicke in die Struktur der zirkumstellaren Materie um Herbig Ae/Be Sterne. Weitere MIDI-Beobachtungen der zirkumstellaren Scheiben um Herbig Ae/Be Sterne zeigten interessante Variationen der chemischen Zusammensetzung der Materie in den innersten Bereichen (1–2 AU) der zirkumstellaren Scheiben gegenüber weiter außen liegenden Bereichen der Scheibe. Diese Ergebnisse sind für das Verständnis der Entstehung von Planeten von großer Bedeutung.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt auf dem Gebiet der jungen Sterne war die Untersuchung der Röntgenemission der Sterne im Orion-Nebel im Rahmen des "Chandra Orion Ultradeep Project", einer internationalen Kooperation von 37 Wissenschaftlern. Basis dieses Projektes ist die tiefste Beobachtung (10 Tage Integrationszeit), die jemals auf dem Gebiet der stellaren Röntgenastronomie durchgeführt wurde. In den dabei gewonnenen Daten konnten mehr als 1600 individuelle Röntgenquellen im Orion-Nebel entdeckt werden. Diese Daten erlauben vollkommen neue Einblicke z.B. in die Frage nach dem Ursprung der starken Röntgenstrahlung der T Tauri-Sterne. Durch die sehr hohe Sensitivität der Röntgendaten konnte von mehr als 97% aller optisch sichtbaren Sterne im Orion-Nebel Röntgenemission nachgewiesen werden. Dies ermöglicht eine statistische Analyse auf Grundlage von sehr großen und praktisch vollständigen Stichproben.

#### *Sterne in späten Entwicklungsphasen*

Im Jahr 2004 wurden einerseits Speckle-Interferometrie-Messungen von entwickelten Sternen analysiert, die 2003 mit dem 6 m-SAO-Teleskop mit beugungstheoretischer Auflösung bei nahinfraroten Wellenlängen durchgeführt wurden. Zum anderen wurden entwickelte Sterne mit dem MIDI- und dem AMBER-Interferometrie-Instrument des VLTI untersucht.

Erneute speckle-interferometrische  $K'$ -Band-Messungen des sauerstoffreichen OH/IR-Sterns OH 104.9+2.4, dessen Staubhülle von unserer Gruppe bereits im Vorjahr aufgelöst wurde, ermöglichten eine deutlich verbesserte Strahlungstransportmodellierung gegenüber dem ursprünglichen, nur auf Daten einer Epoche beruhenden Modell. Es konnten nunmehr auch zeitabhängige Effekte, die bei variablen Sternen wie OH 104.9+2.4 eine wichtige Rolle spielen, in der Modellierung berücksichtigt werden. Unserem verbesserten Modell zufolge geht mit der Variabilität des Zentralsterns eine Verschiebung des Innenrandes der zirkumstellaren Staubhülle von 8,3 Sternradien im Minimum des Pulsationszyklus auf 17,5 Sternradien im Maximum des Pulsationszyklus einher. Gleichzeitig nimmt die optische Tiefe bei  $2,2 \mu\text{m}$  von  $\tau_{2,2\mu\text{m}} = 8,5$  bei  $\phi = 0,5$  auf  $\tau_{2,2\mu\text{m}} = 3,5$  bei  $\phi = 0,0$  ab, während die Massenverlustrate von  $\dot{M} = 3,1 \cdot 10^{-5} M_{\odot}\text{yr}^{-1}$  auf  $\dot{M} = 5,7 \cdot 10^{-5} M_{\odot}\text{yr}^{-1}$  ansteigt.

Ein weiterer wichtiger Schwerpunkt der Arbeit unserer 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  $13 \mu\text{m}$  operiert und seit Mitte 2003 in regulärem Betrieb arbeitet. Aufgrund spektraler Dispersion des interferometrischen Signals mittels Prisma bzw. Gitter liefert MIDI als Observable neben

dem Spektrum zwischen 8 und 13  $\mu\text{m}$  die Visibility als Funktion der Wellenlänge in diesem Wellenlängenbereich und damit letztlich die Wellenlängenabhängigkeit des scheinbaren Durchmessers eines Objektes. Im Jahr 2004 hat unsere Gruppe eine Reihe von entwickelten Sternen mit VLTI/MIDI untersucht, darunter die Mira Sterne RX Pup, RU Sco, RT Sco und RR Sco.

Wie unserer Analyse der MIDI-Daten des Mira-Sterns RR Sco zeigt, eignet sich der von MIDI abgedeckte Wellenlängenbereich in hervorragender Weise, um sowohl die physikalischen Eigenschaften zirkumstellarer Staubhüllen als auch der sogenannten warmen Molekülschichten entwickelter Sterne zu untersuchen, die sich im Abstand von typischerweise einigen Sternradien vom Zentralstern befinden. Für RR Sco konnte basierend auf der Analyse von 7 Visibility-Messungen mit MIDI bei projizierten Basislinien zwischen 73 und 102 Metern sowie zusätzlichen *K*-Band-Messungen mit dem ESO-Commissioning-Instrument VINCI bei einer Basislinie von 16 Metern ein Modell entwickelt werden. Demzufolge ist RR Sco bis zu einem Abstand von etwa 2,3 Sternradien von optisch dicken Molekülschichten bestehend aus  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{SiO}$  mit einer charakteristischen Temperatur von 1400 Kelvin umgeben, an die sich im Abstand von 7 – 8 Sternradien eine optisch dünne zirkumstellare Staubhülle bestehend aus Silikaten und  $\text{Al}_2\text{O}_3$  anschließt. Im Rahmen dieses Modells kann neben dem mit VINCI gemessenen scheinbaren Durchmesser von etwa 10,5 Millibogensekunden im *K*-Band insbesondere die mit MIDI gemessene Wellenlängenabhängigkeit des scheinbaren Durchmessers von RR Sco zwischen 8 und 13  $\mu\text{m}$  Wellenlänge unmittelbar erklärt werden. Der nahezu wellenlängenunabhängige Durchmesser von 18 mas zwischen 8 und 10  $\mu\text{m}$  ist auf die optisch dicke Molekülschicht zurückzuführen, während der gemessene Anstieg des scheinbaren Durchmessers von RR Sco von 18 mas bei einer Wellenlänge von 10  $\mu\text{m}$  auf 24 mas bei einer Wellenlänge von 13  $\mu\text{m}$  aus der Anwesenheit der zirkumstellaren Staubhülle resultiert.

#### *Aktive Galaktische Kerne (AGK)*

Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Untersuchungen des Kerns der Seyfert 2-Galaxie NGC 1068 zeigen im *H*- und *K*-Band eine sehr kompakte Struktur mit einer Ausdehnung von  $18 \times 39$  mas (entsprechend  $1,3 \times 2,8$  pc). Der Fluß dieses Kerns bei 2,2  $\mu\text{m}$  beträgt etwa 0,35 Jy. Weiterhin sind ausgedehnte Strukturen in nördlicher Richtung bis 400 mas vom Kern aus in den *K*-Band-Messungen erkennbar. Diese entsprechen den inneren Emissionslinien-Regionen in optischen Aufnahmen und weisen auf eine Wechselwirkung des Radio-Jets mit dem interstellaren Medium hin. Die Emission des kompakten Kerns stammt mit großer Wahrscheinlichkeit von der heißen Innenseite eines zirkumnuklearen Staubtorus, die gleichzeitig die Wand eines Ausflusskanals bildet. Im Nahinfraroten tragen sowohl gestreutes Licht des zentralen AGK als auch thermische Emission des Staubs zur gesamten Emission bei.

Erste interferometrische Messungen von NGC 1068 mit langen Basislinien (45,8 m) am VLTI im Nahinfrarot mit einer Auflösung  $\lambda/B \sim 10$  mas ergaben eine quadrierte Visibility von 0,16. Die Kombination mit Speckle-Messungen legt eine klumpige Struktur des Torus nahe, bei der Substrukturen kleiner als 5 mas in der  $18 \times 39$  mas-Komponente der Speckle-Beobachtungen enthalten sind.

Die Interpretation der hochaufgelösten IR-Beobachtungen von NGC 1068 und von leuchtkräftigen aktiven Kernen im allgemeinen geht von einer torusartigen Struktur der zirkumnuklearen Staubverteilung aus. Der Torus wird als ein Ensemble von selbstgravitierenden Staubwolken angesehen. Die Verteilung der Wolken ergibt sich durch Wolken-Wolken Wechselwirkungen und bildet ein dynamisches System, das ein Gleichgewicht erreichen kann, in dem die geometrische Dicke des Torus durch Materietransport zum Kern hin aufrechterhalten wird.

Diese Modell bildet die Grundlage für Simulationen des Strahlungstransports in klumpigen Staubtori. Basierend auf der Simulation einzelner Wolken wird die Emission des Torus durch einen statistischen Ansatz ermittelt. Die Modellierung der hochaufgelösten

IR-Messungen wird einen Rückschluss auf die physikalischen Prozesse in der Umgebung des AGN erlauben.

#### *Das AMBER-Interferometrie-Instrument des VLT*

Das VLTI/AMBER-Instrument wurde von einem Konsortium gebaut, das aus Gruppen der Univ. Nizza und Grenoble, des Arcetri-Observatoriums und des MPIfR besteht. AMBER ist ein Phase-Closure-Instrument, das mit 3 Teleskopen im Nahinfrarot (*J*-, *H*- und *K*-Band) arbeitet und mit dem bei einer Wellenlänge von  $1\ \mu\text{m}$  und einer Basislinie von bis zu 200 Metern eine Winkelaufösung von einer Millibogensekunde erzielt werden kann. Die Glasfaseroptik des AMBER-Instruments erlaubt die präzise Messung von Visibilities und Closure Phases. Die spektral dispergierten Interferogramme ermöglichen darüberhinaus die differentielle Messung von Visibilities bei verschiedenen Wellenlängen.

Im Frühjahr 2004 wurde das AMBER-Instrument erfolgreich am VLTI auf dem Cerro Paranal in Chile installiert. Nach ersten technischen Tests konnten im März 2004 erstmalig Fringes im *K*-Band aufgezeichnet werden. Zunächst im Mai und dann noch einmal im Oktober und Dezember 2004 wurden mit AMBER erfolgreich Commissioning-Läufe mit den Testsiderostaten und den 8,2 m-Teleskopen durchgeführt. Ende Mai gelang dabei erstmalig die Aufzeichnung von *K*-Band-Fringes im 3-Teleskopmodus. Außerdem konnten 2004 erstmals Daten im Rahmen des Science Demonstration Time (SDT) Programms und des Guaranteed Time Observations (GTO) Programms sowohl von jungen Sternen (u.a. Herbig Ae/Be-Sternen) als auch von Sternen in späten Entwicklungsphasen (u.a. Mira-Sterne und  $\eta$  Car) aufgenommen werden. Ebenfalls in 2004 wurde von verschiedenen Gruppen, darunter auch der des MPIfR, an Software zur Reduktion und Auswertung der AMBER-Daten gearbeitet, so dass das AMBER-Projekt zum Jahresende hin in die Phase der wissenschaftlichen Analyse der im Rahmen von SDT und GTO gewonnenen Daten eintreten konnte.

#### *Das LINC-NIRVANA-Interferometrie-Instrument des LBT*

Ein weiterer IR-Interferometrie-Schwerpunkt in unserer 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 zeichnet sich u.a. durch ein großes Bildfeld ( $\approx 10''$ ), eine hohe Sensitivität (Grenzhelligkeit im *K*-Band  $m_K > 26$ ) 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.

Unsere Gruppe steuert für LINC-NIRVANA sowohl den im nahinfraroten Spektralbereich operierenden Fringe-Tracker-Detektor als auch die wissenschaftliche Datenreduktionssoftware bei. Den Schwerpunkt der Aktivitäten unserer Gruppe in Bezug auf LINC-NIRVANA bildeten dabei im Jahre 2004 zum einen der Entwurf des endgültigen Designs des Fringe-Tracker-Detektors und die Konzeption des Software-Frameworks für die Datenreduktionssoftware. Zum anderen wurden umfangreiche Computer- und Laborsimulationen durchgeführt, um sowohl bestehende Bildrekonstruktionsalgorithmen auf ihre Eignung für die Verarbeitung von LINC-NIRVANA-Rohdaten zu testen als auch neuartige problem-angepasste Algorithmen für LINC-NIRVANA zu entwickeln.

#### *Hochenergiephysik und aktive Galaxienkerne*

Die Arbeit der Theorie-Gruppe hat sich konzentriert auf Kosmische Strahlung, Aktive Galaktische Kerne und Kosmologie; sie wird beispielhaft in drei Punkten dargestellt:

1) Radiogalaxien beschleunigen Atomkerne, und produzieren Leptonen, die die Radio-Emission ergeben durch  $p\text{-}\gamma$  und  $p\text{-}p$  Wechselwirkungen. Das ist bestimmbar durch das Abschneiden am unteren Ende der Energieverteilung der Leptonen, was wiederum direkt beobachtbar wird in der Radioemission. Wir sagen das Verhalten der mm- und Radio-Spektren voraus für die kompakten Komponenten in AGK. Bei der Leptonenproduktion werden auch geladene Pionen erzeugt, die zerfallen und dabei Neutrinos ergeben. Wir sagen den Neutrino-Hintergrund voraus, wobei wir zum ersten Mal auch die Abhängigkeit der Maximalenergie der hadronischen Teilchen von der Leuchtkraft einbeziehen.

2) Wir erforschen die Konsequenzen der These, daß alle zentralen Aktivitäten in AGK durch die Verschmelzung von Galaxien ausgelöst werden, mit der in der Regel notwendigerweise folgende Verschmelzung der beiden zentralen Schwarzen Löcher. Im allgemeinen werden die beiden Eigenspins der Schwarzen Löcher und die Bahnspinachse nicht übereinstimmen, und dadurch ergibt sich ein Drehen der Spinachse. Dieses Konzept ist prüfbar durch Beobachtungen von Radiogalaxien gerade vor einer Verschmelzung, und erklärt so die Z-Morphologie einiger bekannter Radiogalaxien.

3) Die Akkretion von Materie auf sich drehende Schwarze Löcher kann zu einer scheinbaren Effizienz von nahezu 100 Prozent führen, wenn man sowohl den Energiestrom entlang des Jets als auch die elektromagnetische Strahlung der Scheibe berücksichtigt. Das tritt gerade dann auf, wenn zusätzlich zur gravitativen Energie der einfallenden Materie auch die Rotationsenergie des Schwarzen Lochs angezapft wird. Das führt zu einer Verminderung des Spins des Schwarzen Lochs. Daraus resultiert wiederum eine Temperaturerniedrigung am inneren Rand der Scheibe, im Bereich des Ringes unter dem Jet. Falls der Spin hinreichend verringert wird, hört die Pionerzeugung aus thermischen Kollisionen von Atomkernen auf, und verringert so die Quellen der sekundären Leptonen.

*Personal:* L. Ancu, M. Berger, P. Biermann, G. Bisnovatyi-Kogan, S. Casanova, S. Chita, C. Condeescu, V. Curtef, A. Curutiu, I. Dutan, T. Driebe, M. Eberhardt, S. Gong, S. Ghosh, K.-H. Hofmann, C. Karow, T. Kellmann, T. Kneiske, G. Krishna, H. Lee, I. Maris, S. Markoff, A. Meli, S. Moiseenko, F. Munyaneza, K. Ohnaka, T. Preibisch, D. Riechers, R. Roman, D. Schertl, K. Smith, O. Tascau, F. Tabatabaei, V. Tudose, R. Ulrich, G. Weigelt, mit U. Klein (Univ. Bonn), J. Becker, W. Rhode (Univ. Dortmund), W. Duschl, M. Scholz (Univ. Heidelberg), T. Herbst, M. Kürster, H.-W. Rix, T. Henning (MPIA Heidelberg), G. Schäfer (Univ. Jena), H. Blümer, R. Engel (FZ Karlsruhe), A. Eckart, T. Bertram, C. Straubmeier (Univ. Köln), A. Richichi, G. Pugliese (ESO, München), T. Enßlin (MPA, München), H. Zinnecker (AIP, Potsdam), K.-H. Kampert (Univ. Wuppertal), T. Kneiske, K. Mannheim (Univ. Würzburg), Y. Balega, I. Balega (SAO, Nizhnij Arkhyz), A. Men'shchikov (Univ. Halifax), D. Mourard, O. Chesneau, P. Stee, F. Vakili (CERGA, Grasse), R. Petrov (Univ. Nizza), F. Malbet, D. Fraix-Burnet (Univ. Grenoble), L. Testi, A. Marconi (Arcetri), R. Foy (Univ. Lyon), P. Mathias (Univ. Nice), P. Stee (OCA), R. Waters, V. Tudose (Univ. Amsterdam), B. Yudin (Sternberg Institut, Moskau), R. Ragazzoni (Arcetri), G. Herbig (Univ. Hawaii), E. Feigelson (Penn State), E.-J. Ahn (Univ. Chicago), G. Bisnovatyi-Kogan, S. Moiseenko (SRI, Moskau), D. Bosanac (Univ. Zagreb), A. Donea (Monash Univ. in Melbourne), H. Falcke, C. Galea (Nijmegen), L. Gergely (Univ. Szeged), D. Hasegan, M. Rusu, M. Stavinschi, S. Stoica, A. Vasile (Bukarest), H. Kang (Pusan Nat. Univ.), M. Kaufman, G. Romero (Univ. La Plata), G. Krishna (NCRA, Pune), P. Kronberg (Univ. Toronto), N. Langer (Univ. Utrecht), G. Medina-Tanco (Univ. Sao Paolo), B. Nath (Raman Res. Inst., Bangalore), K. Petrovay (Univ. Budapest), R. Protheroe (Univ. Adelaide), R. Roman (Observatory, Cluj-Napoca), D. Ryu (Nat. Univ., Daejeon), N. Sanchez, Hector de Vega, G. Sigl (Paris), E.-S. Seo, R. Sina (Univ. Maryland), T. Stanev (Bartol Res. Inst., Newark), S. Ter-Antonyan (Univ. Erewan), Y. Wang (Purple Mountain Obs.), S. Westerhoff (Columbia Univ., New York), P.J. Wiita (Univ. Georgia).

## 5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

### 5.1 Diplomarbeiten

#### *Abgeschlossen:*

Ancu, L.: The cosmic contributions to cosmic rays from radio galaxies. Bukarest 2004.

Berger, M.: Strahlungstransportmodellierung von LP And: ein Kohlenstoffstern mit zirkumstellarer Staubhülle. Bonn 2004.

Brüns, C.: The dynamical evolution of the Large Magellanic Cloud. Bonn 2004.

Chita, S.: The heating of clusters of galaxies by particles and waves from intermittent jets

of radio galaxies. Bukarest 2004.

Condeescu, C.: The cosmic evolution of gamma ray bursts and their cosmic ray contribution. Bukarest 2004.

Curtev, V.: The forcing of regular magnetic fields in the Galaxy through sheet currents. Cluj 2004.

Dutan, I.: Jets driven by accretion onto Kerr black holes. Bukarest 2004.

Eberhardt, M.: Infrarot-Interferometrie von Mirasternen: Die Phasenabhängigkeit des Durchmessers und der Effektivtemperatur von  $\alpha$  Ceti. Bonn 2004.

Karow, C.: Infrarot-Interferometrie halb- und unregelmäßiger veränderlicher Sterne mit dem VLTI/VINCI Instrument. Bonn 2004.

Nowag, J.: Finite Elemente Analyse eines Satellitenmoduls im Vibrationsspektrum der Ariane V. Köln 2004.

Riechers, D.: Speckle-Interferometrie und Strahlungstransportmodellierung von Sternen in späten Entwicklungsstadien: Der OH/IR-Stern OH 104.9+2.4. Bonn 2004.

Sauer, P.: Konstruktion, Analyse und Umsetzung einer bewegten Trageinheit für Optikeinheiten des Radioteleskops APEX für das Max-Planck-Institut für Radioastronomie. Bonn 2004.

#### *Laufend:*

Becker, J.: The neutrino emission from the cosmic population of radio galaxies.

Caramete, L.: The magnetic field topology in magnetic galactic winds.

Hieret, C.: Absorption Line Studies along the Line of Sight towards Sgr B2(M).

Isar, P.-G.: The radio emission from cosmic ray airshowers.

Pavalas, G.: Energetics and Structure of AGN Jets.

Popescu, A.: Abundances in cosmic rays.

Reuen, L.: Interstellare Molekülwolken.

Roman, S.: The cosmic ray contribution from cosmologically local black holes.

Roselt, B.: Water megamasers in the accretion disk of NGC 4258.

Tudose, V.: Anisotropic jets in blazars and GRBs.

Vasile, A.: Diffusion model for cosmic ray interaction.

## 5.2 Dissertationen

#### *Abgeschlossen:*

Bach, U.: VLBI observations of two prototypical AGN: the BL Lac object S5 0716+714 and the FR II radio galaxy Cygnus A. Bonn 2004.

Bradač, M.: Exploring Dark Matter Properties from the Smallest to the Largest Scales. IAEF, Bonn 2004.

Brunthaler, A.: Proper motions in the local group. Bonn 2004.

Fuhrmann, L.: Investigations of Intraday Variable Blazar Cores and the Connected Interstellar Medium. Bonn 2004.

Huege, T.: Geosynchrotron emission from cosmic ray induced extensive air showers. Bonn 2004

Körding, E.: X-ray and radio Variability of microquasars. Bonn 2004.

Leurini, S.: Methanol: a diagnostic tool for star formation. Bonn 2004.

Middelberg, E.: Gas around Active Galactic Nuclei and New Phase Calibration Strategies for High-frequency VLBI. Bonn 2004.

#### *Laufend:*

Angelakis, E.: Elimination of a major fraction of fore-ground sources in the CBI field.

Bernhart, S.: Structure and Kinematics in VLBI Jets.

Böttner, C.: Dust and Gas in Cirrus Cloud Cores (RAIUB).

Castangia, P.: H<sub>2</sub>O masers in bright FR II and FIR Galaxies.

- Forbrich, J.: Interstellar Magnetic Fields.  
 Gabányi, K.E.: High Resolution Studies of scatter-affected Quasars.  
 Haroyan, L.: Monte-Carlo Simulationen der PeV Luftschaue.  
 Hönig, S.: Infrarot-Interferometrie von AGN und Staubtorus-Modellierung.  
 Horneffer, A.: Design and operation of digital radio antennas for measuring low-frequency radio emission from cosmic ray air showers.  
 Impellizeri, V.: Excited molecular gas in active galactic nuclei.  
 Jethava, N.: Superconducting bolometers and radio spectroscopy of distant gravitational lenses.  
 Jin, C.: Highest resolution studies of intraday variable radio sources.  
 Kadler, M.: Radio and X-ray observations of AGN.  
 Kauffmann, J.: Probing the Structure of Star-Forming Molecular Clouds.  
 Kellmann, T.: Neutrino und UHECR-Produktion in AGN.  
 Kim, H.: The topology of interstellar magnetic fields.  
 Klein, B.: Die Suche nach hochdispergierten Radio-Pulsaren in Richtung des Galaktischen Zentrums.  
 Kraus, S.: Infrared interferometry with the VLTI.  
 La Porta, L.: The influence of Galactic foreground emission on the determination of cosmic microwave background fluctuations.  
 Lee, S.S.: Imaging and Analysis with 86GHz VLBI surveys of extragalactic radio sources.  
 Mao, R.: Study of Molecular Spectra in Massive Star Forming Regions.  
 Mittal, R.: Multifrequency VLBI Observations of Gravitational Lenses.  
 Mikulics, M.: Entwicklung von LTGaAs Fotomischern zum Einsatz auf SOFIA.  
 Pagels, A.: Millimeter VLBI Monitoring of bright Radio Sources.  
 Pillai, T.: Molecular observations of infrared dark clouds.  
 Pineda, J.: C I measurements in metal-poor environments.  
 Siebe, F.: Optimierung von Fotomischern für den Einsatz in Terahertz-Lokaloszillator-Quellen.  
 Tabatabaei, F.: New methods for the separation of thermal and nonthermal radio emission in galaxies.  
 Ulrich, R.: High energy cosmic ray interaction in the Galaxy, specifically the cosmic rays from gamma ray bursts.  
 Voß, H.: The Nature of the Far-Infrared/Millimeter Background Population.  
 Wang, M.: Star formation in the Milky Way and in External Galaxies.  
 Westermann, S.: Infrarot-Interferometrie von jungen Sternen.  
 Wolleben, M.: The Low-Resolution DRAO Survey of Polarized Emission at 1.4 GHz.  
 Zhang, J.: Star formation in NGC 6334.

### 5.3 Habilitationen

- Britzen, S.: High energy radiation from AGN and radio jets on pc- and kpc-scales, Heidelberg 2004.

## 6 Tagungen, Kooperationen, Öffentlichkeitsarbeit

### 6.1 Tagungen und Veranstaltungen

Das Institut führte gemeinsam mit den Astronomischen Instituten der Universität Bonn im Berichtsjahr 39 Hauptkolloquien und zusätzlich 35 Sonderkolloquien, 3 Technische Kolloquien, 7 Informelle Kolloquien, und 8 Lunch-Kolloquien durch.

Die Tagung "European Workshop on Dense Molecular Gas around Protostars and in Galactic Nuclei" wurde vom 17. bis 20. Februar in Zwolle/Niederlande durchgeführt (C. Henkel, Chairman SOC).

Vom 18. bis 21. Mai fand, veranstaltet vom MPIfR, in Berlin ein Kongress unter dem Titel “Exploring the Cosmic Frontier” statt. Thema war die Zukunft astronomischer Forschung im Zusammenspiel von Radioastronomie, Optischer Astronomie und Weltraummissionen (A. Zensus, A. Lobanov, R. Schwartz).

Der Workshop “A Multi-Band Approach to AGN” wurde vom 29. September bis 1. Oktober im Institut in Bonn abgehalten (A. Lobanov, E. Ros).

Vom 13. bis 14. Dezember fand ein zweitägiger Workshop “The HIFI high-mass star formation program” am Institut statt (F. Wyrowski, F. v.d.Tak).

## 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.

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

Der gemeinsame Betrieb des Heinrich-Hertz-Teleskops bis zum 30.06.2004 bedingte eine enge Zusammenarbeit mit dem Steward-Observatorium der Univ. Arizona.

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.

Zu Bau und Betrieb des APEX-Teleskops und dessen Instrumentierung erfolgt eine Kollaboration mit der Univ. Bochum, dem Onsala Space Observatory (Schweden) und der Europäischen Südsternwarte ESO.

Der SFB 494 der DFG (“Die Entwicklung der Interstellaren Materie: Terahertz-Spektroskopie im Weltall und Labor”) läuft in Zusammenarbeit mit den Univ. Köln und Bonn (K.M. Menten: Leiter des Projektbereichs “Zyklen des Interstellaren Mediums”).

Darüber hinaus gibt es langfristige Kooperationen mit Instituten der Academia Sinica der VR China (Shanghai, Nanjing und Beijing), mit Instituten der Russischen Akademie der Wissenschaften, mit dem ATNF (Sydney, Australien), mit dem ITA (Univ. Heidelberg) und mit der Landessternwarte Heidelberg.

Im OPTICON-Programm “European Interferometry Initiative” (EC Framework Programme 6) gibt es eine Zusammenarbeit mit einer grossen Zahl von europäischen Instituten (G. Weigelt).

In Zusammenarbeit mit der ESO und den Universitäten Nizza, Grenoble und Florenz wird eine Infrarotkamera (AMBER-Projekt) für das VLTI entwickelt (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 Instituto Astrofisico di Arcetri in Florenz und am MPIfR (G. Weigelt).

Im RadioNet arbeiten 20 europäische Radioobservatorien eng zusammen. Diese Zusammenarbeit wird durch das EU-Forschungsrahmenprogramm FP6 gefördert (A. Zensus).

Die EU-Förderung des RadioNet umfasst folgende Projekte mit Beteiligung des Instituts :

- Trans National Access (TNA): ein Programm zur Verbesserung der Beobachtungsmöglichkeiten europäischer Wissenschaftler mit dem 100-m-Radioteleskop (R. Schwartz).
- ALBUS: ein Programm zur Entwicklung von VLBI-Software (W. Alef).
- AMSTAR: ein Programm zur Entwicklung von Instrumentation im mm- und submm-Bereich (R. Güsten).
- Engineering Forum – eine Zusammenarbeit in Fragen der Entwicklung von Instrumenten (R. Keller, W. Alef).
- Software Forum – ein Programm zur Entwicklung von Software der nächsten Generation für Beobachter (A. Roy).

Das Forschungsziel der Partnergruppe der MPG am National Observatory Beijing (Prof. J.L. Han) ist die Untersuchung von Magnetfeldern in unserer Milchstraße unter Einbeziehung des 25-m-Radioteleskops in Urumqi (R. Wielebinski, E. Fürst, W. Reich).

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

Mit der NASA wurde bei der Evaluierung von kühlbaren InP-Transistoren zusammengearbeitet (H. Mattes).

Die im Mai 2002 begonnene Polarisationsdurchmusterung mit dem 26-m Teleskop des DRAO (Penticton, Kanada) wurde fortgesetzt (M. Wolleben, W. Reich).

Die Beobachtung und Analyse von NH<sub>3</sub>-Spektren extragalaktischer Kernregionen mit Effelsberg, dem ATCA und dem VLA dient der Bestimmung der kinetischen Temperaturen des dichten interstellaren Mediums (C. Henkel, K. Menten).

Das Europäische TMR-Netzwerk ENIGMA basiert sich auf der Multifrequenz-Untersuchung von Variabilität in AGK. Aus Deutschland koordiniert (Heidelberg), arbeitet mit Institute in Italien, Finnland, Griechenland und Irland zusammen (A. Witzel, S. Britzen, T. Krichbaum, A. Zensus).

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 (P.L. Biermann).

Im INTAS-Programm "High Energy Cosmic Rays" gibt es eine Zusammenarbeit mit Instituten in Rußland, Weißrußland, der Ukraine, mit Schweden, und Italien (P.L. Biermann).

ESA-Grant für die Entwicklung des Weltraumprogramms EUSO (Extreme Universe Space Observatory), eine Weltraum-gestützte Station zur Beobachtung der Luftschauer von Teilchen sehr hoher Energien (P.L. Biermann).

NATO-Grant zur Erforschung der Explosionsmechanismen von Supernova-Überresten. Zusammenarbeit mit dem IKI, Moskau (P.L. Biermann).

SOKRATES-Programm der EG zur Zusammenarbeit der Physics Departments der Universität Bonn und der Universität Bukarest (P.L. Biermann).

Es gibt Kollaborationen zum Thema "Magnetfelder in Balkengalaxien", mit den Universitäten Newcastle, Manchester und Moskau (NATO grant) und zum Thema "Magnetfelder in irregulären und wechselwirkenden Galaxien", zusammen mit der Univ. Krakau (R. Beck).

Zum Thema 'Kinematik des Lokalen Universums' gibt es eine von der DFG gefoerderte Kooperation mit dem Special Astrophysical Observatory, Russland (W. Huchtmeier).

### 6.3 Öffentlichkeitsarbeit

Im Besucherpavillon, direkt am Standort des 100-m-Radioteleskops, wurden von April bis Oktober 280 einstündige Informationsveranstaltungen für sehr unterschiedliche Besuchergruppen durchgeführt.

Mitarbeiter des Instituts haben zahlreiche Vorträge an Planetarien, Volkssternwarten und Volkshochschulen des Köln-Bonner Raums gehalten.

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 vier Jahren gemeinsam vom MPIfR, den Astronomischen Instituten der Universität Bonn und dem Deutschen Museum Bonn durchgeführt. Im Jahr 2004 gab es drei Veranstaltungen zum Thema "Sternstunden der Technik".

Im Berichtszeitraum wurden sechs Pressemeldungen des Instituts herausgegeben.

Das Institut und das 100-m-Radioteleskop Effelsberg wurden in einem Radio- und sieben Fernsehbeiträgen im Jahr 2004 der Öffentlichkeit präsentiert.

Am 22. Januar erfolgte eine Podiumsdiskussion zum Thema "Stiefkind Naturwissenschaften - Top in der Forschung, Flop in der Bildung" im Museum König in Bonn (N. Junkes).

Das Institut hat sich am 4. Juni mit einem Workshop zum Thema "Radioteleskope vom Zentimeter- bis zum Submillimeterbereich" (Führung mit Kurzvorträgen) am Schnupperstag der Universität Bonn beteiligt.

Am 2. Juli war das MPIfR an der "4. Bonner Wissenschaftsnacht" beteiligt. Vom 30. Juni bis 2. Juli nahm es außerdem an der Ausstellung "TrickReich" auf dem Bonner Kaiserplatz zum Wissenschaftssommer 2004 teil.

Am 12. September fand am Radio-Observatorium Effelsberg wiederum ein "Tag der Offenen Tür" mit über 4000 Besuchern statt.

Zum 2. bundesweiten "Tag der Astronomie" am 18. September wurde eine Serie von sechs Themenvorträgen im Besucherpavillon am Radioteleskop Effelsberg präsentiert. Am Abend des 18. September fand unter Beteiligung des MPIfR eine Vortragsreihe zur "Langen Nacht der Sterne" im Deutschen Museum Bonn statt.

Ab November 2004 werden im Rahmen eines Kunstprojekts Live-Beobachtungen aus einem MPIfR-Forschungsprojekt auf Leuchtdisplays der "Kunstfassade" am "Haus der Kommunikation" in München präsentiert.

Aktivitäten des Instituts im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit werden mit Links und Querweisen im Internet präsentiert: <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/public/>.

## 7 Veröffentlichungen

### 7.1 In Zeitschriften und Büchern

Abraham, J., Aglietta, M., Aguirre, I. C. et al. (über 100 Autoren inkl. P.L. Biermann): Properties and performance of the prototype instrument for the Pierre Auger Observatory. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A* 523, 50-95 (2004)

Albrecht, M., Chini, R., Krügel, E., Müller, S. A. H., Lemke, R.: Cold dust and molecular gas towards the centers of Magellanic type galaxies and irregulars. I. The data. *Astron. Astrophys.* 414, 141-153 (2004).

Alef, W.: A review of VLBI instrumentation. In: *Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium.* (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 237-244.

- Altenhoff, W. J., Bertoldi, F., Menten, K.: Comet C/2002 T7 (linear). IAU circular No. 8292 (2004).
- Altenhoff, W. J., Bertoldi, F., Menten, K. M.: Size estimates of some optically bright KBOs. *Astron. Astrophys.* 415, 771-775 (2004).
- Alton, P. B., Xilouris, E. M., Misiriotis, A., Dasyra, K. M., Dumke, M.: The emissivity of dust grains in spiral galaxies. *Astron. Astrophys.* 425, 109-120 (2004).
- Andre, P., Belloche, A., Hennebelle, P., Ward-Thompson, D.: Detailed studies of cloud cores : probing the initial conditions for protostellar collapse. *Baltic Astronomy* 13, 392-401 (2004).
- Antón, S., Browne, I. W. A., Marcha, M. J. M., Bondi, M., Polatidis, A.: The spectral energy distributions of the revised 200-mJy sample. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 352, 673-688 (2004).
- Argon, A. L., Greenhill, L. J., Moran, J. M., Reid, M. J., Menten, K. M., Inoue, M.: The IC 133 water vapor maser in the galaxy M33: a geometric distance. *Astrophys. J.* 615, 702-719 (2004).
- Arshakian, T. G., Longair, M. S.: On the jet speeds of classical double radio sources. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 351, 727-732 (2004).
- Bach, U., Krichbaum, T. P., Middelberg, E., Kadler, M., Alef, W., Witzel, A., Zensus, J. A.: Spectral properties of the core and the VLBI-jets of Cygnus A. In: *Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 155-156.
- Balega, I., Balega, Y. Y., Maksimov, A. F., Pluzhnik, E. A., Schertl, D., Shkhagosheva, Z. U., Weigelt, G.: Speckle interferometry of nearby multiple stars. II. *Astron. Astrophys.* 422, 627-629 (2004).
- Beck, R.: Magnetic fields in the Milky Way and other spiral galaxies. In: *How Does the Galaxy Work?* (Eds.) Alfaro, E., Pérez, E., Franco, J. *Astrophys. Space Science* No. 315, Kluwer, Dordrecht 2004, 277-286.
- Beck, R.: The role of magnetic fields in spiral galaxies. *Astrophys. Space Science* 289, 293-302 (2004).
- Beck, R., Gaensler, B. M.: Observations of magnetic fields in the Milky Way and in nearby galaxies with a square kilometer array. *New Astronomy Reviews* 48, 1289-1304 (2004).
- Becker, W., Weisskopf, M. C., Tennant, A. F., Jessner, A., Dyks, J., Harding, A. K., Zhang, S. N.: Revealing the X-ray emission processes of old rotation-powered pulsars: XMM-Newton observations of PSR B0950+08, PSR B0823+26 and PSR J2043+2740. *Astrophys. J.* 615, 908-920 (2004).
- Beckert, T., Duschl, W. J.: The dynamical state of a thick cloudy torus around an AGN. *Astron. Astrophys.* 426, 445-454 (2004).
- Beckmann, U., Behrend, J., Böhnhardt, H., Connot, C., Driebe, T., Heininger, M., Herbst, T., Hofmann, K.-H., Nußbaum, E., Schertl, D., Solscheid, W., Straubmeier, C., Weigelt, G.: The fringe and flexure tracking detector of the LBT LINC-NIRVANA beam-combiner instrument. In: *New Frontiers in Stellar Interferometry*. (Ed.) Traub, W.A. *Proceedings of SPIE* No. 5491, SPIE, Bellingham 2004, 1445-1453
- Beelen, A., Cox, P., Pety, J., Carilli, C. L., Bertoldi, F., Momjian, E., Omont, A., Petitjean, P., Petric, A. O.: Starburst activity in the host galaxy of the z=2.58 quasar J1409+5628. *Astron. Astrophys.* 423, 441-447 (2004).
- Belloche, A., André, P.: Disappearance of N<sub>2</sub>H<sup>+</sup> from the gas phase in the class 0 protostar IRAM 04191. *Astron. Astrophys.* 419, L35-L38 (2004).
- Bennert, N., Schulz, H., Henkel, C.: Spectral characteristics of water megamaser galaxies II: ESO 103-G035, TXS 2226-184, and IC 1481. *Astron. Astrophys.* 419, 127-137 (2004).

- Berkhuijsen, E.M.: Volume filling factors of the DIG in M31. *Astrophysics and Space Science* 289, 207-210 (2004).
- Bertram, T., Andersen, D. R., Arcidiacono, C., Straubmeier, C., Eckart, A., Beckmann, U., Herbst, T.: The LINC-NIRVANA fringe and flexure tracking system: differential piston simulation and detection. In: *New Frontiers in Stellar Interferometry*. (Ed.) Traub, W.A. *Proceedings of SPIE No. 5491*, SPIE, Bellingham 2004, 1454-1462.
- Beuther, H., Schilke, P., Gueth, F.: Massive molecular outflows at high spatial resolution. *Astrophys. J.* 608, 330-340 (2004).
- Beuther, H., Schilke, P., Wyrowski, F.: High-spatial-resolution CN and CS observations of two regions of massive star formation. *Astrophys. J.* 615, 832-839 (2004).
- Biermann, P. L.: Cosmic rays, stellar evolution and supernova physics. *New Astronomy Reviews* 48, 41-46 (2004).
- Biermann, P. L., Kronberg, P. P.: The ordering of magnetic fields in the cosmos. *Journal of the Korean Astronomical Society* 37, 527-531 (2004).
- Biermann, P. L., Tanco, G. M., Engel, R., Pugliese, G.: The last gamma ray burst in our Galaxy? On the observed cosmic ray excess at particle energy  $10^{18}$  eV. *Astrophys. J.* 604, L29-L32 (2004).
- Bizenberger, P., Andersen, D., Baumeister, H., Beckmann, U., Diolaiti, E., Herbst, T., Laun, W., Mohr, L., Naranjo, V., Straubmeier, C.: The LINC-NIRVANA cryogenic interferometric camera. In: *Ground-Based Instrumentation for Astronomy*. (Eds.) Moorwood, A.F., Iye, M. *Proceedings of SPIE No. 5492*, SPIE, Bellingham 2004, 1461-1470.
- Bondi, M., Marcha, M. J. M., Polatidis, A., Dallacasa, D., Stanghellini, C., Antón, S.: VLBA polarization observations of BL Lac objects and passive elliptical galaxies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 352, 112-114 (2004).
- Bower, G. C., Falcke, H., Herrnstein, R. M., Zhao, J. H., Goss, W. M., Backer, D. C.: Detection of the intrinsic size of Sagittarius A\* through closure amplitude imaging. *Science* 304, 704-708 (2004).
- Braatz, J. A., Henkel, C., Greenhill, L. J., Moran, J. M., Wilson, A. S.: A Green Bank Telescope search for water masers in nearby AGNs. *Astrophys. J.* 617, L29-L32 (2004).
- Bradac, M., Lombardi, M., Schneider, P.: Mass-sheet degeneracy : fundamental limit on the cluster mass reconstruction from statistical (weak) lensing. *Astron. Astrophys.* 424, 13-22 (2004).
- Bradac, M., Schneider, P., Lombardi, M., Steinmetz, M., Koopmans, L. V. E., Navarro, J. F.: The signature of CDM substructure on gravitational lensing. *Astron. Astrophys.* 423, 797-809 (2004).
- Brunthaler, A., Falcke, H.: Supermassive black holes in the universe. In: *The Role of VLBI in Astrophysics, Astrometry and Geodesy*. (Eds.) Mantovani, F., Kus, A. *NATO Science Series II. Mathematics, Physics and Chemistry Vol. 135*, Kluwer, Dordrecht 2004, 143-156.
- Carilli, C. L., Walter, F., Bertoldi, F., Menten, K. M., Fan, X., Lewis, G. F., Strauss, M. A., Cox, P., Beelen, A., Omont, A., Mohan, N.: Radio continuum imaging of far-infrared-luminous QSOs at  $z > 6$ . *Astron. J.* 128, 997-1001 (2004).
- Castangia, P., Tarchi, A., Henkel, C., Moscadelli, L.: Investigating the relation between FIR flux density and maser phenomena. *Memorie Soc. Astron. Italiana Suppl.* 5, 139-141 (2004).
- Chyzy, K. T., Beck, R.: Magnetic fields in merging spirals - the antennae. *Astron. Astrophys.* 417, 541-555 (2004).

- Chyzy, K. T., Beck, R.: Magnetic fields in strongly interacting galaxy systems. In: *Recycling Intergalactic and Interstellar Matter*. (Eds.) Duc, P.-A., Braine, J., Brinks, E. IAU Symposium No. 217, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 436-438.
- Cusumano, G., Hermsen, W., Kramer, M., Kuiper, L., Löhmer, O., Massaro, E., Mineo, T., Nicastro, L., Stappers, B. W.: The phase of the radio and X-ray pulses of PSR B1937+21. *Nuclear Physics B - Proceedings Supplements* 132, 596-599 (2004).
- Dammerbauer, H., Lehnert, M. D., Lutz, D., Tacconi, L., Bertoldi, F., Carilli, C., Genzel, R., Menten, K. M.: The faint counterparts of Mambo millimeter sources near the new technology telescope deep field. *Astrophys. J.* 606, 664-682 (2004).
- De Breuck, C., Bertoldi, F., Carilli, C., Omont, A., Venemans, B., Röttgering, H., Overzier, R., Reuland, M., Miley, G., Ivison, R., van Breugel, W.: A multi-wavelength study of the proto-cluster surrounding the  $z=4.1$  radio galaxy TN J1338–1942. *Astron. Astrophys.* 424, 1-12 (2004).
- Di Folco, E., Thévenin, F., Kervella, P., Domiciano de Souza, A., Coudé du Foresto, V., Ségransan, D., Morel, P.: VLTI near-IR interferometric observations of Vega-like stars: radius and age of alpha PsA, beta Leo, beta Pic, epsilon Eri and tau Cet. *Astron. Astrophys.* 426, 601-617 (2004).
- Domiciano de Souza, A., Zorec, J., Jankov, S., Vakili, F., Abe, L., Janot-Pacheco, E.: Stellar differential rotation and inclination angle from spectro-interferometry. *Astron. Astrophys.* 418, 781-794 (2004).
- Dugou, M., Lopez, B., Przygodda, F., Graser, U., Gitton, P. B., Wolf, S., Mathias, P., Antonelli, P., Augereau, J. C., Berruyer, N., Bresson, Y., Chesneau, O., Dutrey, A., Flament, S., Glazenberg-Kluttig, A. W., Glindemann, A., Henning, T., Hofmann, K.-H., Lagarde, S., Hugues, Y., Leinert, C., Meisenheimer, K., Menut, J.-L., Rohloff, R.-R., Roussel, A., Thiebaut, E. M., Weigelt, G. P.: Recombining light of the VLTI at 10 microns by densifying the images. In: *New Frontiers in Stellar Interferometry*. (Ed.) Traub, W.A. Proceedings of SPIE No. 5491, SPIE, Bellingham 2004, 1536-1539.
- Dumke, M., Krause, M., Wielebinski, R.: Cold dust in nearby interacting galaxies. In: *The Neutral ISM in Starburst Galaxies*. (Eds.) Aalto, S.; Hüttemeister, S.; Pedlar, A. ASP Conf. Series No. 320, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 134-137.
- Dumke, M., Krause, M., Wielebinski, R.: Cold dust in a selected sample of nearby galaxies. I. The interacting galaxy NGC 4631. *Astron. Astrophys.* 414, 475-486 (2004).
- Egner, S. E., Gässler, W., Herbst, T. M., Ragazzoni, R., Stuik, R., Andersen, D., Arcidiacono, C., Baumeister, H., Beckmann, U., Behrend, J., Bertram, T., Bizenberger, P., Böhnhardt, H., Diolaiti, E., Driebe, T., Eckhardt, A., Farinato, J., Kürster, M., Laun, W., Liori, S., Naranjo, V., Nußbaum, E., Rix, H.-W., Rohloff, R.-R., Salinari, P., Soci, R., Straubmeier, C., Vernet-Viard, E., Weigelt, G., Weiss, R., Xu, W.: LINC-NIRVANA: the single arm MCAO experiment. In: *Advancements in Adaptive Optics*. (Eds.) Calig, D.B., Ellerbroek, L., Ragazzoni, R. Proceedings of SPIE No. 5490, SPIE, Bellingham 2004, 924-933.
- Falcke, H., Körtling, E., Markoff, S.: A scheme to unify low-power accreting black holes: jet-dominated accretion flows and the radio/X-ray correlation. *Astron. Astrophys.* 414, 895-903 (2004).
- Feldman, P. A., Redman, R. O., Avery, L. W., Di Francesco, J., Fiege, J. D., Carey, S. J., Wyrowski, F.: SiO as a chemical signature of outflows from bright, compact sources in MSX IR-dark clouds. *Canadian J. of Chemistry* 82, 740-743 (2004).
- Fletcher, A., Beck, R., Berkhuijsen, E. M., Horellou, C., Shukurov, A.: Magnetic fields and spiral structure. In: *How Does the Galaxy Work?* (Eds.) Alfaro, E., Pérez, E., Franco, J. *Astrophys. Space Science* No. 315, Kluwer, Dordrecht 2004, 299-302.
- Fletcher, A., Beck, R., Harnett, J., Ehle, M., Ryder, S. D.: Ram pressure effects on the magnetic field of NGC 2442. In: *Recycling Intergalactic and Interstellar Matter*. (Eds.)

- Duc, P.-A., Braine, J., Brinks, E. IAU Symposium No. 217, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 382-383.
- Fletcher, A., Berkhuijsen, E. M., Beck, R., Shukurov, A.: The magnetic field of M31 from multi-wavelength radio polarization observations. *Astron. Astrophys.* 414, 53-67 (2004).
- Forbrich, J., Schreyer, K., Posselt, B., Klein, R., Henning, T.: An extremely young massive stellar object near IRAS 07029–1215. *Astrophys. J.* 602, 843-849 (2004).
- Ford, K. E. S., Neufeld, D. A., Schilke, P., Melnick, G. J.: Detection of formaldehyde towards the extreme carbon star IRC+10216. *Astrophys. J.* 614, 990-1006 (2004).
- Fuchs, G. W., Fuchs, U., Giesen, T. F., Wyrowski, F.: The quest for C<sub>2</sub>N in space: a search with the IRAM 30m telescope towards IRC+10216. *Astron. Astrophys.* 426, 517-521 (2004).
- Fürst, E., Reich, W.: Magnetic fields in supernova remnants. In: *The Magnetized Interstellar Medium*. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 141-146.
- Gaensler, B. M., Beck, R., Feretti, L.: The origin and evolution of cosmic magnetism. *New Astronomy Reviews* 48, 1003-1012 (2004).
- Gässler, W., Bertram, T., Briegel, F., Driebe, T., Heininger, M., Nußbaum, E., Storz, C., Wang, J., Zealouk, L., Herbst, T. M., Ragazzoni, R., Eckhardt, A., Weigelt, G., LINC-NIRVANA Team: UML modeling of the LINC-NIRVANA software. In: *Advanced Software, Control, and Communication Systems for Astronomy*. (Eds.) Lewis, H., Raffi, G. Proceedings of SPIE No. 5496, SPIE, Bellingham 2004, 79-87.
- Gässler, W., Ragazzoni, R., Herbst, T. M., Andersen, D., Arcidiacono, C., Baumeister, H., Beckmann, U., Behrend, J., Bertram, T., Bizenberger, P., Bönhardt, H., Briegel, F., Diolaiti, E., Driebe, T., Eckhardt, A., Egner, S. E., Farinato, J., Heininger, M., Kürster, M., Laun, W., Liori, S., Naranjo, V., Nußbaum, E., Rix, H.-W., Rohloff, R.-R., Salinari, P., Soci, R., Storz, C., Straubmeier, C., Vernet-Viard, E., Weigelt, G., Weiss, R., Xu, W.: LINC-NIRVANA: how to get a 23 m wavefront nearly flat. In: *Advancements in Adaptive Optics*. (Eds.) Calig, D.B., Ellerbroek, L., Ragazzoni, R. Proceedings of SPIE No. 5490, SPIE, Bellingham 2004, 527-534.
- Gibb, A. G., Hoare, M. G., Mundy, L. G., Wyrowski, F.: A search for disks around massive young stellar objects. In: *Star Formation at High Angular Resolution*. (Eds.) Burton, M. G., Jagawardhana, R., Bourke, T. L. IAU Symposium No. 221. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 425-430.
- Gibb, A. G., Wyrowski, F., Mundy, L. G.: High-velocity gas toward hot molecular cores: evidence for collimated outflows from embedded sources. *Astrophys. J.* 616, 301-318 (2004).
- Goddi, C., Moscadelli, L., Alef, W., Brand, J.: EVN observations of H<sub>2</sub>O masers towards the high-mass young stellar object in AFGL 5142. *Astron. Astrophys.* 420, 929-936 (2004).
- Gopal-Krishna, Biermann, P. L., Wiita, P. J.: Brightness suppression of relativistic radio jets of quasars: the role of the lower electron energy cut-off. *Astrophys. J.* 603, L9-L12 (2004).
- Greve, T. R., Ivison, R. J., Bertoldi, F., Stevens, J. A., Dunlop, J. S., Lutz, D., Carilli, C. L.: A 1200- $\mu$ m MAMBO survey of ELAIS N2 and the Lockman Hole - I. Maps, sources and number counts. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 354, 779-797 (2004).
- Guirado, J.C., Marcaide, J.M., Ros, E., Pérez-Torres, M.A., Martí-Vidal, I.: Multi-wavelength differential astrometry of the S5 polar cap sample. In: *Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 327-328.

- Haas, M., Müller, S. A. H., Bertoldi, F., Chini, R., Egner, S., Freudling, W., Klaas, U., Krause, O., Lemke, D., Meisenheimer, K., Siebenmorgen, R., van Bemmell, I.: The ISOPHOT - MAMBO survey of 3CR radio sources: further evidence for the unified schemes. *Astron. Astrophys.* 424, 531-543 (2004).
- Habart, E., Natta, A., Krügel, E.: PAHs in circumstellar disks around Herbig Ae/Be stars. *Astron. Astrophys.* 427, 179-192 (2004).
- Hachisuka, K., Brunthaler, A., Hagiwara, Y., Menten, K. M., Imai, H., Miyoshi, M., Sasao, T.: Distance of W3(OH) by VLBI annual parallax measurement. In: Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 317-320.
- Harnett, J., Ehle, M., Fletcher, A., Beck, R., Haynes, R., Ryder, S., Thierbach, M., Wielebinski, R.: Magnetic fields in barred galaxies III. The southern peculiar galaxy NGC 2442. *Astron. Astrophys.* 421, 571-581 (2004).
- Henkel, C., Tarchi, A., Menten, K. M., Peck, A. B.: Water vapor in the starburst galaxy NGC 253: a new nuclear maser? *Astron. Astrophys.* 414, 117-122 (2004).
- Herbst, T. M., Ragazzoni, R., Eckart, A., Weigelt, G.: The LINC-NIRVANA interferometric imager for the large binocular telescope. In: Ground-Based Instrumentation for Astronomy. (Eds.) Moorwood, A.F.; Iye, M. Proceedings of SPIE No. 5492, SPIE, Bellingham 2004, 1045-1052 (2004).
- Hofmann, K.-H., Balega, Y. Y., Preibisch, T., Weigelt, G.: Peering into the heart of a high-mass star forming region: bispectrum speckle interferometry of the ultracompact H II region K3-50 A. *Astron. Astrophys.* 417, 981-985 (2004).
- Huege, T., Falcke, H.: Principles of synchrotron emission in an astrophysical context. In: The Role of VLBI in Astrophysics, Astrometry and Geodesy. (Eds.) Mantovani, F., Kus, A. NATO Science Series II. Mathematics, Physics and Chemistry Vol. 135, Kluwer, Dordrecht 2004, 13-27.
- Iverson, R. J., Greve, T. R., Serjeant, S., Bertoldi, F., Egami, E., Mortier, A. M. J., Alonso-Herrero, A., Barmby, P., Bei, L., Dole, H., Engelbracht, C. W., Fazio, G. G., Frayer, D. T., Gordon, K. D., Hines, D. C., Huang, J.-S., Le Floch, E., Misselt, K. A., Miyazaki, S., Morrison, J. E., Papovich, C., Pérez-González, P. G., Rieke, M. J., Rieke, G. H., Rigby, J., Rigopoulou, D., Smail, I., Wilson, G., Willner, S. P.: Spitzer observations of MAMBO galaxies: weeding out active nuclei in starbursting protoellipticals. *Astrophys. J. Suppl.* 154, 124-129 (2004).
- Jaffe, W., Meisenheimer, K., Röttgering, H. J. A., Leinert, Ch., Richichi, A., Chesneau, O., Fraix-Burnet, D., Glazenberg-Kluttig, A., Granato, G.-L., Graser, U., Heijligers, B., Köhler, R., Malbet, F., Miley, G. K., Paresce, F., Pel, J.-W., Perrin, G., Przygodda, F., Schöller, M., Sol, H., Waters, L. B. F. M., Weigelt, G., Woillez, J., de Zeeuw, P. T.: The central dusty torus in the active nucleus of NGC 1068. *Nature* 429, 47-49 (2004).
- Kadler, M., Kerp, J., Ros, E., Falcke, H., Pogge, R. W., Zensus, J. A.: Jet emission in NGC 1052 at radio, optical, and X-ray frequencies. *Astron. Astrophys.* 420, 467-474 (2004).
- Kadler, M., Ros, E., Kerp, J., Kovalev, Y. Y., Zensus, J. A.: Combined VLBI- and X-ray observations of active galactic nuclei. In: Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 23-26.
- Kadler, M., Ros, E., Lobanov, A. P., Falcke, H., Zensus, J. A.: The twin-jet system in NGC 1052: VLBI-scrutiny of the obscuring torus. *Astron. Astrophys.* 426, 481-493 (2004).
- Karachentsev, I. D., Karachentseva, V. E., Huchtmeier, W. K., Makarov, D. I.: A catalog of neighboring galaxies. *Astron. J.* 127, 2031-2068 (2004).

- Karastergiou, A., Johnston, S.: An investigation of the absolute circular polarization in radio pulsars. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 352, 689-698 (2004).
- Kellermann, K. I., Lister, M. L., Homan, D. C., Vermeulen, R. C., Cohen, M. H., Ros, E., Kadler, M., Zensus, J. A., Kovalev, Y. Y.: Sub-milliarcsecond imaging of quasars and active galactic nuclei III: kinematics of parsec-scale radio jets. *Astrophys. J.* 609, 539-563 (2004).
- Khanzadyan, T., Gredel, R., Smith, M. D., Stanke, T.: An unbiased search for the signatures of protostars in the rho Ophiuchi A molecular cloud: I. Near-infrared observations. *Astron. Astrophys.* 426, 171-183 (2004).
- Khanzadyan, T., Smith, M. D., Davis, C. J., Stanke, T.: An excitation study of bow shocks driven from protostars in S233IR. *Astron. Astrophys.* 418, 163-176 (2004).
- Körding, E., Colbert, E., Falcke, H.: Radio observations of ultra-luminous X-ray sources: microblazars or intermediate-mass black holes? *Progress of Theoretical Physics Supplement* 155, 365-366 (2004).
- Körding, E., Falcke, H.: Theory of relativistic jets: basic concepts. In: *The Role of VLBI in Astrophysics, Astrometry and Geodesy.* (Eds.) Mantovani, F., Kus, A. NATO Science Series II. Mathematics, Physics and Chemistry Vol. 135, Kluwer, Dordrecht 2004, 107-127.
- Körding, E., Falcke, H.: X-ray time lags from a pivoting power law in active black holes. *Astron. Astrophys.* 414, 795-806 (2004).
- Kothes, R., Landecker, T. L., Wolleben, M.: H $\alpha$  absorption of polarized emission: a new technique for determining kinematic distances to galactic supernova remnants. *Astrophys. J.* 607, 855-864 (2004).
- Kothes, R., Uyaniker, B., Reich, W.: The Boomerang: a crushed and re-born PWN? In: *Young Neutron Stars and Their Environments.* (Eds.) Camilo, F., Gaensler, B. M. IAU Symposium No. 218, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 213-214.
- Kraus, S., Schloerb, F. P.: Infrared imaging of Capella with the IOTA interferometer. In: *New Frontiers in Stellar Interferometry.* (Ed.) Traub, W.A. Proceedings of SPIE No. 5491, SPIE, Bellingham 2004, 56-64.
- Krause, M.: Magnetic fields in spiral galaxies. In: *The Magnetized Interstellar Medium.* (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 173-182.
- Krause, M., Löhner, A.: The magnetic field along the jets of NGC 4258 as deduced from high frequency radio observations. *Astron. Astrophys.* 420, 115-123 (2004).
- Krichbaum, T. P., Graham, D. A., Alef, W., Kraus, A., Sohn, B. W., Bach, U., Polatidis, A., Witzel, A., Zensus, J. A., Bremer, M., Greve, A., Grewing, M., Doeleman, S., Phillips, R. B., Rogers, A. E. E., Fagg, H., Strittmatter, P., Ziurys, L., Conway, J., Booth, R. S., Urpo, S.: Towards the event horizon - the vicinity of AGN at micro-arcsecond resolution. In: *Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium.* (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 15-18.
- Kuan, Y.-J., Huang, H. - C., Charnley, S. B., Tseng, W.-L., Snyder, L. E., Ehrenfreund, P., Kisiel, Z., Thorwirth, S., Bohn, R. K., Wilson, T. L.: Prebiologically important interstellar molecules. In: *Bioastronomy 2002: Life Among the Stars.* (Eds.) Norris, R.P., Stootman, F.H. IAU Symposium No. 213, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 185-188.
- Lachaume, R.: The vertical structure of T Tauri accretion discs : IV. Irradiation of the disc by itself in the FU Orionis outburst phase. *Astron. Astrophys.* 422, 171-176 (2004).

- Lämmerzahl, C., Ahlers, G., Ashby, N., Barmatz, M., Biermann, P. L., Dittus, H., Dohm, V., Duncan, R., Gibble, K., Lipa, J., Lockerbie, N., Mulders, N., Salomon, C.: Experiments in fundamental physics scheduled and in development for the ISS. *General Relativity and Gravitation* 36, 615-649 (2004).
- Le Coarer, E., Zins, G., Gluck, L., Duvert, G., Driebe, T., Ohnaka, K., Heininger, M., Connot, C., Behrend, J., Dugue, M., Clausse, J. M., Millour, F.: AMBER instrument control software. In: *Ground-Based Instrumentation for Astronomy*. (Eds.) Moorwood, A.F., Iye, M. *Proceedings of SPIE No. 5492*, SPIE, Bellingham 2004, 1423-1430.
- Lecavelier des Etangs, A., Gopal-Krishna, Durret, F.: FUSE search for  $10^5$ - $10^6$  K gas in the rich clusters of galaxies Abell 2029 and Abell 3112. *Astron. Astrophys.* 421, 503-507 (2004).
- Leinert, C., van Boekel, R., Waters, L. B. F. M., Chesneau, O., Malbet, F., Köhler, R., Jaffe, W., Ratzka, T., Dutrey, A., Preibisch, T., Graser, U., Bakker, E., Chagnon, G., Cotton, W. D., Dominik, C., Dullemond, C. P., Glazenberg-Kluttig, A. W., Glindemann, A., Henning, T., Hofmann, K.-H., de Jong, J., Lenzen, R., Ligi, S., Lopez, B., Meisner, J., Morel, S., Paresce, F., Pel, J.-W., Percheron, I., Perrin, G., Przygodda, F., Richichi, A., Schöller, M., Schuller, P., Stecklum, B., van den Ancker, M. E., von der Lühe, O., Weigelt, G.: Mid-infrared sizes of circumstellar disks around Herbig Ae/Be stars measured with MIDI on the VLTI. *Astron. Astrophys.* 423, 537-548 (2004).
- Laurini, S., Schilke, P., Menten, K. M., Flower, D. R., Pottage, J. T., Xu, L.-H.: Methanol as a diagnostic tool of interstellar clouds: I. Model calculations and application to molecular clouds. *Astron. Astrophys.* 422, 573-585 (2004).
- Löhmer, O., Kramer, M., Driebe, T., Jessner, A., Mitra, D., Lyne, A. G.: The parallax, mass and age of the PSR J2145-0750 binary system. *Astron. Astrophys.* 426, 631-640 (2004).
- Löhmer, O., Mitra, D., Gupta, Y., Kramer, M., Ahuja, A.: The frequency evolution of interstellar pulse broadening from radio pulsars. *Astron. Astrophys.* 425, 569-575 (2004).
- Löhmer, O., Mitra, D., Gupta, Y., Kramer, M., Ahuja, A.: The frequency evolution of interstellar pulse broadening from radio pulsars. In: *How Does the Galaxy Work?* (Eds.) Alfaro, E., Pérez, E., Franco, J. *Astrophys. Space Science No. 315*, Kluwer, Dordrecht 2004, 327-330.
- Löhmer, O., Wolszczan, A., Wielebinski, R.: A search for cold dust around neutron stars. *Astron. Astrophys.* 425, 763-766 (2004).
- Lopez, B., Przygodda, F., Wolf, S., Dugou, M., Graser, U., Gitton, P. B., Mathias, P., Antonelli, P., Augereau, J. C., Berruyer, N., Bresson, Y., Chesneau, O., Dutrey, A., Flament, S., Glazenberg, A., Glindemann, A., Henning, T., Hofmann, K.-H., Hugues, Y., Lagarde, S., Leinert, C., Meisenheimer, K., Menu, J.-L., Rohloff, R.-R., Roussel, A., Thiebaut, E. M., Weigelt, G. P.: APreS-MIDI, APerture synthesis in the MID-infrared with the VLTI. In: *New Frontiers in Stellar Interferometry*. (Ed.) Traub, W.A. *Proceedings of SPIE No. 5491*, SPIE, Bellingham 2004, 433-438.
- Malbet, F., Driebe, T., Foy, R., Fraix-Burnet, D., Mathias, P., Marconi, A., Monin, J.-L., Petrov, R., Stee, P., Testi, L., Weigelt, G.: Science program of the AMBER consortium. In: *New Frontiers in Stellar Interferometry*. (Ed.) Traub, W.A. *Proceedings of SPIE No. 5491*, SPIE, Bellingham 2004, 1722-1732.
- Markoff, S., Nowak, M., Falcke, H., Maccarone, T., Fender, R.: Exploring the role of jets in X-ray binaries and low-luminosity AGN. *Nuclear Physics B - Proceedings Supplements* 132, 129-134 (2004).
- Maron, O., Kijak, J., Wielebinski, R.: Observations of millisecond pulsars at 8.35 GHz. *Astron. Astrophys.* 413, L19-L22 (2004).
- Massi, M.: Radio-loud and radio-quiet X-ray binaries: LSI+61°303 in context. In: *Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) Bachiller, R., Colomer,

- F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 215-220.
- Massi, M.: (RN) LSI+61°303 in the context of microquasars. *Astron. Astrophys.* 422, 267-270 (2004).
- Massi, M., Ribó, M., Paredes, J. M., Garrington, S. T., Peracaula, M., Martí, J.: Hints for a fast precessing relativistic radio jet in LSI+61° 303. *Astron. Astrophys.* 414, L1-L4 (2004).
- Matveyenko, L. I., Zhakharin, K. M., Diamond, P. J., Gram, D. A.: Evolution of the structure of the H<sub>2</sub>O supermaser outburst region in Orion KL. *Astronomy Letters* 30, 100-116 (2004).
- Mauersberger, R., Ott, U., Henkel, C., Cernicharo, J., Gallino, R.: The abundance of <sup>36</sup>S in IRC+10216 and its production in the Galaxy. *Astron. Astrophys.* 426, 219-227 (2004).
- McCall, M. L., Buta, R. J., Foster, T. J., Huchtmeier, W. K., Huchra, J.: Discovery of a huge young stellar object interaction region in Camelopardalis. *Astron. J.* 128, 375-386 (2004).
- Menten, K. M., van der Tak, F. F. S.: Very compact radio emission from high-mass proto-stars. I. CRL 2136: continuum and water maser observations. *Astron. Astrophys.* 414, 289-298 (2004).
- Messineo, M., Habing, H. J., Menten, K. M., Omont, A., Sjouwerman, L. O.: 86 GHz SiO maser survey of late-type stars in the inner galaxy: II. Infrared photometry of the SiO target stars. *Astron. Astrophys.* 418, 103-116 (2004).
- Middelberg, E., Roy, A. L., Nagar, N. M., Krichbaum, T. P., Norris, R. P., Wilson, A. S., Falcke, H., Colbert, E. J. M., Witzel, A., Fricke, K. J.: Motion and properties of nuclear radio components in Seyfert galaxies seen with VLBI. *Astron. Astrophys.* 417, 925-944 (2004).
- Middelberg, E., Roy, A. L., Walker, R. C., Falcke, H.: 86 GHz VLBI detections of a source with S<sub>86</sub>GHz < 100 mJy. In: Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 321-324.
- Miroshnichenko, A. S., Gray, R. O., Klochkova, V. G., Bjorkman, K. S., Kuratov, K. S.: Fundamental parameters and evolutionary state of the Herbig Ae star candidate HD 35929. *Astron. Astrophys.* 427, 937-944 (2004).
- Miroshnichenko, A. S., Levato, H., Bjorkman, K. S., Grosso, A., Manset, N., Menshchikov, A. B., Rudy, R. J., Lynch, D. K., Mazuk, S., Venturini, C. C., Puetter, R. C., Perry, R. B.: Properties of galactic B[e] supergiants - III. MWC 300. *Astron. Astrophys.* 417, 731-743 (2004).
- Mitra, D., Berkhuijsen, E. M., Müller, P.: Volume filling factors of the DIG. In: How Does the Galaxy Work? (Eds.) Alfaro, E., Pérez, E., Franco, J. *Astrophys. Space Science* No. 315, Kluwer, Dordrecht 2004, 93-96.
- Mitra, D., Li, X. H.: Comparing geometrical and delay radio emission heights in pulsars. *Astron. Astrophys.* 421, 215-228 (2004).
- Mittal, R., Porcas, R., Wucknitz, O., Biggs, A., Browne, I.: A VLBI study of the gravitational lens JVAS B0218+357. In: Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 167-168.
- Morganti, R., Greenhill, L. J., Peck, A. B., Jones, D. L., Henkel, C.: Disks, Tori, and Cocoon: emission and absorption diagnostics of AGN environments. *New Astronomy Reviews* 48, 1195-1209 (2004).
- Müller, H. S. P., Menten, K. M., Möder, H.: Accurate rest frequencies of methanol maser and dark cloud lines. *Astron. Astrophys.* 428, 1019-1026 (2004).

- Müskens, A., Alef, W.: The Bonn Astro/Geo Mark IV correlator. In: *International VLBI Service for Geodesy and Astrometry: Annual Report*. (Eds.) Vandenberg, N. R., Bayer, K. D. NASA/TP-2004-212254. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt 2004, 121-124.
- Müskens, A., Alef, W., Graham, D., Kingham, K.: Operational experience with the Mark 5 recording system at the Bonn and USNO correlator. In: *International VLBI Service for Geodesy and Astrometry: Annual Report*. (Eds.) Vandenberg, N. R., Bayer, K. D. NASA/TP-2004-212254. NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt 2004, 115-119.
- Nicastro, L., Cusumano, G., Löhmer, O., Kramer, M., Kuiper, L., Hermsen, W., Mineo, T., Becker, W.: BeppoSAX observation of PSRB1937+21. *Astron. Astrophys.* 413, 1065-1072 (2004).
- Nieten, C., Neininger, N., Guélin, M., Lucas, R., Ungerechts, H., Beck, R., Berkhuijsen, E. M., Wielebinski, R.: High-resolution CO(1–0) survey of the Andromeda galaxy. In: *From Observations to Self-Consistent Modelling of the ISM in Galaxies*. (Eds.) Avillez, M., Breitschwerdt, D. Kluwer, Dordrecht 2004, 29-30.
- Ohnaka, K.: Warm water vapor envelope in Mira variables and its effects on the apparent size from the near-infrared to the mid-infrared. *Astron. Astrophys.* 424, 1011-1024 (2004).
- Ohnaka, K.: Warm water vapor envelope in the supergiants alpha Ori and alpha Her and its effects on the apparent size from the near-infrared to the mid-infrared. *Astron. Astrophys.* 421, 1149-1158 (2004).
- Pagels, A., Krichbaum, T. P., Graham, D. A., Alef, W., Kadler, M., Kraus, A., Klare, J., Witzel, A., Zensus, J. A., Greve, A., Grewing, M., Booth, R., Conway, J.: Millimetre-VLBI monitoring of AGN with sub-milliarcsecond resolution. In: *Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 7-10.
- Pérez-Torres, M. A., Marcaide, J. M., Guirado, J. C., Ros, E.: Absolute kinematics of radio source components in the complete S5 polar cap sample: II. First and second epoch maps at 15 GHz. *Astron. Astrophys.* 428, 847-866 (2004).
- Pety, J., Beelen, A., Cox, P., Downes, D., Omont, A., Bertoldi, F., Carilli C. L.: Atomic carbon in PSS 2322+1944, a quasar at redshift 4.12. *Astron. Astrophys.* 428, L21-L24 (2004).
- Polatidis, A. G., Conway, J. E.: Continuum EVN and MERLIN observations of ultra luminous infrared galaxies. In: *Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 231-234.
- Porcas, R. W.: Observing blazars with VLBI. In: *The Role of VLBI in Astrophysics, Astrometry and Geodesy*. (Eds.) Mantovani, F., Kus, A. NATO Science Series II. Mathematics, Physics and Chemistry Vol. 135, Kluwer, Dordrecht 2004, 93-106.
- Porcas, R. W.: VLBI observations of gravitational lenses. In: *The Role of VLBI in Astrophysics, Astrometry and Geodesy*. (Eds.) Mantovani, F., Kus, A. NATO Science Series II. Mathematics, Physics and Chemistry Vol. 135, Kluwer, Dordrecht 2004, 219-231.
- Porcas, R. W., Alef, W., Ghosh, T., Salter, C. J., Garrington, S. T.: Compact structure in FIRST survey sources. In: *Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 31-34.
- Preibisch, T.: X-ray activity and accretion in young stellar objects. *Astrophysics and Space Science* 292, 631-641 (2004).

- Preibisch, T.: X-ray emission from brown dwarfs. In: Stars as Suns: Activity, Evolution and Planets. (Eds.) Dupree, A.K., Benz, A.O. IAU Symposium No. 219, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 285-295.
- Preibisch, T.: X-ray emitting class I protostars in the Serpens dark cloud. *Astron. Astrophys.* 428, 569-577 (2004).
- Preibisch, T., Zinnecker, H.: XMM-Newton study of the very young stellar cluster IC 348. *Astron. Astrophys.* 422, 1001-1012 (2004).
- Qian, S. J., Zhang, X. Z., Krichbaum, T. P.: BL lacertae: hard optical spectrum and GeV gamma-ray emission. *Chinese J. of Astron. Astrophys.* 4, 231-246 (2004).
- Reich, P., Reich, W., Testori, J. C.: Spectral index variations of galactic emission. In: The Magnetized Interstellar Medium. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 63-68.
- Reich, W., Fürst, E., Reich, P., Uyaniker, B., Wielebinski, R., Wolleben, M.: The Effelsberg 1.4 GHz medium galactic latitude survey. In: The Magnetized Interstellar Medium. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 45-50.
- Reid, M. J., Brunthaler, A.: The proper motion of Sagittarius A\*: II. The mass of Sagittarius A\*. *Astrophys. J.* 616, 872-884 (2004).
- Ribó, M., Paredes, J. M., Martí, J., Casares, J., Bloom, J. S., Falco, E. E., Ros, E., Massi, M.: Results of a search for new microquasars in the Galaxy. In: Compact Binaries in the Galaxy and Beyond. (Eds.) Tovmassian, G., Sion, E. Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica Series de Conferencias No. 20, Instituto de Astronomía, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico 2004, 23-24.
- Riechers, D., Balega, Y. Y., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Menshchikov, A. B., Schertl, D., Weigelt, G.: High-resolution near-infrared speckle interferometry and radiative transfer modeling of the OH/IR star OH 104.9+2.4. In: New Frontiers in Stellar Interferometry. (Ed.) Traub, W.A. Proceedings of SPIE No. 5491, SPIE, Bellingham 2004, 1714-1721.
- Riechers, D., Balega, Y., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Menshchikov, A. B., Weigelt, G.: High-resolution near-infrared speckle interferometry and radiative transfer modeling of the OH/IR star OH 104.9+2.4. *Astron. Astrophys.* 424, 165-177 (2004).
- Robbe-Dubois, S., Petrov, R. G., Lagarde, S., Antonelli, P., Bresson, Y., Roussel, A., Mourard, D., Malbet, F., Millour, F., Zins, G., Delboulbe, A., Duvert, G., Gluck, L., Kern, P., LeCoarer, E., Rousselet-Perraut, K., Tatulli, E., Beckmann, U., Heininger, M., Weigelt, G., Lisi, F., Stefanini, P., Accardo, M., Gil, C., Vannier, M., Haddad, N., Housen, N., Kiekebusch, M., Mardones, P., Puech, F., Rantakyro, F., Richichi, A., Schoeller, M.: The VLTI focal instrument Amber: results of the first phase of the alignment, integration and verification in paranal. In: New Frontiers in Stellar Interferometry. (Ed.) Traub, W.A. Proceedings of SPIE No. 5491, SPIE, Bellingham 2004, 1089-1099.
- Rodríguez-Fernández, N. J., Martín-Pintado, J., de Vicente, P., Fuente, A., Wilson, T. L.: ISO observations of the Galactic center interstellar medium - neutral gas and dust. *Astron. Astrophys.* 427, 217-229 (2004).
- Ros, E.: Extending and exploring the 2 cm survey sample. In: Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 27-30.
- Rousselet-Perraut, K., Le Coarer, E., Gil, C., Kern, P., Arezki, B., Delboulbé, A., Duvert, G., Glück, L., Magnard, Y., Malbet, F., Millour, F., Tatulli, E., Zins, G., Accardo, M., Antonelli, P., Beckmann, U., Behrend, J., Bresson, Y., Busoni, S., Lagarde, S.,

- Lisi, F., Petrov, R., Robbe-Dubois, S., Roussel, A.: AMBER integration and laboratory performances. In: *New Frontiers in Stellar Interferometry*. (Ed.) Traub, W.A. Proceedings of SPIE No. 5491, SPIE, Bellingham 2004, 1398-1405.
- Roy, A. L., Teuber, U., Keller, R.: The water vapour radiometer at Effelsberg. In: *Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 265-270.
- Ruf, K.: Mitigation techniques, mitigation factors - What are they? What are they good for?. In: *Spectrum Management for Radio Astronomy*. (Eds.) Lewis, B.M., Emerson, D.T. NRAO, Charlottesville, Virginia 2004, 175-190.
- Schinnerer, E., Carilli, C. L., Scoville, N. Z., Bondi, M., Ciliegi, P., Vettolani, P., Le Fèvre, O., Koekemoer, A. M., Bertoldi, F., Impey, C. D.: The VLA-COSMOS survey: I. Radio identifications from the pilot project. *Astron. J.* 128, 1974-1989 (2004).
- Schmid-Burgk, J., Muders, D., Müller, H. S. P., Brupbacher-Gatehouse, B.: Hyperfine structure in  $\text{H}^{13}\text{CO}^+$  and  $^{13}\text{CO}$ : measurement, analysis, and consequences for the study of dark clouds. *Astron. Astrophys.* 419, 949-964 (2004).
- Seiradakis, J. H., Wielebinski, R.: Morphology and characteristics of radio pulsars. *Astron. Astrophys. Rev.* 12, 239-271 (2004).
- Siebenmorgen, R., Freudling, W., Krügel, E., Haas, M.: ISOCAM survey and dust models of 3CR radio galaxies and quasars. *Astron. Astrophys.* 421, 129-145 (2004).
- Siebenmorgen, R., Krügel, E., Spoon, H. W. W.: Mid-infrared emission of galactic nuclei: TIMM2 versus ISO observations and models. *Astron. Astrophys.* 414, 123-139 (2004).
- Siringo, G., Kreysa, E., Reichertz, L. A., Menten, K. M.: A new polarimeter for (sub)millimeter bolometer arrays. *Astron. Astrophys.* 422, 751-760 (2004).
- Siringo, G., Kreysa, E., Reichertz, L. A., Menten, K. M.: PolKa: a new polarimeter for millimeter and submillimeter bolometer arrays. In: *The Magnetized Interstellar Medium*. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 215-220
- Skinner, S. L., Güdel, M., Audard, M., Smith, K.: New perspectives on the X-ray emission of HD 104237 and other nearby Herbig Ae/Be stars from XMM-Newton and Chandra. *Astron. Astrophys. J.* 614, 221-234 (2004).
- Smith, K. W., Balega, Y. Y., Hofmann, K.-H., Preibisch, T., Schertl, D., Weigelt, G.: Speckle interferometry of the HAeBe star V376 Cas. *Astron. Astrophys.* 413, 217-223 (2004).
- Smith, M. D., Pavlovski, G., Maclow, M. M., Rosen, A., Khanzadyan, T., Gredel, R., Stanke, T.: Molecule destruction and formation in molecular clouds. *Astrohysics and Space Science* 289, 333-336 (2004).
- Sohn, B. W., Krichbaum, T. P., Agudo, I., Witzel, A., Zensus, J. A., Ungerechts, H., Teräsranta, H.: 86 GHz polarimetry of OVV 1633+382 after a major mm flare. In: *Proceedings of the 7th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) Bachiller, R., Colomer, F., Desmurs, J.F., de Vicente, P. Observatorio Astronómico Nacional, Madrid 2004, 85-88.
- Stark, R., Sandell, G., Beck, S. C., Hogerheijde, M. R., van Dishoeck, E. F., van der Wal, P., van der Tak, F. F. S., Schäfer, F., Melnick, G. J., Ashby, M. L. N., de Lange, G.: Probing the early stages of low-mass star formation in LDN 1689N: dust and water in IRAS 16293-2422A, B, and E. *Astron. Astrophys. J.* 608, 341-364 (2004).
- Straubmeier, C., Bertram, T., Eckart, A., Wang, Y., Zealouk, L., Herbst, T. M., Andersen, D. R., Ragazzoni, R., Weigelt, G.: A fringe and flexure tracking system for LINC-NIRVANA : basic design and principle of operation. In: *New Frontiers in Stellar*

- Interferometry. (Ed.) Traub, W.A. Proceedings of SPIE No. 5491, SPIE, Bellingham 2004, 1486-1497.
- Tarchi, A., Henkel, C., Peck, A. B., Nagar, N., Moscadelli, L., Menten, K. M.: Extragalactic water masers in bright IRAS sources. In: *The Neutral ISM in Starburst Galaxies*. (Eds.) Aalto, S.; Hüttemeister, S.; Pedlar, A. ASP Conf. Series No. 320, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 199-202.
- Testori, J. C., Reich, P., Reich, W.: A large-scale radio polarization survey of the southern sky at  $\lambda 21$  cm. In: *The Magnetized Interstellar Medium*. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 57-62.
- Traub, W. A., Berger, J.-P., Brewer, M., Carleton, N. P., Kern, P., Kraus, S., Lacasse, M. G., McGonagle, W. H., Millan-Gabet, R., Monnier, J. D., Pedretti, E., Ragland, S., Reich, R. K., Schloerb, P., Schuller, P., Souccar, K., Wallace, G.: IOTA: recent technology and science. In: *New Frontiers in Stellar Interferometry*. (Ed.) Traub, W.A. Proceedings of SPIE No. 5491, SPIE, Bellingham 2004, 482-489.
- Uyaniker, B.: The novelty of the polarized sky. In: *The Magnetized Interstellar Medium*. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 71-80.
- Uyaniker, B., Reich, W., Yar, A., Fürst, E.: Radio emission from the Cygnus loop and its spectral characteristics. *Astron. Astrophys.* 426, 909-924 (2004).
- Uyaniker, B., Reich, W., Yar-Uyaniker, A., Kothes, R., Fürst, E.: The Cygnus loop: two colliding supernova remnants. In: *The Magnetized Interstellar Medium*. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 153-158.
- van Boekel, R., Min, M., Leinert, Ch., Waters, L. B. F. M., Richichi, A., Chesneau, O., Dominik, C., Jaffe, W., Dutrey, A., Graser, U., Henning, Th., de Jong, J., Köhler, R., de Koter, A., Lopez, B., Malbet, F., Morel, S., Paresce, F., Perrin, G., Preibisch, Th., Przygodda, F., Schöller, M., Wittkowski, M.: The building blocks of planets within the 'terrestrial' region of protoplanetary disks. *Nature* 432, 479-482 (2004).
- van der Tak, F. F. S.: Hot molecular cores and high-mass star formation. In: *Star Formation at High Angular Resolution*. (Eds.) Burton, M. G., Jagawardhana, R., Bourke, T. L. IAU Symposium No. 221. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 59-66.
- Verdes-Montenegro, L., Sulentic, J., Espada, D., Leon, S., Lisenfeld, U., Verley, S., Huchtmeier, W., Odewahn, S., Garcia, E., Yun, M. S., del Río, S., Combes, F.: A reference sample: ISM of the most isolated galaxies. In: *Recycling Intergalactic and Interstellar Matter*. (Eds.) Duc, P.-A., Braine, J., Brinks, E. IAU Symposium No. 217, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 220-221.
- Vinkovic, D., Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Elitzur, M., Weigelt, G.: Bipolar outflow on the asymptotic giant branch - the case of IRC+0011. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 352, 852-862 (2004).
- Vinkovic, D., Hofmann, K.-H., Elitzur, M., Weigelt, G.: Evidence for bipolar jets in late stages of AGB winds. In: *Asymmetrical Planetary Nebulae III: Winds, Structure and the Thunderbird*. (Eds.) Meixner, M., Kastner, J. H., Balick, B., Soker, N. ASP Conf. Series No. 313, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 321-326.
- Vollmer, B., Balkowski, C., Cayatte, V., van Driel, W., Huchtmeier, W.: NGC 4569: recent evidence for a past ram pressure stripping event. *Astron. Astrophys.* 419, 35-46 (2004).
- Vollmer, B., Beck, R., Kenney, J. D. P., van Gorkom, J. H.: Radio continuum observations of the Virgo cluster spiral NGC 4522 : the signature of ram pressure. *Astrophys. J.* 127, 3375-3381 (2004).
- Vollmer, B., Beckert, T., Duschl, W. J.: From the circumnuclear disk in the Galactic Center to thick, obscuring tori of AGNs. *Astron. Astrophys.* 413, 949-957 (2004).

- Vollmer, B., Reich, W., Wielebinski, R.: Detection of a radio halo in the Virgo cluster. *Astron. Astrophys.* 423, 57-64 (2004).
- Vollmer, B., Thierbach, M., Wielebinski, R.: Radio continuum spectra of galaxies in the Virgo cluster region. *Astron. Astrophys.* 418, 1-6 (2004).
- Walter, F., Carilli, C. L., Bertoldi, F., Menten, K. M., Cox, P., Lo, K. Y., Fan, X., Strauss, M. A.: Resolved molecular gas in a quasar host galaxy at redshift  $z=6.42$ . *Astrophys. J.* 615, L17-L20 (2004).
- Wang, M., Henkel, C., Chin, Y.-N., Whiteoak, J. B., Hunt Cunningham, M., Mauersberger, R., Muders, D.: Dense gas in nearby galaxies: XVI. The nuclear starburst environment in NGC 4945. *Astron. Astrophys.* 422, 883-905 (2004).
- Webb, N. A., Olive, J.-F., Barret, D., Kramer, M., Cognard, I., Löhmer, O.: XMM-Newton spectral and timing analysis of the faint millisecond pulsars PSR J0751+1807 and PSR J1012+5307. *Astron. Astrophys.* 419, 269-276 (2004).
- Weigelt, G., Wittkowski, M., Balega, Y. Y., Beckert, T., Duschl, W. J., Hofmann, K.-H., Menschikov, A. B., Schertl, D.: Diffraction-limited bispectrum speckle interferometry of the nuclear region of the Seyfert galaxy NGC 1068 in the H and K-bands. *Astron. Astrophys.* 425, 77-87 (2004).
- Wiedner, M. C., Wilson, C. D., Reid, M. J., Saito, M., Menten, K. M.: Interferometric radio and single-dish (sub)millimeter observations of Arp 220. In: *The Neutral ISM in Starburst Galaxies*. (Eds.) Aalto, S.; Hüttemeister, S.; Pedlar, A. ASP Conf. Series No. 320, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2004, 35-38.
- Wielebinski, R.: The history of radio continuum surveys. In: *The Magnetized Interstellar Medium*. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 241-244.
- Wielebinski, R., Mitra, D.: A re-examination of data on magnetic fields in the Galaxy. In: *The Magnetized Interstellar Medium*. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 19-23.
- Wittkowski, M., Kervella, P., Arsenault, R., Paresce, F., Beckert, T., Weigelt, G.: VLTI/VINCI observations of the nucleus of NGC 1068 using the adaptive optics system MACAO. *Astron. Astrophys.* 418, L39-L42 (2004).
- Wolleben, M., Landecker, T. L., Reich, W., Wielebinski, R.: The DRAO 26-m large scale polarization survey at 1.41 GHz. In: *The Magnetized Interstellar Medium*. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 51-56.
- Wolleben, M., Reich, W.: Faraday screens associated with local molecular clouds. *Astron. Astrophys.* 427, 537-548 (2004).
- Wolleben, M., Reich, W.: Modelling Faraday screens in the interstellar medium. In: *The Magnetized Interstellar Medium*. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 99-104.
- Woodruff, H. C., Eberhardt, M., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Ohnaka, K., Richichi, A., Schertl, D., Schöller, M., Scholz, M., Weigelt, G., Wittkowski, M., Wood, P. R.: Interferometric observations of the Mira star  $\alpha$  Ceti with the VLTI/VINCI instrument in the near-infrared. *Astron. Astrophys.* 421, 703-714 (2004).
- Woodruff, H. C., Eberhardt, M., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Ohnaka, K., Richichi, A., Schertl, D., Schöller, M., Scholz, M., Weigelt, G., Wittkowski, M., Wood, P. R.: Interferometric observations of the Mira star  $\alpha$  Ceti with the VLTI/VINCI instrument in the near-infrared. In: *New Frontiers in Stellar Interferometry*. (Ed.) Traub, W.A. Proceedings of SPIE No. 5491, SPIE, Bellingham 2004, 1707-1713.
- Wu, G., Hansen, V., Kreysa, E., Gemünd, H.-P.: Combination of classical filter theory and spectral domain analysis for the design of multilayered filters in the submm-wave range. In: *URSI 2004: International Symposium on Electromagnetic Theory*. University of Pisa, Pisa 2004, 781-783.

- Wu, G.; Hansen, V.; Kreysa, E., Gemünd, H.-P.: Synthesis of high-grade filters for terahertz applications based on multi-layered structures using capacitive and inductive grids. In: 27th ESA Antenna Technology Workshop on Innovative Periodic Antennas : Electromagnetic Bandgap, Left-Handed Materials, Fractal and Frequency Selective Surfaces. ESA WPP-222, ESA, Noordwijk 2004, 321-327.
- Xu, L.-H., Müller, H. S. P., van der Tak, F. F. S., Thorwirth, S.: The millimeter-wave spectrum of perdeuterated methanol, CD<sub>3</sub>OD. *J. of Molecular Spectroscopy* 228, 220-229 (2004).
- Yar-Uyaniker, A., Uyaniker, B., Kothes, R.: Polarized emission from optical filaments in two low surface brightness supernova remnants. In: *The Magnetized Interstellar Medium*. (Eds.) Uyaniker, B., Reich, W., Wielebinski, R. Copernicus, Katlenburg-Lindau 2004, 147-152.
- Yar-Uyaniker, A., Uyaniker, B., Kothes, R.: Distance of three supernova remnants from H I line observations in a complex region : G114.3+0.3, G116.5+1.1, and CTB 1 (G116.9+0.2). *Astrophys. J.* 616, 247-256 (2004).
- Young, C. H., Jorgensen, J. K., Shirley, Y. L., Kauffmann, J., Huard, T., Lai, S.-P., Lee, C. W., Crapsi, A., Bourke, T. L., Dullemond, C. P., Brooke, T. Y., Porras, A., Spiesman, W., Allen, L. E., Blake, G. A., Evans, N. J., Harvey, P. M., Koerner, D. W., Mundy, L. G., Myers, P. C., Padgett, D. L., Sargent, A. I., Stapelfeldt, K. R., van Dishoeck, E. F., Bertoldi, F., Chapman, N., Cieza, L., De Vries, C. H., Ridge, N. A., Wahhaj, Z.: A starless core that isn't: detection of a source in the L1014 dense core with the Spitzer Space Telescope. *Astrophys. J. Suppl.* 154, 396-401 (2004).
- Zaitsev, V. V., Kislyakov, A. G., Stepanov, A. V., Kliem, B., Fürst, E.: Pulsating microwave emission from the star AD Leo. *Astronomy Letters* 30, 319-324 (2004).

## 7.2 Abstracts

- Braatz, J., Henkel, C., Wilson, A. S., Greenhill, L. J., Moran, J. M.: A GBT atlas of H<sub>2</sub>O masers in galactic nuclei. *Bull. American Astron. Soc.* 36, 1389 (2004).
- Brown, M. E., Trujillo, C. A., Rabinowitz, D., Stansberry, J., Bertoldi, F., Koresko, C. D.: A Sedna update: source, size, spectrum, surface, spin satellite. *Bull. American Astron. Soc.* 36, 1068, (2004).
- Hieret, C., Menten, K., Schilke, P., Comito, C., Belloche, A.: A 3 mm spectral line survey of Sgr B2(M) and Sgr B2(LMH). *Astronomische Nachrichten* 325, Supplementary issue 1, 103 (2004).
- Lubowich, D. A., Kuno, N., Roberts, H., Millar, T. J., Henkel, C., Pasachoff, J. M., Mauersberger, R.: Deuterium nucleosynthesis in AGN: is D cosmological? *Bull. American Astron. Soc.* 36, 1546 (2004).

## 7.3 Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen

- Beck, R., Wielebinski, R.: Galaxien im Radiobereich. *Sterne u. Weltraum Special* 2, 50-59 (2004).
- Ott, J., Weiss, A., Henkel, C., Walter, F.: The temperature distribution of dense molecular gas in starburst cores. *ATNF News* 54, 14-16 (2004).
- Vollmer, B.: Eine neue Karte der Gaswolken im Galaktischen Zentrum. *Sterne u. Weltraum* 43, Nr. 3, 20 (2004).

Norbert Junkes