

## Bonn

### Max-Planck-Institut für Radioastronomie

Auf dem Hügel 69, 53121 Bonn  
Tel.: (0228)525-0, Telefax: (0228)525-229  
E-Mail: *username*@mpifr-bonn.mpg.de  
Internet: <http://www.mpifr-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. Am 12.05.1971 wurde das 100-m-Radioteleskop in Bad Münstereifel-Effelsberg eingeweiht. Der astronomische Meßbetrieb begann am 01.08.1972. Das 1985 in Betrieb genommene 30m-Teleskop für Millimeterwellen-Radioastronomie (MRT) auf dem Pico Veleta (bei Granada, Spanien) ging noch im selben Jahr über an das Institut für Radioastronomie im Millimeterwellenbereich (IRAM), Grenoble. Am 18.09.1993 erfolgte die Einweihung des für den submm-Bereich vorgesehenen 10m-Heinrich-Hertz-Teleskops (HHT) auf dem Mt. Graham (Arizona/USA), welches gemeinsam mit dem Steward Observatorium der Universität von Arizona betrieben wird (SMTO, SubMillimeter Telescope Observatory). 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 5000 m über dem Meeresspiegel ein neues Radioteleskop errichtet: APEX, das Atacama Pathfinder EXperiment. Am 02.07.2001 wurde der Vertrag zum Bau der Antenne unterschrieben. Das 12m-APEX-Teleskop wurde von der Firma VERTEX in Duisburg gebaut. Es wird Anfang 2003 nach Chile verschifft, und bereits im Lauf des Jahres 2003 soll die Anlage in Betrieb gehen.

#### 1 Personal

##### *Wissenschaftliche Mitarbeiter:*

Dr. W. Alef, Dr. J.W.M. Baars (bis 31.05.), Dr. R. Beck, Dipl.-Phys. U. Beckmann (Abteilungsleiter Infrarot-Interferometrie), Dr. E.M. Berkhuijsen (bis 31.01.), Dr. F. Bertoldi, Dr. H. Beuther (seit 01.04.), Prof. Dr. P.L. Biermann, Dr. T. Blöcker (bis 31.08.), Dipl.-Ing. I. Camara (seit 05.08.), Dr. S. Casanova (seit 11.09.), Dipl.-Ing. M. Ciechanowicz (seit 27.05.), Dr. T. Driebe, Dr. M. Dumke, G. Ediss, M.Sc. (bis 31.03.), Priv.-Doz. Dr. H. Falcke, Dipl.-Phys. A. Freihold, Prof. Dr. E. Fürst (Abteilungsleiter Station Effelsberg), Dr. H.-P. Gemünd, Dipl.-Ing. S. Gong, Dr. D.A. Graham, Dr. R. Güsten (Abteilungsleiter mm/submm-Technologie), Dr. H. Hafok (seit 01.12.), Dr. Y. Hagiwara, Dr. J. Hatchell, Dr. C. Henkel, Dr. K.-H. Hofmann, Priv.-Doz. Dr. W.K. Huchtmeier, Dr. A. Jessner, Dr. N. Junkes, Dr. R. Keller, Dipl.-Ing. B. Klein, Dr. T. Klein, Dr. A. Kraus, Dr. M. Krause, Dr. T. Krichbaum, Dr. E. Kreysa, Priv.-Doz. Dr. E. Krügel, Dipl.-Phys. E. Lahr-Nilles, Dr. A.

Lobanov, Dr. O. Löhmer (seit 15.08.), Dr. S. Markoff (bis 31.07.), Dr. H. Mattes (Abteilungsleiter Elektronik), Prof. Dr. K.M. Menten (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. P.G. Mezger (emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied), Dr. D. Muders (bis 30.06. abgeordnet zum SMTO), Dr. P. Müller, Dr. J. Neidhöfer, Dr. A. Oberreuter (Abteilungsleiter EDV), Dr. M. Petr-Gotzens, Dr. S. Philipp, Dr. R. Porcas, Dr. T. Preibisch, Dr. E. Preuss (bis 30.11.), Dr. P. Reich, Dr. W. Reich, Dr. L. Reichertz (bis 31.10.), Dr. E. Ros Ibarra, Dr. A. Roy, Dr. K. Ruf-Ursprung, Dipl.-Phys. F. Schäfer, Dr. D. Schertl, Dr. P. Schilke, Prof. Dr. J. Schmid-Burgk (bis 30.04.), Dr. J. Schmidt, Dipl.-Phys. J. Schraml, Dr. R. Schwartz (Leiter der Wissenschaftlichen und Allgemeinen Verwaltung), Dr. W.A. Sherwood, Dr. T. Stanke (seit 16.04.), Dr. R. Stark, Dr. H. Stüer, Dipl.-Math. F. Uhlig, Dr. B. Uyamker (seit 01.07.), Dr. F. van der Tak, Dr. B. Vollmer, Prof. Dr. G. Weigelt (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. R. Wielebinski (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Dr. T.L. Wilson (bis 30.06. abgeordnet als Stationsleiter zum SMTO, Tucson), Dr. A. Witzel, Dr. F. Wyrowski, Dr. J.A. Zensus (Mitglied des Direktoren-Kollegiums; Geschäftsführender Direktor).

#### *Stipendiaten und Gäste:*

Dr. T. Ashakim (seit 24.06.) Dr. W.J. Altenhoff, Dr. D. Banhatti (bis 08.10.), Dr. T. Beckert, Dr. E.M. Berkhuijsen (seit 01.02.), Dr. S. Britzen (bis 21.01.), M.Z. Chen (seit 25.11.), Dr. N. Dobrodey (bis 31.05.), Prof. Dr. W. Duschl, Prof. Dr. J. Eilek (18.01. bis 25.04.) Dr. A. Fletscher (seit 15.03.) Dr. G. Haslam (bis 30.06.), Dr. N. Ikhsanov, Dr. T. Kneiske (seit 06.05.), Dr. M. Lebrón, Dr. R. Lemke, Dr. V. Malanushenko (bis 17.03.), Dr. O. Maron (seit 01.03.), Dr. M. Massi, A. Menshchikov (bis 21.10.), Dr. F. Munyaneza (seit 01.10.), Dr. D. Mitra, Dr. A. Odegard (seit 14.10.), Dr. K. Ohnaka, Dr. A. Polatidis, Dr. E. Polehampton, Prof. Dr. S. Qian (03.06. bis 30.11.) Prof. Dr. J. Schmid-Burgk (seit 01.05.), Dr. K. Schmith (seit 01.07.), Dr. F. Schuller (seit 01.11.), Dr. A. Tarchi (bis 31.01.), Dr. J.C. Testori (08.04. bis 07.11.) Dr. M. Thierbach (seit 01.06.), Prof. Dr. M. Urbanik (03.05. bis 03.08.) Dr. P. van der Wal, Prof. Dr. S. Wagner (bis 31.01.), Prof. Dr. C.M. Walmsley, Dr. K. Weis (seit 01.03.), Dr. J. Winters (bis 01.06.), Prof. Dr. A. Wolszcan (15.05. bis 15.11.) Dr. F. Yuan (bis 31.10.), Dr. R. Zylka.

#### *Doktoranden:*

Dipl.-Phys. U. Bach, Dipl.-Phys. H. Beuther (bis 31.03.), Dipl.-Phys. M. Bradac (seit 01.04.), Dipl.-Phys. A. Brunthaler, Dipl.-Phys. Ch. Chiong, Dipl.-Phys. G. Cimò, Dipl.-Phys. C. Comito, Dipl.-Phys. L. Fuhrmann, Dipl.-Phys. A. Horneffer, Dipl.-Phys. T. Huege, Dipl.-Phys. A. Karastergiou (bis 30.09.), Dipl.-Phys. T. Kellmann, Dipl.-Phys. M. Kadler (seit 21.06.), Dipl.-Phys. J. Klare, Dipl.-Phys. E. Körding, Dipl.-Phys. S. Leurini, Dipl.-Phys. O. Löhmer (bis 14.08.), Dipl.-Phys. A. Medici, Dipl.-Phys. E. Middelberg, Dipl.-Phys. M. Mikulics (bis 12.10.), Dipl.-Phys. T. Pillai (seit 02.09.), Dipl.-Phys. A. Racanelli, Dipl.-Phys. R. Roman, Dipl.-Phys. F. Siebe, Dipl.-Phys. G. Siringo, Dipl.-Phys. B.W. Sohn (seit 01.10.), Dipl.-Phys. G. Thuma (bis 30.09.), Dipl.-Phys. H. Voss (seit 01.02.), Dipl.-Phys. M. Wolleben (seit 01.03.).

#### *Diplomanden:*

A. Curutiu (seit 01.10.), S. Friedrich (seit 01.06.), Y. Impellizzeri (seit 15.07.), M. Kadler (bis 20.06.), J. Kauffmann, I. Maris, N. Nemes (bis 31.08.), O. Nenestyan (seit 01.10.), A. Odegard, F. Pacek (bis 30.09.), G. Pavalas (bis 31.08.), L. Reuen (bis 05.09.), O. Tascu (seit 01.10.), V. Tudose, A. Vasile (bis 31.08.), H. Voss (bis 31.01.), C. Woodruff (seit 01.12.).

## 2 Instrumente und Rechenanlagen

### 2.1 100-m-Radioteleskop Effelsberg

#### *Beobachtungen*

Das 100-m-Radioteleskop erfreute sich auch in diesem Berichtsjahr einer sehr hohen Nachfrage nach Beobachtungszeit und konnte seiner Rolle als internationales Spitzeninstrument der Radioastronomie voll gerecht werden. Dabei wurde das Teleskop über einen Wellenlängenbereich, der den Bogen von 3,5 mm bis zu 21 cm überspannte, sehr flexibel betrieben. Ein Schwerpunkt des wissenschaftlichen Interesses, der die Leistungsfähigkeit des Radioteleskops herausfordert, zeigt sich in einer deutlichen Zunahme der kurzwelligen Beobachtungen: So wurden 37 % der gesamten Messzeit für Beobachtungen bei 1,3 cm oder kürzer genutzt. Auf die verschiedenen Beobachtungsarten verteilt sich die Beobachtungszeit wie folgt: Spektroskopie 47 %, VLBI 22 %, Kontinuum 15 %, Pulsare 16 %.

Die Beobachtungszeit wurde von etwa 90 Beobachtern aus 18 Ländern wahrgenommen, wobei 15,3 % auf Arbeiten von Doktoranden und Postdocs am Institut und 11,8 % auf Wissenschaftler von auswärtigen deutschen Instituten entfielen. Der Schwerpunkt der Nutzung durch auswärtige Wissenschaftler lag mit rund 49 % eindeutig bei Untersuchungen, die ausländische Astronomen mit dem 100-m-Radioteleskop durchgeführt haben.

#### *Technische Arbeiten*

Nachdem im Vorjahr alle alten Azimutgetriebe durch neue ersetzt worden waren, mußte die zunächst provisorische elektrische Verkabelung in einen dauerhaften Zustand gebracht werden. Diese Arbeiten konnten jedoch 2002 nicht abgeschlossen werden. Eine Reihe von Nacharbeiten mußten durch Personal der Station betreut werden. Die neuen Getriebe arbeiten im Prinzip einwandfrei; Probleme gibt jedoch vor allem hinsichtlich der maximalen Fahrgeschwindigkeit. Bedingt durch die hohe Viskosität des verwendeten Getriebeöls ist die maximale Fahrgeschwindigkeit etwas niedriger als vor dem Wechsel.

Die Arbeiten zur Justierung der Paneele des Hauptreflektors wurden fortgesetzt. Mit großem Aufwand wurden die völlig korrodierten Steller der Paneele des Ringes 14 ausgetauscht und die Paneele gemäß der holographischen Vermessung aus dem Vorjahr justiert. Eine nachfolgende Vermessung ergab eine geringe Abweichung dieser Paneele vom bestangepaßten Paraboloid. Die Arbeiten werden fortgesetzt, um die gesamte Oberfläche bestmöglich zu justieren.

Großen Umfang nahm die Vorbereitung und Auswertung einer bereits im Vorjahr geplanten Studie zur Verbesserung der optischen Eigenschaften des Teleskops ein. Die Vermessung des Umlenkspiegels im Jahr 2001 unter Anwendung der Photogrammetrie ergab eine um den Faktor 2-3 zu große mittlere Abweichung der Oberfläche vom Sollwert. Der Umlenkspiegel muß daher ersetzt werden. In diesem Zusammenhang sollte von der Firma MAN auch die Machbarkeit einer aktiven Oberfläche des Umlenkspiegels und die Einbringung eines automatischen Fokus/Empfängerwechsel untersucht werden. In einer Studie hat MAN die Machbarkeit nachgewiesen. Durch den Ersatz des defekten Umlenkspiegels und den Übergang zu einer aktiven Oberfläche wird in Sekundärfokus eine deutliche Verbesserung der Empfindlichkeit erreicht. Bei hohen Frequenzen können mit einer solchen Einrichtung die 3-4 fache Menge an Projekten durchgeführt werden.

Bei der Steuerung des Umlenkspiegels wurde für die radiale Verschiebung eine Wegstreckemessung eingeführt. Mit dieser Maßnahme kann der Ersatz der stark abgenutzten Einrichtung hinausgezögert werden. Erste Einbauten und Tests eines Profibussystems wurden durchgeführt. Dieses System dient der Datenübertragung und wird in Effelsberg zur Übermittlung von Diagnosemeldungen, allgemeinen Fehlermeldungen u.ä. eingesetzt. Die Verlegung von Lichtwellenleitern (LWL) im gesamten Teleskop wurde vorbereitet.

Bei Beobachtungen im langwelligen Bereich werden zunehmend Interferenzstörungen beobachtet, die auch durch hausinterne Geräte erzeugt werden. Besonders starke Störer (z.B. gewisse PC's) wurden in speziell hergerichteten, abgeschirmten Schränken untergebracht.

Die Dämpfung, die mit derartigen Schränken erreicht wird, ist für viele Geräte nicht ausreichend. Daher wurden die Planungen für einen Faraday-Raum 2002 fortgesetzt und zum Abschluß gebracht.

Die Arbeiten an dem Übergang vom alten Steuersystem (VAX/CAMAC) hin zu VME/VxWorks wurden fortgeführt. Die Übernahme der reinen Teleskopsteuerung durch das neue System erwies sich als problemlos. Im Jahr 2002 wurde auch die Frontendsteuerung übernommen. Die Verbindung und der Datenaustausch mit dem restlichen VAX/CAMAC-System läuft ohne Schwierigkeiten.

In Zusammenarbeit mit dem BKG (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie) und dem Geodätischen Institut der Universität Bonn wurde ein GPS-System in Effelsberg installiert. Dessen Daten sollen zukünftig nicht nur im Rahmen eines GPS-Referenz-Netzwerks verwandt werden, sondern auch die Kalibration von hochfrequenten VLBI-Experimenten verbessern. Der Empfang zweier unterschiedlicher Frequenzen von den GPS-Satelliten erlaubt die Bestimmung atmosphärischer und ionosphärischer Phasenänderungen und somit die Verbesserung des Atmosphärenmodells für die Korrelation. Zusätzliche Messungen mit einem derzeit im Testbetrieb befindlichen Wasserdampf-Radiometer werden die Genauigkeit noch weiter erhöhen. Die Daten des GPS-Systems können die Kalibration der ionosphärischen Faraday-Rotation bei niederfrequenten Polarisationsmessungen verbessern.

Neben den regulären, regelmäßigen Pointing-Messungen wurden die Bestrebungen fortgesetzt, ein System zur Korrektur von Temperatur- (d.h. Sonnenschein-) sowie Wind-Einflüssen auf die Positionierung der Antenne zu entwickeln. Im vergangenen Jahr konnte eine Reihe von Testmessungen mit vielversprechenden Resultaten durchgeführt werden. Ausserdem wurden zwei hochpräzise Neigungsmesser angeschafft, die im Jahr 2003 in das Teleskop eingebracht werden und die Pointingbestimmung unterstützen sollen.

Zwei der vier Filterbänke des vorhandenen Pulsarsignalentzerrers (Baujahr 1978) wurden vom Digitallabor in Bonn mit neuer Digitalelektronik versehen. Es ist nun möglich, alternativ zum normalen Dedispersionsbetrieb, bei dem die Ausgänge der 60 einzelnen Filterkanäle zeitverzögert zu einem Signal addiert werden, die 60 digital gewandelten Intensitätssignale direkt auszugeben. Eine weitere Betriebsart ermöglicht die digitale Addition jeweils zweier Einzelkanäle mit 2/3 MHz Bandbreite zu einem Signal, welches die Intensität von 1,33 MHz repräsentiert. Durch die halbierte Kanalzahl kann die Abtastrate verdoppelt werden.

Ein neues Backend (PULSAR2000) ist in der Lage, 60 Filterkanäle mit 100 $\mu$ s Zeitauflösung kontinuierlich aufzuzeichnen. Es wird bereits für die Pulsarsuche bei 1,4 GHz eingesetzt.

Für die seit 1988 angefallenen Rohdaten des Pulsarbeobachtungssystems EPOS (> 200 CD's) wurde im Rahmen eines Praktikumsprojekts ein Archivrechner (PC) mit großer Plattenkapazität und spezieller Verwaltungs- und integrierter Auswertungssoftware erstellt, der alle Rohdaten on-line zugänglich machen soll.

Als Übergang von den teleskop- und gerätespezifischen Daten zu den diversen Auswertepaketen wurde (in Anlehnung an Entwicklungen für das Atacama Large Millimeter Array ALMA) das FITS-Format (Flexible Image Transport System) gewählt. Erste Softwareentwicklungen hierzu sind im Gange. Auch das Effelsberger Standard-Softwarepaket TOOLBOX zur Datenauswertung wird zur Zeit überarbeitet und den neuesten Gegebenheiten angepaßt. Es wird dann auch FITS-formatierte Daten zur weiteren Auswertung anbieten.

## 2.2 Heinrich-Hertz-Teleskop (HHT)

Am Heinrich-Hertz-Teleskop, das gemeinsam mit dem Steward-Observatorium der Universität von Arizona auf dem Mt. Graham betrieben wird, standen den Mitarbeitern des Instituts und den Mitarbeitern deutscher Universitäten 6 Wochen an Beobachtungszeit zur Verfügung. Aufgrund einer Änderung des Vertrages zwischen dem MPI für Radioastronomie und der University of Arizona wurde die Beobachtungszeiten von bisher 12 auf 6 Wochen reduziert.

Astronomische Linienbeobachtungen wurden wie in den Vorjahren mit den folgenden Empfängern durchgeführt: SIS-Empfänger bei einer Frequenz von 230 GHz als Backup-Gerät für mäßige Witterungsbedingungen, 2-Kanal-SIS-Empfänger bei 345 GHz und ein SIS-Empfänger für den Frequenzbereich 460–490 GHz. Mehrere Akusto-Optische Spektrometer (AOS), Filterbänke sowie ein CHIRP-Transform-Spektrometer (entwickelt am MPI für Aeronomie) standen als Backends zur Verfügung. Das sogenannte On-the-Fly-Mapping wurde zur Erstellung von Radiokarten genutzt. Ein Joule-Thomson-System mit einem 2 mm-Empfänger wurde im April erfolgreich für VLBI-Messungen zum Einsatz gebracht.

Ein am MPIfR entwickeltes 19-Kanal-Bolometer wurde ausgiebig für Kontinuums-Beobachtungen im Wellenlängenbereich von 0,87 mm genutzt. Es wurden Radiokarten von galaktischen Quellen und von Galaxien mit diesem Bolometer produziert. Neue Kartierungstechniken für Bolometer-Arrays wie “Fast On-The-Fly Mapping” wurden getestet und bereits für astronomische Beobachtungen angewandt. Erste Tests mit einem von der Gruppe um E. Kreysa entwickelten Polarimeter wurden durchgeführt und im Januar 2002 fortgesetzt.

Im Herbst wurde ein neues Kontrollrechner-System installiert; der Beobachtungsbetrieb begann daher erst im Dezember.

### 2.3 Elektronik-Abteilung

In der Empfängertechnik wurde am 9 mm-Siebenhorn-Empfänger weitergebaut. Neben den MMIC-Verstärkern erstrecken sich Neuentwicklungen auf Phasendiskriminatoren, 180°-Phasenschalter, Hybride usw. bei 32 GHz. Gleichzeitig wird eine hohe Integrationsrate angestrebt, da das System als Prototyp für ein eventuell zu bauendes 91-Horn-System für den Sekundärfokus des 100 m-Teleskops angesehen werden muss. Daraus ergeben sich Beschränkungen für die Größe der Bauteile. Dies erfordert auch Neuentwicklungen im Bereich der Kryotechnik, da es schwierig werden wird ein System mit 182 Kanälen und 364 gekühlten Frontend-Verstärkern auf 20 K zu halten und auch gelegentlich zu warten. Dieser Empfänger stellt die erste Entwicklung eines Geradeaus-Empfängers am MPIfR dar.

Es wurden weitere Empfängerprojekte begonnen: ein neuer Empfänger für 11 cm und ein 6 cm-Empfänger für die Partnergruppe in China, welche beide Ende 2003 fertiggestellt werden sollen. Verschiedene alte Empfänger wurden überholt und auf den aktuellen Stand der Technik gebracht, wie z.B. 5 cm (PFK), 2 cm (SFK), 1,3 cm (SFK).

Die ESA ist an Messungen und der Kartographierung von Weltraummüll (Space Debris) bei 1,33 GHz interessiert. Da ein neuer L-Band-Empfänger für den Bereich 1,25-1,7 GHz im Interesse des MPIfR liegt, wird ein neuer Empfänger mit sieben Hörnern für den Primärfokus des 100 m-Teleskops im HF-Labor gebaut werden, wobei alle Sachmittelkosten von der ESA getragen werden.

Die Verstärkerentwicklung nimmt einen großen Teil der Entwicklungskapazitäten der Mikrowellengruppe der Elektronikabteilung in Anspruch. Es wurden neue rauschärmere Verstärker für 4-8 GHz (Hybrid), 1,2-1,8 GHz (Hybrid), 26-40 GHz (MMIC) entwickelt, welche in größeren Stückzahlen produziert werden. Die InP-Halbleiter wurden über das NASA-CHOP-Programm bezogen.

In der Systemgruppe wurde ein Schmalbandpolarimeter mit 8 Kanälen entwickelt und mit Erfolg in Betrieb genommen.

Im Zuge des Aufbaus von APEX, wird der bisher am CSO (Caltech Submm Observatory) erfolgreich betriebene Breitband-Korrelator “MACS” (MPI Array Correlator System) umgebaut. Das speziell für die Submm-Astronomie entwickelte Backend verfügt über 32 Spektrometer nach dem Autokorrelationsprinzip mit jeweils 1 GHz Bandbreite und ermöglicht eine spektrale Aufspaltung in 1024 Kanäle. Durch den Umbau wird ein wesentlicher Teil der Signalverarbeitung, der bisher mit speziellen Digitalen Signalprozessoren realisiert wurde, auf PC-Technik mit dem Betriebssystem Linux umgestellt. Hierdurch wird das System flexibler für Erweiterungen und stabiler für einen *remote*-Betrieb auf 5000 Meter Höhe.

Für den Einsatz am 100 m-Radioteleskop in Effelsberg wurde ein neues Pulsar-Backend "PULSAR2000" entwickelt, das in Verbindung mit der Erweiterung des Pulsar-Signal-Entzerrers (PSE), bis zu 64 Eingangskanäle mit einer maximalen Abtastrate von 10 kHz aufzeichnen kann. Nach einer erfolgreichen Testphase wird das Backend seit Anfang 2002 für die Suche nach Millisekunden-Pulsaren eingesetzt.

In der Entwicklung für Effelsberg ist weiterhin eine neue Version der Empfänger-Steuereinheiten und ein Multiplexer zur Erweiterung des Kontinuum-Backends. Durch diese Entwicklungen kann der Beobachtungsbetrieb zuverlässiger (Steuereinheiten) und durch den Multiplexer um neue Polarimeter ergänzt werden.

Der erfolgreiche Einsatz von (Realtime-)Linux in den Projekten PULSAR2000 und MACS sowie die enormen Leistungssteigerungen im PC-Bereich, werden zukünftig eine Realisierung von Spektrometern durch direkte Rechnung der Fourier-Transformation (FFT) erlauben. Bereits heute arbeitet die Digital-Gruppe an Konzepten im Hard- und Software-Bereich, um eine baldige Umsetzung zu unterstützen.

## 2.4 Submillimeter-Technologie

### *Heterodyn-Gruppe*

CHAMP (Carbon Heterodyn Array of the MPIfR), das 16-Element Heterodyn-Array des MPIfR, war weiterhin am CSO auf Mauna Kea eingesetzt. Eine Vielzahl von Beobachtungsprojekten, die die Untersuchung des angeregten warmen CO(4-3) und/oder des atomaren neutralen Kohlenstoffs [C I] zum Ziel haben, wurden durchgeführt und weitgehend abgeschlossen. Die Quellen erfassen neben dem galaktischen Zentrum eine Reihe von Supernovaüberresten,

Regionen prominenter galaktischer Sternentstehung, Outflows und Photo-Dissoziations Schichten. In Zusammenarbeit mit SRON (Space Research Organization Netherlands) wird ein 800 GHz-Empfänger am JCMT (James Clerk Maxwell Telescope, ebenfalls auf Mauna Kea) betrieben, der für interessierte Nutzer über das JCMT-Vergabeverfahren zugänglich ist.

Vorbereitende Arbeiten zum Upgrade des CHAMP für den Einsatz am APEX sind angefallen. In Zusammenarbeit mit SRON und JPL (USA) wird ein 2-Farben Array (mit je 7 Pixeln im 650 und 850 GHz Submm-Band) aufgebaut. Das Instrument soll zum Jahreswechsel 2004/2005 zum Einsatz kommen.

Die Arbeiten zum Aufbau des Heterodyn-Empfängers für hochauflösende Spektroskopie (GREAT, German REceiver for Astronomy at Terahertz Frequencies) auf der Flugzeugplattform SOFIA, (Stratosphären-Observatorium für Infrarot-Astronomie) schreiten voran (mit der Universität Köln, dem MPI für Aeronomie, und dem DLR-Institut für Weltraumsensorik und Planetenforschung). Das Design des Kryostaten ist abgeschlossen und zur Produktion freigegeben, die opto-mechanische Struktur ist definiert. Ziel ist die rechtzeitige Fertigstellung des Instrumentes für die ersten wissenschaftlichen Flüge Ende 2004. Der Empfänger wird Beobachtungen in drei ausgewählten Frequenzbändern ermöglichen, die auf die Feinstrukturlinie des ionisierten Kohlenstoffs bei 1,9 THz, den Grundübergang des HD-Moleküls bei 2,7 THz, sowie die Linie des atomaren Sauerstoffs bei 4,8 THz zielen.

Die Arbeiten zur Entwicklung der Lokalszillatoren (L.O.) für HIFI (das Heterodyn-Instrument an Bord des HSO, Herschel Space Observatory) verlaufen weiterhin sehr erfolgreich. Drei Demonstrationsmodelle mit Frequenzen bis hin zu 1,3 THz sind zugeliefert und werden derzeit in die Mechanik der Einheit eingepasst, quasi-optisch vermessen und elektrisch charakterisiert. Die Auslieferung zur weiteren Integration in das Gesamtsystem ist für Januar 2003 vorgesehen.

### *Bolometer-Gruppe*

Die Bolometerarrays MAMBO und MAMBO2 (Max-Planck Millimeter Bolometer) waren durchgehend im Einsatz am IRAM-30m-Teleskop im atmosphärischen Fenster bei 1 mm

Wellenlänge. Beide Arrays arbeiten bei einer Temperatur von 300 mK mit Detektoren, die in einem hexagonalen Gitter angeordnet sind. MAMBO mit 37 Elementen hat noch eine geringfügig bessere Empfindlichkeit pro Pixel, so dass es für ON-OFF Beobachtungen von sehr schwachen Quellen bevorzugt wird. MAMBO2 mit 117 Elementen ist für großflächiges Kartieren wesentlich effizienter. Beide Arrays wurden wieder ausgiebig und erfolgreich genutzt, auch von vielen Gastbeobachtern.

Das im Vorjahr entwickelte Backend, auf der Basis von Analog-Digital Konvertern, ist jetzt am 30m-Teleskop das Standard-Backend für alle Bolometersysteme.

Das in Zusammenarbeit mit dem Astronomischen Institut der Universität Bochum, Onsala Space Observatory und der ESO entwickelte Bolometerarray SIMBA war in den Wintermonaten kontinuierlich am SEST in Chile im Einsatz. SIMBA ist eine Kopie von MAMBO, aber mit der erheblichen Komplikation, daß es am SEST keinen beweglichen Subreflektor (chopping secondary) gibt. Dieses Problem wurde zum einen mit aufwändiger Elektronik (AC-Bias) und zum anderen mit neuen Kartierungs-Strategien (fast scanning) gelöst.

Mit dem Array von 19 Bolometern für eine Arbeitstemperatur von 100 mK, optimiert für 2 mm Wellenlänge (HUMBA), wurde am 30m-Teleskop klar der Sunyaev-Zel'dovich-Effekt in einem Galaxienhaufen nachgewiesen. Die Laboruntersuchungen und die Auswertung der Daten sind Teil einer Dissertation. Eine dabei entwickelte Methode zur Unterdrückung von Exzessrauschen wurde zum Patent angemeldet.

Die im Rahmen einer weiteren Dissertation betriebene Entwicklung eines Array-Polarimeters steht vor dem erfolgreichen Abschluss. Das Polarimeter basiert auf einer abstimmbaren, reflektierenden Verzögerungsplatte großen Durchmessers, die im Prinzip vor jedem Array betrieben werden kann. Am HHT wurden bei 0,87 mm Wellenlänge Beobachtungen von Punktquellen und Kartierungen durchgeführt. Wegen der neuartigen Polarisationsmodulation bei hoher Frequenz musste neue Auswertesoftware entwickelt werden.

Unsere Entwicklung supraleitender Bolometer mit SQUID-(Superconducting Quantum Interference Device) Auslesung erhielt einen wesentlichen Anstoß durch die Verbundforschung. In einer Zusammenarbeit mit dem Institut für Physikalische Hochtechnologie (IPHT) in Jena, dem Astronomischen Institut der Universität Bochum und dem MPIfR soll diese Entwicklung beschleunigt vorangetrieben werden. Mittlerweile wurde für reproduzierbare Thermistoren, mit einstellbarer Sprungtemperatur zwischen 100 und 600 mK, auf dem speziellen Substrat von Silizium-Nitrid eine neue Materialpaarung (auf der Basis des Proximity Effekts) für die Thermistoren gefunden. Membranen aus Silizium-Nitrid sind für unsere Bolometer-Technologie unverzichtbar. Ein Demonstrationsarray aus sieben supraleitenden Bolometern steht kurz vor der Fertigstellung.

Die Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. V. Hansen (Universität Wuppertal) wurde mit dem Ziel der Entwicklung verbesserter Filtersysteme für grosse Arrays fortgesetzt.

Der in 2003 anstehende Aufbau von APEX hat unmittelbare Auswirkungen auf die Arbeit der Bolometergruppe des MPIfR. Entwicklungen für APEX haben Vorrang. Im Rahmen eines Verbundforschungsprojekts wurde die Entwicklung eines Arrays mit 295 supraleitenden Bolometern bei 0,87 mm Wellenlänge für APEX eingeleitet (LABOCA). Eine erste Version von LABOCA wird noch aber noch in bewährter Halbleitertechnologie aufgebaut, um sicherzustellen, dass ein grosses Array schon in der Anfangsphase von APEX zur Verfügung steht. Wegen der schwierigen und teuren Versorgung mit flüssigem Helium am Standort von APEX, soll LABOCA mit einem zweistufigen Pulsröhrenkühler in Kombination mit einer weiteren Tiefkühlstufe ( $< 300$  mK) betrieben werden. Ein Array aus 37 Halbleiter-Bolometern für 0,35 mm Wellenlänge wird auch schon am Anfang zur Verfügung stehen.

## 2.5 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. Daraus ergab sich die Motivation für die Entwicklung einer optimierten Elektronik für den Betrieb von Speckle-Kameras für den infraroten Spektralbereich.

Mit den genannten Anforderungen wurde ein neues Kamerasystem entwickelt und gebaut, das für die Bisppektrum-Speckle-Interferometrie in Auflösung und Signal-zu-Rausch-Verhältnis bisher einzigartig ist. Die Elektronik der Kamera ist mit verschiedenen Infrarot-Detektoren eingesetzt worden, z.B. HAWAII, NICMOS-3 und PICNIC. Die Elektronik beinhaltet separate Elektronikmodule für optimale Entkopplung, Takterzeuger, Vorverstärker mit Signalfilter und einen schnellen 14bit-AD-Wandler. Die Signalübertragung zum Aufnahmerechner erfolgt über Fiberoptik-Kabel. 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.

Folgende Kameras sind im Einsatz bzw. im Bau: Für Messungen am 6m-SAO-Teleskop werden die NICMOS3/PICNIC-Kamera seit Juni 1998 und die HAWAII-Kamera seit Oktober 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.

Die Hauptarbeit lag im Jahr 2002 auf der Fertigstellung des AMBER (Astronomical Multi Beam Recombiner) Instruments. AMBER ist der Nah-Infrarot-Detektor des ESO-VLT Interferometers und ermöglicht die Rekonstruktion von echten Bildern mit Hilfe der "Phase-Closure-Technik". Das Instrument wird von einem internationalen Konsortium (außer MPIfR noch Institute der Universitäten in Nizza, Grenoble und Florenz) entwickelt. Nach dem "Final Design Review" im April 2001 begann der Bau der einzelnen Teilsysteme. Unser Beitrag ist das Kamera-Subsystem, das einschliesslich der Datenaufzeichnung vollständig hier entwickelt und gebaut wurde. Die interferierenden Strahlen von 2 oder 3 VLT-Teleskopen werden zusammen mit der photometrischen Information aus den Strahlen der Einzelteleskope in einem Spektrografen spektral zerlegt und mit dem Detektor aufgenommen. Der Detektor ist ein HAWAII-Array mit 512 x 512 Pixeln. Die Detektorelektronik basiert auf unseren Nahinfrarot-Kameras. Um eine maximale Bildrate von 100 Bildern/sec. zu erreichen, werden die relevanten Bereiche des Detektors (3 bzw. 4 Streifen mit einer Breite von 16 Pixeln und einer Länge von 40 bis 512 Pixeln, je nach spektraler Auflösung) mit einer Pixelrate von 500 kHz ausgelesen. Die dazwischenliegenden Bereiche werden mit der wesentlich höheren Pixelrate von 10 MHz schnell überlesen. Seit Oktober 2002 findet die Integration des Gesamtinstruments in Grenoble, Frankreich, statt.

## 2.6 Mark IV VLBI-Korrelator

Mit dem Bonner "Mark IV-Korrelator" werten Radioastronomen und Geophysiker digitale Daten aus, die im Rahmen der Radiointerferometrie mit großen Basislängen (englisch: Very Long Baseline Interferometry, VLBI) gesammelt werden. Der Korrelator dient der VLBI-Gruppe am MPIfR vor allem zur Fortentwicklung der VLBI-Technologie und -Wissenschaft hin zu immer kürzeren Wellenlängen. Dabei wurden bereits Erfolge in bei 2 mm Wellenlänge erreicht und publiziert; für 2003 sind Beobachtungen bei 1 mm geplant. Ein weiteres Highlight ist die Auswertung von VLBI-Beobachtungen, die die Suche nach exosolaren Planeten zum Ziel haben.

Der Korrelator ist mit der Auswertung der Daten von astronomischen VLBI-Beobachtungen des MPIfR und von geodätischen VLBI-Beobachtungen sowohl des Geodätischen Instituts der Universität Bonn als auch des BKG in Frankfurt, die beide zum internationalen Dienst IVS (International VLBI Service) beitragen, voll ausgelastet. Im Jahr 2002 führten weitere Verbesserungen der Korrelatorsoftware zur Erhöhung des Durchsatzes, womit ein Teil des erhöhten Korrelationsbedarfs aufgefangen werden konnte.



### 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, Wielebinski, Priv.-Doz. Huchtmeier, Krügel, Falcke und Dr. Massi. Darüber hinaus wurde eine Reihe von Vorlesungen an auswärtigen Universitäten gehalten (Prof. Biermann).

#### 3.2 Prüfungen

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

#### 3.3 Gremientätigkeit

W. Alef: VLBI Technical and Operations Group des EVN;  
R. Beck: gewähltes Mitglied der CPT-Sektion der MPG;  
Mitglied im "Square Kilometer Array - International Science Advisory Committee"; Programmkomitee Effelsberg;  
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. Blöcker: VLTI AMBER Science Team;  
T. Driebe: VLTI AMBER Science Team;  
H. Falcke: Westerbork Program Committee; Mitglied im "Square Kilometer Array - International Science Advisory Committee"; IAU Working Group on Black Holes (Vorsitz);  
E. Fürst: Kommission J (Radioastronomie) des U.R.S.I.-Landesausschusses Deutschland (Vorsitz ab 01.10.);  
C. Henkel: Programmkomitee Effelsberg; IAU Working Group on Astrochemistry;  
E. Kreysa: Evaluation der Instrumentenvorschläge für HSO und PLANCK;  
T. Krichbaum: Programmkomitee Effelsberg;  
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; gewähltes Mitglied der CPT-Sektion der MPG; Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des AIP;  
R. Porcas: EVN Program Committee (Scheduling der Beobachtungen); URSI/IAU Global VLBI Working Group;  
T. Preibisch: VLTI Science Demonstration Team;  
E. Preuss: "Radioastron International Scientific Council" (RISC);  
W. Reich: Kommission J (Radioastronomie) des U.R.S.I.-Landesausschusses Deutschland (Vorsitz bis 30.09.); Programmkomitee Effelsberg;  
K. Ruf: IUCAF (Scientific Committee on the Allocation of Frequencies for Radio Astronomy and Space Science); CRAF (Committee on Radio Astronomy Frequencies der European Science Foundation);  
P. Schilke: IRAM Scientific Advisory Committee;  
R. Schwartz: MGIO Verwaltungsrat; Programmkomitee des europäischen VLBI-Netzes (EVN);  
G. Weigelt: VLTI Implementation Committee der ESO; VLTI AMBER Science Team und AMBER-Co-PI;  
R. Wielebinski: IRAM Executive Council; SMTO Council; Fachbeirat Torun University Observatories;  
A. Witzel: Programmkomitee des Coordinated Millimeter VLBI Array (CMVA);

J.A. Zensus: JIVE-Verwaltungsrat; EVN-Konsortium (Vorsitz); Teilnahme am VSOP International Science Council; European and International SKA Consortium; IRAM Scientific Advisory Committee; "Radioastron International Scientific Council" (RISC);

## 4 Wissenschaftliche Arbeiten

### 4.1 Millimeter- und Submillimeter-Astronomie

#### *Sternentstehung und -entwicklung in unserer Galaxis*

Mehrere Untersuchungen widmeten sich Molekülwolken als den Geburtsstätten der Sterne. Zu deren Analyse wurde die Durchmusterung des molekularen Spektrums des Orion Hot Core im  $350\mu$ -Fenster abgeschlossen; etwa 1500 Linien wurden registriert, von denen nur etwa zwei Prozent noch nicht identifiziert werden konnten. Ferner konnte über die Beobachtung der Submm-Übergänge von deuteriertem Wasser die Verteilung des  $\text{H}_2\text{O}$ -Moleküls entlang der Sichtlinie zu SgrB2 aufgelöst werden.

Ein beobachtungstechnischer Durchbruch wurde am HHT erzielt. Erstmals gelang der Nachweis von Terahertzstrahlung mit einem bodengebundenen Teleskop. Der  $\text{CO}(9-8)$  Rotationsübergang (1,037 THz) konnte mit einem supraleitenden "Hot-Electron Bolometer" in Richtung auf Orion-KL an mehreren Positionen nachgewiesen werden. Dieser Linienergung wird von Gas mit einer Temperatur von mindestens 130 K und einer Dichte von mindestens  $10^6 \text{ cm}^{-3}$  abgestrahlt.

Die Eignung des Methanolmoleküls als Dichte- bzw. Temperaturindikator wurde untersucht und ein Methanolsurvey in Dunkelwolken sowie die Berechnung neuer Stossraten für dieses Molekül durchgeführt. Es ergab sich, dass Liniengruppen bei 241 und 96 GHz zur Bestimmung hoher Dichten, Submm-Übergänge für Temperaturbestimmungen sehr geeignet sind. In zwei Dunkelwolken und einem Sternentstehungsgebiet wurde dreifach deuterierter Ammoniak entdeckt. Dieser hohe Grad von Isotopen-Substitution stellt eine Herausforderung an unser Verständnis der Molekülbildung sowohl in der Gasphase als auf Stauboberflächen dar und verspricht neue Einsichten in die frühesten, sehr kalten Stadien der Sternbildung. In Sternentstehungsgebieten niedriger Masse konnte gezeigt werden, dass die (partielle) Deuterium-Substitution in Ammoniak mit der Entfernung vom Protostern abfällt, Deuterierung also stark an Akkretion und ggf. das Ausfrieren anderer Moleküle wie CO gekoppelt ist. Das Potential schwefelhaltiger Moleküle als Entwicklungsindikatoren bei der Bildung massereicher Sterne wurde an einem Dutzend massereicher Objekte untersucht. Ein wesentlicher Teil solcher Emissionen entsteht in Gas hoher Geschwindigkeit (Einfall oder Ausfluss), die  $\text{SO}_2$ -Häufigkeit nimmt im Inneren der Hüllen stark zu aufgrund von Verdampfung von Stauboberflächen. Wahrscheinlich ist der hauptsächliche Träger von Schwefel in diesen Oberflächen nicht wie bisher vermutet  $\text{H}_2\text{S}$ , sondern OCS.

Zahlreiche Wolken wurden im Detail beobachtet. So wurde eine  $13' \times 23'$  große Region in M17 mit dem HHT in  $\text{CO}(2-1)$  kartiert und die Struktur der Molekülwolke mittels gaussförmiger Klumpen modelliert, sodann in Richtung der dichtesten Kerne die  $\text{CS}(5-4)$  Linie kartiert. Die CS-Maxima ergaben sich als im Vergleich zu  $\text{C}^{18}\text{O}$  in-Richtung der HII Region verschoben. Dies bedeutet, dass M17SW durch die HII-Region geheizt und komprimiert wird. Vermutlich wird hierdurch eine neue Generation von massereichen Sternen entstehen. Ein verwandtes Beispiel sequentieller Sternentstehung ist Cep B. Die Kartierung der  $\text{CO}(4-3)$  und  $\text{Cl}(^3\text{P}_1-^3\text{P}_0)$  Linien in Richtung des heißen Kerns dieser Molekülwolke mit dem CHAMP-Empfänger wurde fertiggestellt. Gegenüberstellung der ISO-Karte einer Region in Cygnus und einer am HHT gewonnenen CO-Karte erlaubte die Bestimmung der Emission von polizyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) aus diesem Gebiet. Mit Hilfe von bolometrischen und spektrometrischen Beobachtungen am HHT und in Effelsberg konnten junge stellare Objekte (YSO) der Klassen 0 und 1 im Zentrum der Dunkelwolke Lynds 870 nachgewiesen werden. Die Wechselwirkung von Supernovaüberresten

(SNR) mit sie umgebenden interstellaren Molekülwolken wurde an der Region W28 mittels Kartierung mehrerer CO-Linien untersucht. Es ergaben sich klare Anzeichen für eine Stosswechselwirkung zwischen SNR und ruhendem molekularem Gas. Breite, starke Linien korrelieren sowohl mit der Synchrotronschale des SNR als auch mit den 1720 MHz OH-Masern, die ein Indiz solcher Wechselwirkung sind. Eine Analyse mehrerer Linienübergänge zeigte grosse Unterschiede in den physikalischen Eigenschaften zwischen geschocktem und ruhendem Gas.

Es wurde ein Modell für die Struktur und Stabilität von massearmen Dunkelwolken, d.h. von Bok-Globulen und in Riesen-Molekülwolken eingebetteten kompakten Klumpen molekularen Gases, erstellt. Dabei wurden thermischer, turbulenter und magnetischer Druck berücksichtigt. Der Vergleich mit Beobachtungen zeigte, dass viele solcher Objekte nicht allein durch thermischen Druck stabilisiert werden können.

Zum Verständnis der gemeinsamen Entwicklung von Protosternen und deren Ausströmungen wurde eine flächendeckende Durchmusterung der Molekülwolke  $\rho$  Oph nach protostellaren  $H_2$ -Jets (sichtbar im nahen Infrarot) und nach Protosternen (bei 1,2 mm mit SIMBA am SEST-Teleskop) durchgeführt. Hierbei wurden eine Vielzahl von  $H_2$ -Schocks in protostellaren Ausflüssen und etwa 150 mm-Kontinuumsquellen gefunden, die in ihren Eigenschaften von ausgedehnten Wolkenkernen über Präkollaps-Klumpen und Protosterne bis zu Staubscheiben um junge T Tauri-Sterne reichen. Des weiteren wurden detaillierte Beobachtungen eines sehr jungen protostellaren Ausflusses in Orion mit dem Interferometer auf dem Plateau de Bure durchgeführt. Hierbei konnte in dem molekularen CO-Ausfluss eine Hochgeschwindigkeitskomponente nachgewiesen werden, deren Morphologie einen stark richtungsveränderlichen, hoch kollimierten CO-Jet anzeigt.

Im Gegensatz zur Entstehung massearmer Sterne versteht man die Frühphasen massereicher Sterne bisher nur wenig. In mehreren Beobachtungsprojekten wurde deshalb nach massereichen, dichten und kalten Kondensationen in Molekülwolkenkomplexen gesucht, die als Kandidaten für diese, der Bildung von heissen molekularen Kernen und ultrakompakten HII-Regionen vorausgehende, Phase in Frage kommen. Mit Hilfe von Ammoniakbeobachtungen wurden Temperaturen bestimmt; Staubkontinuum-Untersuchungen deuten jeweils auf Massen von einigen hundert bis tausend Sonnenmassen hin. In einigen dieser Objekte weisen eingebettete Quellen im mittleren Infrarot und molekulare Ausflüsse auf den Beginn des Sternentstehungsprozesses hin, während andere sich noch in einer vorausgehenden ruhigen Phase befinden und Anzeichen für das Ausfrieren von Molekülen auf Staub zeigen.

Die Durchmusterung des Sternhaufens  $\eta$  Cha nach engen, jungen Doppelsternen führte zur Entdeckung von zwei T Tauri-Begleitern, jeweils im Abstand von nur 0,2" von der Primärkomponente. Für eines dieser Systeme konnte mittels wiederholter Beobachtungen eine vorläufige Bahnbewegung und somit eine Gesamtsystemmasse abgeschätzt werden.

Einige Arbeiten galten stellaren Spätphasen wie dem protoplanetaren Nebel CRL 618. Dessen Linien von vibrationsangeregtem  $HC_3N$  erlaubten eine detaillierte Analyse des Temperaturprofils der expandierenden Hülle. In diesem Objekt wurden auch zum ersten Mal l-type doubling Linien des vibrationell angeregten HCN-Moleküls entdeckt. Ferner wurde im Kohlenstoffstern IRC+10216 eine weitere Linie des HCN-Submillimeter-Lasers bei 890 GHz entdeckt.

Hochauflösende Radiobeobachtungen von sechs neuen Kandidaten für Mikroquasare wurden durchgeführt. MERLIN- und EVN-Beobachtungen des Mikroquasars LS 5039 bestätigten die Existenz eines doppelseitigen relativistischen Jets bis zu 1700 AU Entfernung vom Zentrum. Auch wurde ein doppelseitiger Jet mit 46 Prozent der Lichtgeschwindigkeit in der periodischen Quelle LSI 61303 entdeckt und damit dies Objekt zweifelsfrei als Mikroquasar verifiziert.

### *Extragalaktische Systeme*

ISOCAM-Beobachtungen im mittleren Infrarot von Objekten des 3C-Katalogs wurden ausgewertet und mit anderen photometrischen Daten korreliert. Sie weisen auf die Existenz

heissen Staubes hin und erlauben die Bestimmung von dessen Masse und Anteil an der gesamten IR-Leuchtkraft.

Die Massenbestimmung von interstellarem Gas in Galaxienkernen mittels zweier voneinander unabhängiger Methoden wurde anhand von CO- bzw. mm-Kontinuumsdaten aktiver und inaktiver Galaxien verglichen.

Die Beobachtungen extragalaktischer Wassermaser bei 22 GHz wurden fortgesetzt. In Richtung auf Mrk 1419 (NGC 2960) konnte mit dem 100m-Teleskop ein Megamaser nachgewiesen werden, der ähnliche Eigenschaften wie NGC 4258 aufzuweisen scheint, aber zehnmal weiter entfernt ist: (1) Neben Maserkomponenten nahe der systemischen Geschwindigkeit der Galaxie gibt es auch hier zwei weitere Liniengruppen, etwa  $450\text{--}500\text{ km s}^{-1}$  blau- bzw. rotverschoben; (2) die systemischen Komponenten scheinen eine jährliche Drift von  $+2,8\pm 0,5\text{ km/s}$  aufzuweisen, welche die blau- und rotverschobenen Komponenten nicht zeigen. Eine Interpretation im Rahmen des für NGC 4258 aufgestellten Modells einer von der Kante her gesehenen Keplerscheibe mit systemischer Emission von ihrem inneren Rand führt zu folgenden Parametern: Rotationsgeschwindigkeit und Radius:  $600\text{--}330\text{ km s}^{-1}$  und  $0,13\text{--}0,43\text{ pc}$  (von innen nach aussen); eingeschlossene Masse innerhalb von  $0,13\text{ pc}$ :  $\sim 10^7 M_{\odot}$ ; Massendichte innerhalb der Scheibe:  $\sim 10^9 M_{\odot}\text{ pc}^{-3}$ . Ein Vergleich dieser geometrisch bestimmten Skalen mit interferometrisch gemessenen Winkelgrössen würde eine direkte Entfernungsbestimmung erlauben, mit deren Hilfe andere häufig angewandte Entfernungsbestimmungen geeicht werden könnten.

Relativ zur systemischen Geschwindigkeit blauverschobene Megamaseremission aus dem aktiven Kern der Spiralgalaxie NGC 3079 ist schon seit mehr als 15 Jahren bekannt. Verbesserungen im Empfänger- und Spektrometerbereich des 100m-Teleskops führten nun zum Nachweis viel schwächerer rotverschobener Emission. Insgesamt überdeckt die 22 GHz-Wasserlinie damit einen Bereich von etwa  $450\text{ km s}^{-1}$ , der auf die systemische Geschwindigkeit zentriert und mit der Existenz einer nuklearen rotierenden Scheibe konsistent ist. Die hohe Komplexität der Kernregion verhindert derzeit allerdings ein volles Verständnis der Beobachtungsdaten. Klare Aussagen wie im Fall von NGC 4258 (und wahrscheinlich auch Mrk 1419) sind jedoch für NGC 3079 noch nicht möglich.

Mit Sternentstehungsregionen assoziierte extragalaktische Wasserdampfmaser wurden in der Starburstgalaxie NGC 2146 nachgewiesen. Auch im nahegelegenen, unserer Milchstrasse ähnlichen System IC 342 wurde ein "Kilomaser" entdeckt, der in seinen Eigenschaften dem in Orion KL ähnelt.

Um die Struktur des Doppelquasars QSO 1202–0725 ( $z=4,7$ ) zu untersuchen, wurden am VLA hochauflösende CO(2–1)-Beobachtungen durchgeführt. Unterschiede in den Geschwindigkeitsprofilen der beiden Komponenten deuten an, dass es sich bei dieser Doppelstruktur nicht um einen Linseneffekt handelt.

Mit der MPIfR-Kamera "MAMBO" wurden am IRAM-30m-Teleskop, dem IRAM-Plateau de Bure-Interferometer und dem VLA bei 250 GHz (1,2 mm) Starburst-Galaxien und Quasare hoher Entfernung beobachtet. Die MAMBO-Kartierungen des Millimeter-Hintergrundes wurde auf eine Gesamtfläche von ca.  $1/3$  Quadratgrad ausgeweitet, um insbesondere festzustellen, welche Objekte das obere Ende der Helligkeitsverteilung ausmachen.

Drei ungewöhnlich helle Quellen wurden entdeckt, die sich von den Objekten bei niedriger Helligkeit (sternbildende Galaxien bei hohen Rotverschiebungen) grundlegend unterscheiden. Es handelt sich bei diesen um relativ nahe Quasare, deren Millimeteremission nichtthermische Strahlung ist.

Das mehrjährige Programm pointierter MAMBO-Beobachtungen optisch selektierter Quasare wurde auf eine repräsentative Menge von Quasaren bei Rotverschiebungen um 2 ausgeweitet. CO-Emission wurde bei mehreren Quasaren mit Rotverschiebungen von 2,6 und 4,1 entdeckt. Interferometrische Beobachtungen mit dem VLA zeigten, dass der Quasar bei  $z=4,1$  stark linsenverstärkt ist, da seine Emission über einen charakteristischen Einstein-Ring verteilt ist. Solch seltene Einstein-Ringe erlauben eine Abschätzung der Verteilung

der molekularen Emission, die in diesem Fall in einer Scheibe mit ca. 2 kpc Radius angeordnet sein muss. Diese Beobachtung ist der bislang stärkste Hinweis darauf, dass Quasare von starken zirkumnuklearen Starbursts umgeben sind, deren thermische Emission bei mm-Wellenlängen erscheint, und dass die Entstehung von Sternen und von massereichen Schwarzen Löchern im frühen Universum stark gekoppelt gewesen sein muss.

#### *Sonnensystem*

Mit MAMBO gelang es, die thermische Emission mehrerer Kometen zu verfolgen, wobei bei einem von ihnen (153P/C1 Ikeya-Zhang) auch die Messung der radialen Helligkeitsverteilung glückte. Solche Messungen geben Aufschluss über die Grössenverteilung der vom Kometen abdampfenden Staubteilchen sowie über die gesamte Masse der Teilchen im Halo der Kometen.

Mit MAMBO-Beobachtungen gelang es zudem, den Durchmesser von vier der fünf grössten und fernsten Kleinplaneten unseres Sonnensystems zu bestimmen. Deren grösster, Quaoar, ist mit ca. 1250 km das grösste Objekt, das seit der Entdeckung Plutos im Jahre 1930 im Sonnensystem gefunden wurde. Die Bestimmung von Grösse und Albedo der Kleinplaneten erlaubt Aufschlüsse über deren Beschaffenheit und Entstehungsgeschichte.

#### *Personal:*

W.J. Altenhoff, F. Bertoldi, H. Beuther, C.C. Chiong, C. Comito, M. Gotzens, R. Güsten, F. Gueth, C.G.T. Haslam, J. Hatchell, C. Henkel, J. Kauffmann, T. Klein, E. Kreysa, M. Lebron, S. Leurini, M. Massi, K. M. Menten, D. Muders, A. Patnaik, A. Peck, M. Petr-Gotzens, S. Philipp, A. Raccanelli, L. Reichertz, L. Reuen, P. Schilke, J. Schmid-Burgk, J. Schraml, F. Siebe, G. Siringo, T. Stanke, R. Stark, H. Stüer, F. v.d. Tak, A. Tarchi, M. Tislar, H. Voss, P. v.d. Wal, T. L. Wilson,

mit R. Chini (Univ. Bochum), J. Kerp (Univ. Bonn), W. Freudling, R. Siebenmorgen (ESO, Garching), C. Kramer, B. Mookerjea, (Univ. Köln), M. McCaughrean, M. Anderson (AIP Potsdam),

J.-F. Desmurs (IGN, Alcalá de Henares), M.S. Yun (Univ. Massachusetts, Amherst), A.S. Wilson (Univ. Maryland, Baltimore), S. Baum, C.P. O’Dea, (STScI, Baltimore), C.G. Mundell (ARI, Birkenhead), A. Tarchi (CNR, Bologna), A. Baudry (Univ. Bordeaux), R. Blundell, L.J. Greenhill, T.R. Hunter, D.C. Papa, F. Patt, A.B. Peck, T.K. Sridharan, C.-Y.E. Tong, (CfA, Cambridge/Mass.), W.A. Baan, Y. Hagiwara (Westerbork, Dwingeloo), R. Mauersberger (IRAM, Granada), J. A. Braatz (NRAO, Green Bank), J.F. Gallimore (Bucknell Univ., Lewisburg), E. Gershenzon, E. Gol’tsman (State Pedagogical University, Moskau), Z.B. Jiang, R.Q. Mao, J. Yang (Purple Mountain Obs., Nanjing), A. Petric (Columbia Univ., New York), R. Kawabe, K. Kohno, K. Ohta, (Nobeyama, Nagano), M. Gerin (LRAM, Paris), P. Sivagnanam (Obs. de Paris), T. G. Phillips, J. Kawamura, D. C. Lis, J. Zmuidzinas, (CalTech, Pasadena), C.L. Carilli, G.B. Taylor (NRAO, Socorro), Y. Tutui (University of Tokyo), W. Peters (SMTO, Tucson), M. Kraus, (Utrecht).

## 4.2 Radiokontinuum und Pulsare

### *Galaktische Radiostrahlung*

Die Reduktion des Effelsberger “Medium Galactic Latitude Surveys” der gesamten und linear polarisierten Kontinuums-Strahlung bei 1,4 GHz (21 cm) innerhalb eines Bandes von  $\pm 20^\circ$  entlang der galaktischen Ebene wurde weitergeführt. Die Polarisation ausgewählter Gebiete wurden bei 1,6 GHz (18 cm) zur Bestimmung der Faraday-Rotation gemessen. Hohe Magnetfeldstärken von  $> 20 \mu\text{Gauss}$  wurden auf den Oberflächen einzelner Molekülwolken der Taurusregion nachgewiesen. Mit dem 26m-DRAO-Teleskop wurden Absolutmessungen der Polarisation begonnen, zur Verbesserung der Eichung des Effelsberger 21 cm-Surveys für großskalige Emission. 21 cm-Polarisationsmessungen wurden zu hohen galaktischen Breiten hin erweitert, um Informationen über die Magnetfeldstruktur in kalten Gebieten zu erhalten. Diese Messungen dienen zur Abschätzung des Einflusses der galaktischen Vordergrundstrahlung auf Messungen der kosmischen Hintergrundstrahlung (MAP,

PLANCK). Polarisations-Daten der argentinischen Südhimmelsdurchmusterung bei 21 cm wurden erfolgreich ausgewertet.

Zur Unterstützung des COMPASS CMB-Experiments wurde die Nordpolkappe mit dem Effelsberger Teleskop bei 32 GHz nach Radioquellen mit flachem Spektrum durchmustert, die eine potentielle Störung bei der Bestimmung von CMB-Fluktuationen darstellen. Nur wenige Quellen im mJy-Bereich wurden gefunden.

Die Kombination von neuen Radio- und Röntgendaten des “Cygnus Loops” hat gezeigt, daß dieses Objekt aus den miteinander wechselwirkenden Überresten von zwei Supernovaexplosionen besteht. Mehrfrequenzbeobachtungen des neu identifizierten Supernova-Überrestes (SNR) G106.3+2.7 mit dem 100m-Teleskop zeigen ungewöhnliche spektrale Eigenschaften des mit dem SNR assoziierten Pulsarwindes (“Boomerang-Nebel”). Auf der Basis neuer CO- und H I-Daten wurde die Entfernung des SNR CTB 87 zu nur noch 6,1 kpc (frühere Abschätzungen: 12 kpc) bestimmt. Ausdehnung und Leuchtkraft von CTB 87 stehen nun im Einklang mit den Daten anderer plerionischer SNR.

Kartierungen des galaktischen Zentrums bei 32 GHz wurden abgeschlossen. Ein neues Filament, G0.087–0.087, wurde identifiziert, parallel zum “Arc”, aber schwächer und kürzer. Wie für den “Arc” werden ein flaches Spektrum und hohe lineare Polarisation gemessen.

Die Gasverteilung entlang der Sichtlinie in den inneren 60 pc des Galaktischen Zentrums wurde mittels der Absorption der Molekülwolken im nahen Infrarot (2MASS Survey) rekonstruiert. Dadurch konnte die dreidimensionale Verteilung der grossen Molekülwolken um das Galaktische Zentrum bestimmt werden, die den Gasnachschub zur Fütterung des zentralen Schwarzen Lochs darstellen.

### *Pulsare*

Simultane Beobachtungen von Pulsaren mit verschiedenen Stationen bei vielen Frequenzen wurden weitergeführt. Zum Beispiel gelang es erneut, mit vier Stationen (Effelsberg, Jodrell Bank, GMRT und Pushino) bei fünf Frequenzen zwischen 102 MHz und 4,8 GHz, Einzelpulse aufzunehmen. Die Einzelpulse sind erstaunlich gut korreliert in der totalen Intensität, während die Polarisation nur über kleinere Frequenzbereiche korreliert bleibt. Die Interpretation dieser Messung wird als Depolarisation in der Pulsarmagnetosphäre gedeutet. Es wurden weiterhin “Pulsar-Timing”-Messungen durchgeführt, um die genauen Eigenschaften von weiteren Binärpulsaren zu untersuchen.

Als neue Arbeitsrichtung wurde die Untersuchung des galaktischen Magnetfeldes durch die Messung des Rotationsmaßes der Pulsare aufgenommen. Dabei wurde festgestellt, dass die galaktischen H II-Quellen einen großen Einfluss auf die Rotation und Dispersion haben und somit berücksichtigt werden müssen. Resultate in Richtung des Perseus-Spiralarms unserer Galaxie zeigen keine weitere Magnetfeld-Umkehrung, wie bisher angenommen.

Neue Projekte nutzten den 8,35 GHz-Empfänger und neue Multikanalsysteme. Die exzellente Empfindlichkeit dieses Systems erlaubte die Erweiterung auf viele schwache Objekte. Es wurden zum ersten Mal Millisekundenpulsare bei dieser hohen Frequenz nachgewiesen und Spektren bestimmt. Bei einigen mittelstarken Pulsaren sind Detektionen bei 32 GHz gelungen. Die Multikanalsysteme wurden bei der Suche nach Pulsaren mit hoher Dispersion eingesetzt.

### *Magnetfelder in nahen Galaxien*

Das Zentralgebiet der Andromeda-Galaxie M31 wurde mit dem neuen 8,35 GHz-Empfänger am 100m-Teleskop gemessen. Es wurde ein diffuses, spiralförmiges Magnetfeld entdeckt, das sich bis unmittelbar ins Zentrum erstreckt. Radiokontinuumskarten der gesamten Galaxie bei 1,4, 2,7 und 4,8 GHz wurden einer detaillierten Analyse unterzogen. Die Faraday-Rotation und Depolarisation im Emissionsring (in rund 10 kpc Abstand vom Zentrum von M31) beweist die Existenz einer dicken Scheibe aus diffusem, ionisiertem Gas mit mehr als 1 kpc Ausdehnung über der Galaxienebene. Die mittlere Elektronendichte ist um ein

Mehrfaches kleiner als in der dicken Scheibe unserer Milchstrasse, was gut zur geringeren Dichte des neutralen Gases und der niedrigeren Sternbildungsrate in M31 passt.

Die M31-Karte bei 1,4 GHz zeigt eine grosse Zahl von “Kanälen”, in denen die polarisierte Emission verschwindet und die keine Gegenstücke in der Karte der Gesamtemission haben, ähnlich wie bei der galaktischen Radiostrahlung (s.o.). Diese Kanäle lassen sich durch Faraday-Depolarisation im Vordergrund unserer Milchstrasse erklären, die bei bestimmten, diskreten Werten der Faraday-Rotation maximal wird. Da sie nichts mit Filamenten erhöhter Magnetfeldstärke zu tun haben, wurden sie “Faraday-Geister” genannt.

Aus Messungen mit dem 100m-Teleskop und dem VLA bei 8,6 GHz entstand eine neue Karte der gesamten und polarisierten Emission der Galaxie M51 mit hoher Auflösung (8”). Das spiralförmige Magnetfeld reicht bis ins Zentrum, wo es nicht mehr aufgelöst werden kann. Die Maxima der polarisierten Emission (d.h. starke homogene Magnetfelder) fallen nicht mit den Staubstreifen am Innenrand der Spiralarms (wo Staub und molekulares Gas konzentriert sind) zusammen, d.h. das Magnetfeld unterliegt nicht der Kompression in der Dichtewelle. Das turbulente Magnetfeld ist jedoch in den optischen Spiralarms am stärksten. Die Gesamtstrahlung von M51 (ein Mass auch für die Stärke des turbulenten Magnetfeldes) korreliert eng mit der ISOCAM-Karte bei  $15\mu\text{m}$ , wie es auch bei anderen Spiralgalaxien beobachtet wird. Die Verbindung der turbulenten Magnetfelder mit kalten Gas- und Staubwolken ist ein auf den ersten Blick verblüffendes Ergebnis. Vermutlich sind die Magnetfelder in den teilweise ionisierten Hüllen der Gaswolken verankert.

Eine Analyse der Energiedichten der verschiedenen Komponenten des interstellaren Mediums in der Spiralgalaxie NGC 6946 zeigte, daß die Energiedichte der Magnetfelder vergleichbar mit der Energiedichte der turbulenten Gasbewegung und der der Kosmischen Strahlung ist, aber deutlich grösser als die thermische Energiedichte. Magnetfelder spielen in der Dynamik des interstellaren Mediums eine wichtige Rolle.

Messungen irregulärer Galaxien zeigten, daß unpolarisierte Radiostrahlung (d.h. turbulente Magnetfelder) auftritt, sobald die Sternbildungsrate einen Grenzwert übersteigt, vermutlich arbeitet hier ein “turbulenter Dynamo” (z.B. IC 10). Es fehlen jedoch homogene, spiralförmige Magnetfelder, da die Rotation zu langsam ist, um einen “ $\alpha$ - $\Omega$ -Dynamo” antreiben zu können. In Galaxien mit geringer Sternbildungsrate kann dagegen keine Synchrotronstrahlung (d.h. keine Magnetfelder) nachgewiesen werden (z.B. NGC 6822).

In der Spiralgalaxie NGC 3627 wurde aufgrund von Polarisationsmessungen mit dem VLA bei 8,6 GHz ein “magnetischer Spiralarms” quer zu einem massiven Spiralarms aus Sternen, Gas und Staub entdeckt. Die Entkopplung zwischen Gas und Magnetfeld erfordert eine hohe magnetische Diffusion. Am HHT wurde mit der Beobachtung mehrerer Molekülübergänge begonnen. Aus den Anregungsbedingungen des molekularen Gases erhofft man sich Rückschlüsse darauf, wie das Magnetfeld an das interstellare Gas gekoppelt ist.

Das wechselwirkende Galaxienpaar NGC 4038/9 (die “Antennengalaxie”) wurde mit dem VLA und dem 100m-Teleskop bei 8,6 und 4,8 GHz gemessen. Während die Gesamtstrahlung sich eng an die Gebiete explosiver Sternbildung hält, zeigt die polarisierte Strahlung Gebiete starker Kompression oder hoher Scherungskräfte in der Gasströmung.

Eine hochempfindliche Kartierung der nahen “edge-on”-Spiralgalaxie NGC 4631 wurde bei 8,35 GHz in Effelsberg durchgeführt. Zusammen mit 4.8 GHz-Messungen am VLA konnte erstmals das Faraday-Rotationsmaß auch in der Scheibe von NGC 4631 mit Werten von  $-300 \text{ rad m}^{-2} < \text{RM} < 300 \text{ rad m}^{-2}$  bestimmt werden. Damit wird deutlich, daß die Galaxienscheibe von NGC 4631 infolge zu starker Depolarisation durch Faraday-Rotation für Frequenzen unterhalb etwa 4 GHz in Polarisation nicht transparent ist. Die Ergebnisse weisen darauf hin, daß das vertikale Magnetfeld in NGC 4631 auf einen starken galaktischen Wind, wahrscheinlich verursacht durch die hohe Sternbildungsrate in der Scheibe, zurückzuführen ist. Die exponentiellen Scheibendicken der dünnen und dicken Scheibe sind etwa 50% größer als die in anderen “edge-on” Galaxien gefundenen Scheibendicken, was vermutlich auch mit den vertikalen Magnetfeldern und galaktischen Winden zusammenhängt.

Auch in der Starburst-Galaxie M82 wurde ein radial nach aussen gerichtetes Magnetfeld gefunden, das entlang der H $\alpha$ -Filamente ausgerichtet ist. Hierbei kam das neue 32 GHz-System mit 6 Hornantennen am 100m-Teleskop erfolgreich zum Einsatz.

Die in NGC 4258 senkrecht zum Jet gefundenen Magnetfeldkomponenten wurden als toroidales Magnetfeld um den Jet interpretiert. Die Magnetfeldstärken betragen dann für einen Elektron-Proton-Jet etwa 300  $\mu$ G und für einen Elektron-Positron-Jet etwa 100  $\mu$ G. Die Faraday-Rotationsmaße sind mit  $400 \text{ rad m}^{-2} < \text{RM} < 800 \text{ rad m}^{-2}$  sehr hoch und lassen verstehen, warum bei 1,4 GHz die inneren Jets komplett depolarisiert sind.

Am 100m-Teleskop wurde ein Survey von Galaxien begonnen, die infrarot-hell, aber radio-schwach sind. Vermutlich hat hier die Sternbildung vor so kurzer Zeit begonnen, dass die Produktion von Kosmischer Strahlung und/oder von Magnetfeldern noch zu gering ist.

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

104 nahe Zwerggalaxien mit Linienbreiten kleiner als  $50 \text{ km s}^{-1}$  wurden mit dem 100m-Radioteleskop in der H I-Linie mit einer Auflösung von  $1,24 \text{ km s}^{-1}$  beobachtet. 30 dieser Galaxien haben eine Linienbreite von weniger als  $25 \text{ km s}^{-1}$ . Der kleinste Wert dieser Linienbreiten beträgt  $15 \text{ km s}^{-1}$ . Bei einer Geschwindigkeitsdispersion von  $8\text{--}10 \text{ km s}^{-1}$  im H I-Gas bleibt hier nur noch wenig Spielraum für Rotation. Mit wenigen Ausnahmen lassen sich die integrierten H I-Profile durch Gausskurven darstellen. Diese H I-reichen Zwerggalaxien haben im Mittel eine Blau-Helligkeit von  $-12,85 \text{ mag}$ , einen linearen Durchmesser von 1,6 kpc und eine H I-Masse von  $2 \times 10^7$  Sonnenmassen.

Die Durchmusterung der Galaxie M31 in CO(1-0) bei 115 GHz mit dem IRAM-30m-Teleskop wurde abgeschlossen. Mit mehr als 1,5 Millionen Spektren und einer Auflösung von  $23''$  ist es eine der wertvollsten und umfangreichsten Datensammlungen der Radioastronomie. Das molekulare Gas ist viel stärker in den Spiralarmlen konzentriert als das atomare Gas; das Arm/Zwischenarmverhältnis ist im Mittel grösser als 10. Die Verteilung des gesamten neutralen Gases korreliert sehr gut mit der Staubemission bei  $\lambda 175 \mu\text{m}$ .

Eine Kartierung der Emission des kalten Staubes von M31 bei  $\lambda 870 \mu\text{m}$  mit dem 19-Kanal-Bolometer am HHT erwies sich aufgrund der enormen Ausdehnung der einzelnen Abdeckungen als sehr schwierig. Es konnte aber gezeigt werden, dass die Intensitäten deutlich unter den Werten liegen, welche von anderen Gruppen publiziert wurden.

Beobachtungen des kalten Staubes bei  $\lambda 870 \mu\text{m}$  in insgesamt elf nahen Galaxien wurden abgeschlossen. Der Vergleich mit Messungen bei  $\lambda 1,2 \text{ mm}$  bei den wechselwirkenden Galaxien NGC 3628 und NGC 4631 bestätigt einen Überschuss der mm-Strahlung (im Vergleich zu sub-mm); das lässt sich nur durch eine sehr kalte Staubkomponente oder ungewöhnliche optische Eigenschaften des Staubes erklären.

#### *Galaxienhaufen und -gruppen*

Zwei Virgo-Spiralgalaxien (NGC 4569 und 4579) wurden mit dem VLA in der 21 cm-Linie des H I beobachtet. In NGC 4569 konnte gezeigt werden, daß tiefe Beobachtungen neue und unerwartete kinematische Strukturen zeigen. Diese Strukturen deuten sehr wahrscheinlich auf eine Wechselwirkung mit dem Intrahaufengas hin.

Bestehende tiefe H I-Daten wurden verwendet, um eine solche auffällige Struktur in der Virgo-Spiralgalaxie NGC 4654 zu modellieren. Numerische Modelle haben gezeigt, daß diese Struktur höchstwahrscheinlich durch eine Kombination aus dynamischem Druck und gravitationeller Wechselwirkung entstanden ist. Dies ist das erste Mal, daß beiden Wechselwirkungsarten in einem konsistenten Modell Rechnung getragen wird.

Die Virgo-Spiralgalaxie NGC 4438 wurde in den Linien CO(1-0) und CO(2-1) am IRAM-30m-Teleskop beobachtet. Diese Daten werden dazu dienen, die Ursache der starken Störung dieser Galaxie zu untersuchen.

Die Entwicklung des grossräumigen Magnetfeldes wurde für eine Modellgalaxie berechnet, die einem starken zeitlich variierendem dynamischen Druck ausgesetzt ist. Mit der Kenntnis des Magnetfeldes konnte die zeitliche Entwicklung der polarisierten Radiostrahlung



ermittelt werden. Diese zeigt charakteristische Strukturen, welche zur Diagnostik von Beobachtungen verwendet werden können. Die Virgo-Galaxie NGC 4522 wurde bei 4,8 GHz (6 cm) mit dem VLA beobachtet. Es wurden starke Asymmetrien der polarisierten Emission entdeckt, welche typisch für Haufengalaxien sind.

In der Umgebung von vier Virgo-Galaxien wurde mit dem 100m-Teleskop nach grossräumigen atomaren Gasschweifen gesucht. Zudem wurde die zentralen  $10^\circ \times 10^\circ$  des Virgo-Haufens mit dem 100m-Teleskop bei 1,4 GHz (Kontinuum) kartographiert, um einen möglichen Radiohalo zu detektieren. Galaktische Vordergrundemission beeinflusst den Nachweis von Haloemission, die sehr viel schwächer als die des Coma-Haufens sein müsste.

Mit dem HHT wurde die Durchmusterung einer Untergruppe von 29 Galaxien aus dem ISOPHOT Virgo Cluster Deep Survey gestartet. Sie hat die Bestimmung von Temperatur, Masse und Zusammensetzung des kalten Staubes in diesen Objekten zum Ziel.

Photometrische und spektroskopische ( $H\alpha$  und  $H I$ ) Beobachtungen der kompakten Gruppen HCG 54 und HCG 95 wurden mit verschiedenen Teleskopen (La Palma, VLA) durchgeführt. In HCG 95 wurden zwei zusätzliche Zwerggalaxien entdeckt. Die Spiralgalaxie HCG 95C ist ein aktueller "Merger" mit zwei Kernen in gravitationeller Wechselwirkung mit der E-Galaxie HCG 95A.

*Personal:* R. Beck, E.M. Berkhuijsen, M. Dumke, A. Fletcher, E. Fürst, W. Huchtmeier, A. Jessner, A. Karastergiou, B. Klein, M. Krause, O. Löhmer, O. Maron, D. Mitra, P. Müller, P. Reich, W. Reich, M. Thierbach, G. Thuma, B. Uyaniker, B. Vollmer, R. Wielebinski, M. Wolleben, A. Yar,

mit U. Klein (Univ. Bonn), R. Chini, R.J. Dettmar, S. Hüttemeister (Univ. Bochum), W. Becker, D. Breitschwerdt, D. Schaudel (MPE Garching), R. Tuffs, C. Popescu (MPIK Heidelberg), W.J. Duschl (ITA, Univ. Heidelberg), Ch. Fendt (AIP Potsdam), W. Sieber (Univ. Krefeld), H. Lesch (LMU München),

M. Guélin, R. Zylka (IRAM Grenoble), C. Chyzy, K. Otmianowska-Mazur, M. Soida, M. Urbanik (Univ. Krakow), C. Balkowski, V. Cayatte (Obs. Paris), L. Verdes-Montenegro, A. del Olmo, J. Perea (IAA Granada), M. Kramer, P. Leahy, A. Lyne (Jodrell Bank), L. Picirillo (Univ. Cardiff), A. Shukurov (Univ. Newcastle), D. Moss (Univ. Manchester), D. Sokoloff (Univ. Moskau), P. Frick, I. Patrickeyev (Perm), V. Malofeev, V. Shoutenkov (Pushino Obs.), I.D. Karachentsev (SAO N.Arkhyz), V.E. Karachentseva (Univ. Kiev), O. Nediakov (Univ. Sofia), H. Roussel, G. Helou (Caltech Pasadena), J. van Gorkom (Columbia Univ.), J. Kenney (Yale Univ.), R. Kothes, T. Landecker (DRAO Penticton), A. Wolszczan (Penn State Univ.), M.S. Yun (Univ. Massachusetts, Amhurst), P. Timbie (Univ. Wisconsin), J.L. Han, X. Li, X. Zhang (Beijing Observatory), H. Zhang (Urumqi Observatory), J. Harnett (UTS Sydney), B. Koribalski (ATNF Sydney), S. Johnston (RCfTA Sydney), J.C. Testori (IAR Villa Elisa).

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

#### *Variabilität in Galaxienkernen*

Die astrophysikalischen Prozesse die zu den beobachteten Langzeitvariationen (Jahre bis Monate) in prominenten Blazaren führen, können besser verstanden werden, wenn koordinierte Flussdichte-Messungen über große spektrale Bereiche durchgeführt werden. Dabei liefert das Monitoring im optischen und im mm-Bereich den Trigger für nachfolgende detaillierte kinematische Studien mit VLBI. Insbesondere für die Quellen 0716+71, 1633+38 und BL Lac wird ein intensives Multifrequenz-Monitoring bei optischen, mm- und cm-Wellenlängen durchgeführt. Große Flussdichteausbrüche und quasi-periodische Helligkeitsschwankungen auf Zeitskalen von Wochen bis Monaten können möglicherweise durch relativistische Stoßwellen in helikalen Jetkonfigurationen erklärt werden.

Die Untersuchungen zur Kurzzeitvariabilität (IDV = Intra Day Variability) in Blazaren wurden im cm-Bereich fortgeführt und auf höhere (Radio-) Frequenzen ausgedehnt. Alle am VLA und in Effelsberg gewonnenen Daten wurden zu einer nahezu vollständigen Stichprobe zusammengefaßt und als solche statistisch analysiert.

Erste polarimetrische Variabilitätsmessungen bei 86 und 345 GHz deuten an, daß schnelle Variationen auch im mm-Bereich existieren. Um den quellintrinsic Beitrag der Variabilität von der interstellaren Szintillation zu isolieren, wird in Zukunft nach Korrelationen zwischen dem mm- und cm-Bereich gesucht werden.

Die Suche nach schneller Strukturveränderlichkeit in den Kernen von IDV-Quellen mit erdgebundenen VLBI-Teleskopen und dem Weltraum-Observatorium VSOP wurde fortgeführt. In zumindest einem Falle wurden starke Schwankungen der Kernpolarisation auf Zeitskalen von 24h gefunden. Parallel wurde das Studium der Langzeitveränderlichkeit szintillierender Radioquellen durch einander ergänzende VLBI Monitoring Programme im cm-Bereich fortgeführt. Für die prominente IDV Quelle 0716+71 wurde die in der Literatur diskutierte Komponentenidentifikation revidiert, da besonders schnelle Bewegungen gemessen wurden. Für 0917+62 wird untersucht, wieso die vormals starke extrinsische Variabilität nun nicht mehr gesehen wird. Eine nachhaltige Änderung der Quellengröße ergäbe eine plausible Erklärung.

#### *Millimeter-VLBI und Polarimetrie*

Bei 3 mm werden regelmässig zwei globale Beobachtungskampagnen pro Jahr durchgeführt, um in kompakten Radioquellen deren zentrale Morphologie, die Struktur von Jets und deren Erzeugung auf Mikro-Bogensekunden Skalen zu untersuchen. Besondere “High-Lights” im Berichtszeitraum waren die Kartierung von M87 (Virgo A) mit ca. 30 Schwarzschildradien Auflösung, sowie die erstmalige Einbeziehung des 6-Element Interferometers auf Plateau de Bure (IRAM) als “phased-array”, daß zu einer deutlichen Empfindlichkeitssteigerung der 3 mm-VLBI-Beobachtungen führt.

Bei 2 mm Wellenlänge wurden zum ersten Mal mehrere Blazare auf transkontinentalen Basislinien detektiert. Das HHT wurde dabei erstmalig für VLBI eingesetzt. Mit 20–30 Mikrobogensekunden wurde ein neuer Weltrekord für Winkelauflösung in der Radioastronomie etabliert.

Um hochauflösende radiointerferometrische Messungen zu ermöglichen, wurde am VLBA in den USA ein Experiment durchgeführt, das Phasenkalibrationen bei 43 und 86 GHz mit Hilfe von dazwischenliegenden 15 GHz-Beobachtungen testet. Aufgrund des Erfolges werden nun weitere Beobachtungen von NGC 4261 und M81 durchgeführt.

Es wird vermutet, daß in molekularen Tori in der Umgebung von AGN Faraday-Rotation auftritt, deren Betrag ein Maß für die Magnetfeldstärke im Torus ist, eine schwierig zu messende Größe. In einem Pilotexperiment wurde in Hydra A, Centaurus A, NGC 4261 und NGC 1052 nach polarisierter Emission gesucht. Die polarimetrischen Ergebnisse stehen noch aus, aber als ein Nebenprodukt wurde die bisher höchstaflösende (0,008 pc) Radiokarte von Centaurus A angefertigt, die viele Details der innersten Jet-Regionen zeigt.

#### *VLBI-Surveys und Untersuchungen individueller AGK*

In Cygnus A verdeckt eine Staubscheibe Teile des östlichen Jets. Um das frequenz-abhängige Jet-zu-Gegenjet Helligkeitsverhältnis noch genauer zu bestimmen, und um erstmalig Bewegungen im Gegenjet zu detektieren, wird Cygnus A im cm-Bereich mit VLBI regelmässig beobachtet. Erstmals konnten in den neueren Epochen (1996 und 2002) auch für den Counter-Jet Komponenten Bewegungen von  $\beta_{\text{app}} \approx 0,3c$  gemessen werden. Aus den scheinbaren Geschwindigkeiten und dem Flussdichte Verhältnis von Jet und Gegenjet kann der Winkel zur Sichtlinie berechnet werden. Aus den gemessenen Werten erhält man einen Winkel von  $80 \pm 5^\circ$ . Zukünftige Beobachtungen haben zum Ziel, die Kernposition noch genauer zu bestimmen, da selbige als Referenz für die kinematischen Studien wesentlich ist.

Die Vereinheitlichung der Eigenschaften sog. radio-lauter und radio-leiser AGN erfordert insbesondere mehr hochauflösende Beobachtungen naher, radio-leiser Objekte wie

z.B. Seyfert-Galaxien. Es mehren sich die Hinweise, daß Jets in diesen Objekten bereits stark subrelativistisch den AGN verlassen. Die Hauptprojekte sind dedizierte VLBI-Beobachtungen von NGC 3079 und eines kleinen Samples von Seyfert-Galaxien, sowie das Effelsberger Flußdichte-Monitoring.

Der Zwillingssjet in NGC 1052 wurde mit Hilfe von Multifrequenzbeobachtungen bei 5, 8,4, 22 und 43 GHz durch das VLBA untersucht. Die Existenz eines absorbierenden Torus, der die innersten Bereiche beider Jets überdeckt, wurde durch verschiedene, unabhängige Methoden nachgewiesen. Unabhängige Informationen über die Eigenschaften des absorbierenden Torus in NGC 1052 wurden mit Hilfe des Röntgenteleskops CHANDRA gesammelt. Aus dem Kern-Röntgenspektrum konnte eine absorbierende Säulendichte von  $\sim 0,8 \cdot 10^{23} \text{ cm}^{-2}$  abgeleitet werden, in guter Übereinstimmung zu den Resultaten aus VLBI-Daten. Zusätzlich gelang der erste Nachweis eines Röntgenjets in NGC 1052. Dieser zeigt gute Übereinstimmung mit den räumlichen Ausmassen des bekannten Radiojets von  $\sim 3 \text{ kpc}$ . Der beste Fit an die ausgedehnte Röntgenstrahlung gelingt mit einem thermischen Plasma-Modell mit einer Temperatur von 0,5 keV. Emissionsknoten in der Jetstruktur finden sich sowohl im Radio- und Röntgenwellenlängenbereich als auch an der selben Position in einer optischen Aufnahme des Hubble Space Teleskops.

Seit 1994 wird ein Beobachtungsprogramm mit dem VLBA Interferometer bei  $\lambda 2 \text{ cm}$  durchgeführt. Man versucht, die Natur von Jets, ihren Ursprung und die Regeln ihrer Kinematik aufzuklären. Das entsprechende Archiv hochauflöser Bilder enthält bisher mehr als 1000 Karten von Jets in AGN auf der Skala von Parsecs. Weitere Analysen der Kinematik und der Beziehung der Jet-Eigenschaften mit sonstigen physikalischen Parametern sind in Vorbereitung. Ein vollständiges Bilderarchiv ist unter <http://www.nrao.edu/2cmsurvey> zu finden.

Weitere Fortschritte in der Beobachtung von Supernovae im Radiobereich wurden mit VLBI gemacht. Man hat die Struktur der Supernova SN 1986J bei 5 GHz mit globalen VLBI Beobachtungen studiert. Eine sehr verzerrte Radioschale wurde beobachtet, was der Mißbildung der Schockfront bei ihrer Ausdehnung entspricht. Weitere Beobachtungen der Supernovae SN 1979C und SN 1993J haben ein besseres Verständnis der Endbeschleunigung ihrer Expansion gebracht.

#### *Galaktische Objekte; Kosmische Strahlung*

Für das Schwarze Loch im Zentrum der Milchstraße wurde das Jetmodell weiterentwickelt und auf die Radio- und Röntgenvariabilität angewandt. Ein wichtiger Bestandteil des Modells ist eine Kombination von optisch dünner Akkretionsscheibe und Jetemission. Die benötigte Akkretionsrate ist sehr klein ( $10^{-8} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ ). Beobachtungen mit dem BIMA-Interferometer haben dies nun bestätigt. Es wurde lineare Polarisation von 8% bei 220 GHz und ein hohes Rotationsmaß gefunden. Dies grenzt die Akkretionsrate auf einen kleinen Wert ein und liefert erstmals direkte Hinweise auf einen heißen Akkretionsfluß um ein Schwarzes Loch. Ein ähnliches Modell ist auch in der Lage, die Radio- und Röntgenemission von Röntgendoppelsternen zu erklären, und zwar deren Spektrum, aber auch die beobachtete Radio-Röntgenkorrelation.

Verschiedene Microquasar-Kandidaten wurden im optischen und Radio-Bereich Durch die Korrelation von Röntgen- und Radiokatalogen bei kleinen galaktischen Breiten ( $|b| < 5^{\circ}$ ) wurden mögliche Microquasar-Kandidaten aufgefunden. 13 Kandidaten wurden dann mit dem VLA beobachtet, wobei die genaue Koordinaten für eine raffinierte Suche im Optischen benutzt wurden. Nach der Identifizierung wurden 6 dieser Kandidaten mit dem EVN und MERLIN bei 5 GHz beobachtet. Fünf wurden detektiert, von denen 1RXS J001442.2+580201 und 1RXS J013106.4+612035 versprechende Microquasar-Kandidaten in unserer Galaxie sind.

Die gleiche Beobachtungsreihe (EVN, MERLIN) schlossen den Microquasar LS 5039 ein. Die Studien bestätigen die Existenz eines unsymmetrischen, zwei-seitigen Jets mit bis zu 1000 AU fuer den längeren Jet-Arm. Das Ergebnis impliziert eine Krümmung der Jets mit

zunehmendem Kernabstand (oder Präzession). Die Gammastrahlung ist mit dem Radio-Jet verbunden. Unsere Ergebnisse zeigen einen sehr kollimierten Radio-Jet.

Die nahen M-Zwerge sind die besten Kandidaten für die Suche von Niedrigmassenobjekte (braune Zwerge oder Riesenplaneten) mit VLBI-Phasenreferenztechniken. Die Beobachtungen mit empfindlichen Teleskopen können Quellen von ca. 10 mJy detektieren, und die genaue Position dieser Sterne mit Genauigkeiten unter einer Millibogensekunde bestimmen. Das MPIFR ist in einem Langzeitprojekt engagiert, in dem Teleskope des EVN zusammen mit dem NASA DSN genutzt werden, um die Kinematik naher M-Zwerge zu bestimmen. Die astrometrische Genauigkeit erlaubt, Planeten bis zu einer Jupitermasse zu detektieren.

Um ein genaueres Verständnis der Dynamik von Galaxien in der Lokalen Gruppe zu ermöglichen, wurde ein Programm zur Messung der Eigenbewegung von zwei ihrer Mitglieder (M33 und IC 10) gestartet. Dabei werden die Positionen von H<sub>2</sub>O-Masern relativ zu Hintergrundquasaren mittels VLBI bestimmt. Die erreichte Genauigkeit der Positionsbestimmung von ca. 20 Mikrobogensekunden ermöglicht die Detektion einer Bewegung in einem Zeitraum von wenigen Jahren.

Ziel des LOPES-Projekts ist Konzeption und Realisierung eines Prototypen für ein Software-Radio-Interferometer zur Messung der von Luftschauern, welche durch kosmische Strahlung in der Erdatmosphäre ausgelöst werden, ausgehenden Radiostrahlung. Neben der experimentellen Realisierung ist dabei auch die Analyse der zugrunde liegenden Emissionsmechanismen Teil des Projekts. Als dominierender Strahlungsmechanismus wird hierbei kohärente Geo-Synchrotronstrahlung von im Erdmagnetfeld abgelenkten Elektron-Positron-Paaren erforscht. Zur experimentellen Verifikation wurden Niederfrequenz-Antennen entwickelt, die zusammen mit Teilchendetektoren am FZ Karlsruhe (KASCADE) den Effekt messen sollen. Die Arbeiten werden zur Vorbereitung auf das Low Frequency Array (LOFAR) und das Square Kilometer Array (SKA) verstanden.

*Personal:* W. Alef, U. Bach, T. Beckert, A. Brunthaler, G. Cimo, H. Falcke, L. Fuhrmann, S. Friedrich, D.A. Graham, C. Henkel, A. Horneffer, T. Huege, V. Impellizzeri, M. Kadler, J. Klare, E. Körding, E. Kreysa, A. Kraus, T.P. Krichbaum, A. Lobanov, S. Markoff, M. Massi, A. Polatidis, E. Ros, A. L. Roy, G. Siringo, A. Witzel, F. Yuan, J.A. Zensus, mit J. Kerp (RAIUB, Bonn), K. J. Fricke (Uni Göttingen), K.-H. Kampert (Karlsruhe/Wuppertal), A. Eckart, M. Krips (Uni Köln), S. Wagner, S. Britzen (LSW, Heidelberg), R. Fender (Amsterdam), D. Kant, R.C. Vermeulen (NFRA, Dwingeloo), E. J. M. Colbert (JHU, Baltimore), M. Ribó & J. M. Paredes (Barcelona), M.A. Pérez-Torres & F. Mantovani (Bologna), A. Marscher, J. Jorstad (Boston Univ.), M. Reid, I.I. Shapiro (CfA, Cambridge), G.V. Bicknell (Canberra), D. C. Gabuzda, R.T. Schilizzi (JIVE, Dwingeloo), N. M. Nagar (Arcetri, Florenz), M. Bremer, A. Greve, M. Grewing, U. Lisenfeld, R. Lucas, C. Thum, H. Ungerechts, H. Wiesenmeyer (IRAM, Granada und Grenoble), A. Alberdi, L. Lara (Granada), J. Martí (Jaén), P.J. Diamond (MERLIN, Jodrell Bank), A. S. Wilson (UMD, Maryland), P. Könönen, J. Peltonen, S. Urpo, H. Teräsrananta (Metsähovi), H. Aller, M. Aller (UMRAO, Michigan), T. Balonek (Colgate Univ., New York), C. Triguilio (IRA-CNR, Noto), V. Dhawan, R. Freund, D.C. Homan, K. Kellermann, M.L. Lister, R.A. Sramek, R. C. Walker (NRAO, Charlottesville und Socorro), R.W. Pogge (Ohio), R. Booth, J. Conway, F. Rantakyro (Onsala), M.H. Cohen, S.D. Van Dyk (Caltech, Pasadena), D.L. Jones, R.A. Preston (JPL, Pasadena) S.J. Qian (Peking), R. Nesci (Univ. of Rome), B. Rickett (San Diego), H. Fagg, P. Strittmatter, L. Ziurys (Steward Obs., Arizona), R. P. Norris (ATNF, Sydney), Radomil Zajaczkowski (Torun), C. Raiteri, M. Villata (Turin Observatory), J.C. Guirado, J.M. Marcaide (València), K.W. Weiler (NRL, Washington DC), J. Attridge, S. Doeleman, R. Rogers, B. Phillips, M. Titus, A.R. Whitney (Haystack, Westford)

#### 4.4 Infrarot–Astronomie, Theorie

Es wurden mit dem IOTA-Interferometer IR-Long-Baseline-Interferometrie-Messungen von Mira-Sternen und mit dem russischen 6m-Teleskop Bispektrum-Speckle-Interferometrie-

Messungen von jungen stellaren Objekten, Sternen in späten Entwicklungsstadien und aktiven Galaxienkernen durchgeführt. Die Auflösung der rekonstruierten Bilder ist beugungsbegrenzt und höher als die Auflösung des Hubble Space Telescopes (HST).

### *Junge Sterne*

Mit dem 6m-Teleskop des Special Astrophysical Observatory wurden beugungstheoretische Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen von mehreren jungen stellaren Objekten mit Ausströmungen (u.a. R Mon, Mon R2, AFGL 2591) bei nahinfraroten Wellenlängen durchgeführt. In unseren Speckle-Rekonstruktionen des Herbig-Sterns R Mon konnten wir eine helle bogenförmige Struktur mit einer Ausdehnung von etwa  $50 \times 200$  Millibogensekunden direkt westlich des Ae Sterns entdecken. Es handelt sich dabei vermutlich um eine dichte Struktur auf der Oberfläche der zirkumstellaren Scheibe um R Mon.

Die Infrarotquelle IRS3 in der Sternentstehungsregion Mon R2 konnten wir in ein enges Dreifachsystem auflösen. Das hellste Objekt ist von einem bipolaren Reflektionsnebel umgeben; es handelt sich demnach wahrscheinlich um einen Protostern, der in einer geometrisch dicken zirkumstellaren Scheibe oder einem dichten Torus aus Staub und Gas eingebettet ist. Bei einem der beiden anderen Objekte konnten wir eine längliche Struktur entdecken, die in nord-östliche Richtung zeigt; vermutlich handelt es sich um einen sog. Microjet. Der Jet besteht aus mindestens 3 Knoten, deren kinematisches Alter lediglich etwa 7, 13, und 20 Jahre beträgt. Zukünftige Speckle-Beobachtungen sollten bereits in wenigen Jahren eine Bestimmung der Eigenbewegungen und damit eine genauere Untersuchung der Kinematik des Microjets ermöglichen.

Unsere Speckle-Beobachtungen der massiven Sterne im Orion Trapez, die wir während der letzten 5 Jahre regelmäßig wiederholt hatten, erlauben uns nun erstmals die Untersuchung der gegenseitigen Bewegung der Komponenten in den visuellen Doppel- und Mehrfachsystemen. In drei Systemen, darunter dem massivsten Stern  $\theta^1$  Ori C, konnten wir bereits klare Hinweise auf Orbit-Bewegung entdecken.

Außerdem führten wir eine umfangreiche spektroskopische Durchmusterung der Upper Scorpius OB Assoziation durch. Durch Analyse der optischen Spektren von 1045 Sternen, die wir mit dem Multiobjekt-Spektrographen 2dF am Anglo-Australian-Observatory gewonnen hatten, konnten wir 166 neue Vorhauptreihensterne identifizieren. Unsere Stichprobe der massearmen Sterne in Upper Scorpius umfaßt nun insgesamt 250 Objekte. In Kombination mit den 114 massereichen Mitgliedern der Assoziation, die durch HIPPARCOS-Beobachtungen identifiziert wurden, erlaubt uns diese große Stichprobe fundierte Aussagen über die Massenfunktion und die Sternentstehungsgeschichte in Upper Scorpius. Die Massenfunktion ist zwischen  $20 M_{\odot}$  und  $0.1 M_{\odot}$  mit der IMF der Feldsterne konsistent. Die Entstehung der Sterne in Upper Scorpius wurde anscheinend vor 5 Millionen Jahren durch die Schockwelle einer Supernova-Explosion in einer benachbarten Assoziation induziert.

### *Sterne in späten Entwicklungsphasen*

Es wurden Schlüsselobjekte wie beispielsweise IRC+10216 und das “Red Rectangle” beobachtet und detailliert analysiert. Im achten Jahr in Folge konnten Speckle-Bildrekonstruktionen des nächstgelegenen Kohlenstoffsterns IRC+10216 im  $K$ -Band gewonnen werden; ein Stern, von dem man annimmt, dass er sich nicht nur unmittelbar vor dem Ende seiner AGB-Entwicklung befindet, sondern bereits in die Transformationsphase zu einem protoplanetarischen Nebel eingetreten ist. Mit den neu gewonnenen Beobachtungsdaten konnte das Studium der dynamischen Entwicklung der strukturierten und deutlich inhomogenen Staubhülle dieses Sterns fortgesetzt werden. Auf Basis der Beobachtungsergebnisse für die verschiedenen Epochen wurden erstmalig der Strahlungstransport und die Staubbildungsprozesse in der zirkumstellaren Hülle von IRC+10216 zweidimensional und unter Berücksichtigung der zeitabhängigen Entwicklung des Objektes modelliert. Diese Modellierung ermöglicht die Bestimmung von zahlreichen relevanten physikalischen Parametern wie etwa der Dichteverteilung oder der Massenverlustrate, die aus den Modellrechnungen zu derzeit einigen  $10^{-4} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$  abgeleitet werden konnte.

Der spektakuläre Reflektionsnebel “Red Rectangle” wurde an Hand von Speckle-Interferogrammen untersucht, die am Keck-10m-Teleskop gewonnen wurden. Unsere beugungsbezugten Bispektrum-Speckle-Rekonstruktionen erreichen im Bereich von 2,2–3,3  $\mu\text{m}$  eine Auflösung von 44–68 Millibogensekunden, eine viermal höhere Auflösung als die des HST. Die neuen Beobachtungen, die vorherige Messungen unserer Gruppe im Bereich von 0,6–2,2  $\mu\text{m}$  ergänzen, zeigen, dass die auffällige bipolare Form des Nebels über weite Teile des elektromagnetischen Spektrums erhalten bleibt, ein Ergebnis, das darauf hindeutet, dass vergleichsweise große Staubkörner die Streuprozesse im inneren Teil des Nebels dominieren. Wie im Fall des Kohlenstoffsterns IRC +10 216 wurden auch für das “Red Rectangle” Strahlungstransportmodellierungen durchgeführt, um einen tieferen Einblick in die im Innern des Nebels ablaufenden physikalischen Prozesse zu gewinnen. Die neuen Daten, insbesondere im L-Band, haben dabei wesentlich dazu beigetragen, ein bereits existierendes älteres Modell dieses Objekts entscheidend zu verbessern. Die neue Modellierung zeigt u.a., dass der den zentralen Doppelstern umgebende Staub in einem dichten Torus konzentriert ist. Dieser Torus, der eine Masse von 1,2  $M_{\odot}$  und einen Radius von ca. 100 AU besitzt, weist an den Polen eine deutlich geringere Dichte auf. Die charakteristische bipolare Struktur des Nebels wird dann durch Streuprozesse an den Innenwänden des dichteren Teils des Staubtorus verursacht. Auf Grundlage der neuen Modellrechnungen konnte auch die Entfernung des “Red Rectangle” mit  $d=700$  pc neu bestimmt und damit bislang existierende Abschätzungen um einen Faktor zwei nach oben korrigiert werden.

### *IR-Interferometrie*

Mit einem in unserer Arbeitsgruppe gebauten Strahlvereinigungssystem wurden am IOTA-Interferometer die entwickelten Sterne T Cep, CH Cyg und R CrB mit Basislinien von 14 bis 27 m Länge untersucht. Dieses neuartige Strahlvereinigungssystem, dessen Optik aus einem anamorphotischen Linsensystem und einem Prisma besteht, erlaubt die simultane Aufzeichnung von spektral dispersierten Michelson-Interferogrammen im *J*-, *H*- und *K*-Band.

Für den Mira-Veränderlichen T Cep konnten aus den IOTA-Messungen Visibilitäten abgeleitet und daraus Uniform-Disk-Durchmesser von 14,0, 13,7 und 15 Millibogensekunden im *J*-, *H*- und *K*-Band bestimmt werden. Vergleichbare Messungen wurden auch für den symbiotischen Stern CH Cyg durchgeführt, so dass beispielsweise im *H*-Band ein Durchmesser von 7,8 Millibogensekunden abgeleitet werden konnte. Außerdem wurden sowohl für T Cep als auch für CH Cyg die gemessenen Visibilitäten mit theoretischen Modellen verglichen, die sich im Pulsationsmodus des Sterns und in der Vorhersage der Mittelrand-Verdunklung unterscheiden. Darüberhinaus konnte für beide Objekte der lineare Rosseland-Radius bestimmt werden. Für T Cep ergaben sich hierbei 329 Sonnenradien, während der entsprechende Radius von CH Cyg zwischen 214 und 243 Sonnenradien liegt. Diese Rosseland-Radien sind in guter Übereinstimmung mit Modellen, denen zufolge die Sterne im Fundamentalmodus pulsieren. Desweiteren wurden die Verhältnisse von Visibilitäten aus verschiedenen spektralen Kanälen berechnet, um die Wellenlängenabhängigkeit des Sterndurchmessers von T Cep und CH Cyg zu bestimmen. In beiden Fällen zeigt sich, dass der Durchmesser bei einer Wellenlänge von 2,03  $\mu\text{m}$  deutlich größer ist als bei 2,26  $\mu\text{m}$  (26 % bei T Cep und ca. 10 % bei CH Cyg). Der größere Winkeldurchmesser bei 2,03  $\mu\text{m}$  kann dem Absorptionsverhalten von Wasser zugeschrieben werden. Bei 2,03  $\mu\text{m}$  finden sich Absorptionsbänder von Wasser, so dass die bei dieser Wellenlänge beobachtete Strahlung aus höheren Schichten der Sternatmosphäre stammt im Vergleich zu der Kontinuumsstrahlung bei 2,26  $\mu\text{m}$ . Die gefundene Wellenlängenabhängigkeit der Sterndurchmesser ist in guter Übereinstimmung mit theoretischen Modellvorhersagen.

Ein weiteres Untersuchungsobjekt unserer Gruppe am IOTA-Interferometer war der Stern R CrB, der Prototyp einer Klasse von vergleichsweise heißen entwickelten Sternen, die sich durch plötzliche Helligkeitsabfälle von bis zu 8 Größenklassen im Optischen auszeichnet. Diese Helligkeitsabfälle werden gelegentlichen Materieauswürfen in Richtung des Beobachters zugeschrieben, die den Zentralstern temporär obskurieren. Mit dem IOTA-Interferometer konnten wir erstmalig die zirkumstellare Staubhülle von R CrB bei einer Ba-

sislinie von 21 Metern auflösen. Zentraler Bestandteil der Strahlungstransportmodellierung dieser Messungen sowie der Beobachtungsdaten von R CrB, die mit dem russischen SAO-6m-Teleskop gewonnen wurden, war die Entwicklung eines Zwei-Komponenten-Modells, mit dem sowohl der Verlauf der spektralen Energieverteilung als auch der Visibilitäten zufriedenstellend erklärt werden konnte.

Ein weiterer IR-Interferometrie-Schwerpunkt der Gruppe ist die Mitarbeit an der AMBER-Kamera für das VLTI (Very Large Telescope Interferometer). AMBER ist ein Phase-Closure-Instrument, das mit 3 Teleskopen im Nahinfrarot arbeitet. Bei einer Wellenlänge von  $1\ \mu\text{m}$  und mit Basislinien von bis zu 200 Metern kann die bisher unerreichte Winkelauflösung von einer Millibogensekunde erreicht werden. Die Faseroptik des AMBER-Instruments erlaubt die präzise Messung von Visibilitäten und Closure Phases. Beispielsweise können Visibilitäten mit einer Genauigkeit von weniger als 0,1 % bestimmt werden. Die spektral dispergierten Interferogramme erlauben die differentielle Messung von Visibilitäten bei verschiedenen Wellenlängen mit Fehlern, die im Bereich von nur 0,01 % liegen. Die Grenzhelligkeit des Instruments im K-Band beträgt voraussichtlich  $14^{\text{m}}$ .

Unsere vorrangigen wissenschaftlichen Ziele im Zusammenhang mit AMBER sind VLTI-Untersuchungen von jungen stellaren Objekten, entwickelten Sternen sowie aktiven Galaxienkernen mit hoher räumlicher und spektraler Auflösung (100 bis 10000). Die hohe Genauigkeit der absoluten und relativen Visibilitäten wird mit großer Wahrscheinlichkeit das interferometrische Aufspüren extrasolarer Planeten und die Auflösung der so genannten Broad-Line-Region Aktiver Galaxienkerne im Infraroten ermöglichen. Erste Beobachtungen mit AMBER sind für den Herbst 2003 geplant.

#### *Hochenergiephysik und aktive Galaxienkerne*

Im Rahmen des Konzepts, daß die Teilchen der kosmischen Strahlung zu einem großen Teil aus den Winden von Roten Überriesen und Wolf-Rayet-Sternen herrühren, wurde eine Theorie entwickelt, welche zu folgenden Resultaten führt: i) Der Mechanismus der Supernova Explosion sehr massereicher Sterne beruht auf dem Wechselspiel von Potentialenergie, Magnetfeldern und Rotation, wie bereits von G. Bisnovatyi-Kogan 1970 vorgeschlagen, beruhend auf Arbeiten von N. Kardashev 1964. ii) Die typische Explosionsenergie ist etwa  $10^{52}$  erg. iii) Die Energie in Kosmischer Strahlung pro Supernova dieses Typs ist  $10^{51}$  erg. iv) Die Explosion ist sehr anisotrop, und v) Diese Explosionen sollten eine Standardkerze der Kosmologie sein können, falls und sobald man die Anisotropie aus Polarisations- und Infrarot-Beobachtungen bestimmen könnte.

Die Eigenschaften der Gravitationswellen aus der Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher, notwendige Konsequenz aus der Verschmelzung zweier Galaxien, haben eine sehr starke Spinabhängigkeit: Der Winkel zwischen der Spinachse des massereicheren Schwarzen Loches und des Bahnspins ist entscheidend für den Drehimpulstransport durch Gravitationswellen. Wenn dieser Winkel gross ist, wird der Drehimpulstransport unterdrückt, und der Schlußphase der Gravitationsstrahlung wird wesentlich abgeschwächt gegenüber dem Fall, daß dieser Winkel klein ist. Das erklärt zwanglos das Auftreten von X-förmigen Radiogalaxien, Radiogalaxien mit vier Jets. Das wird einen entscheidenden Einfluß auf die zu erwartenden Messungen der Gravitationswellen haben.

Es wurde der Versuch gestartet, den Ursprung von Magnetfeldern im Kosmos wie schon im originären Ansatz von 1950 mit Strömen zu erklären. Damals war die Argumentation, daß Ströme zwangsläufig entstehen, wenn in einem rotierenden System ohne Magnetfelder Ströme entstehen durch Kräfte, welche nicht durch Ladungstrennung kompensiert werden können. Allerdings kann das nicht die großräumige Ordnung der beobachteten Magnetfelder erklären, da auf sehr kurzen Zeiten jegliche Ordnung zerstört würde. Die Bewegungsgleichung für elektrische Ströme zerfällt in eine Hierarchie von Niveaus: Diese in der Plasmaphysik typische Hierarchie kann aufgelöst werden in großräumigen Schockwellen, den Schockwellen der Spiralarme, lokal sehr unetige, aber global stetige Stoßfronten, in denen durch Drifts Ströme angetrieben werden. Man kann zeigen, daß in einem solchen

Ansatz Zeitskalen und Symmetrien wohl den beobachteten entsprechen können; die Arbeit ist noch nicht beendet.

*Personal:* M. Berger, P. Biermann, T. Blöcker, S. Casanova, A. Curutiu, T. Driebe, M. Eberhardt, S. Gong, K.-H. Hofmann, N. Ikhsanov, C. Karow, T. Kellmann, T. Kneiske, H. Lee, I. Maris, S. Markoff, A. Meli, A. Men'shchikov, S. Moiseenko, F. Munyaneza, N. Nemes, O. Nenestyan, A. Odegard, K. Ohnaka, G. Pavalas, T. Preibisch, D. Riechers, R. Roman, D. Schertl, K. Smith, O. Tascou, S. Ter-Antonyan, V. Tudose, A. Vasile, G. Weigelt, K. Weiss, J.M. Winters, C. Woodruff, F. Yuan, C. Zier  
mit K. Jeong, E. Sedlmayr (Univ. Berlin), U. Klein, H. Rottmann (Univ. of Bonn), T. Enßlin (MPA, Garching), W. Duschl, M. Scholz (Univ. Heidelberg), H. Blümer, R. Engel (FZ Karlsruhe), H. Holweger, W. Stolzmann (Univ. Kiel), B. Freytag, H.-G. Ludwig (Univ. Kopenhagen), G. Schäfer (Univ. Jena), D. Schönberner, H. Zinnecker (AIP, Potsdam), F. Herwig (Univ. Potsdam), E. Guenther (Sternwarte Tautenburg), T. Kneiske, K. Mannheim (Univ. Würzburg), J. Becker, K.-H. Kampert, W. Rhode (Univ. Wuppertal),  
A. Donea, R. Protheroe (Univ. of Adelaide), R. Fender, R. Waters (Univ. Amsterdam), L. Testi, A. Marconi (Arcetri), B. Nath (Raman, Bangalore), K. Petrovay (Univ. Budapest), M. Rusu (Univ. Bukarest), W. Traub, M. Lacasse, S. Morel, B. Pras (CfA, Cambridge), E.-J. Ahn (Univ. of Chicago), D. Ryu (Chungnam Nat. Univ., Daejeon), S. Ter-Antonyan (Univ. of Erewan), A. Richichi (Univ. Florenz), D. Mourard, L. Abe, O. Chesneau, S. Ragland, P. Stee, N. Thureau, F. Vakili (CERGA, Grasse), D. Fraix-Burnet, F. Malbet (Univ. Grenoble), G. Herbig (Univ. of Hawaii), A. Wandel (Hebrew Univ., Jerusalem), R. Foy (Univ. Lyon), E.-S. Seo, R. Sina (Univ. of Maryland), S. Moiseenko (Space Research Inst., Moskau), B. Yudin (Sternberg Institut, Moskau), Y. Wang (Purple Mountain Obs., Nanjing), S. Westerhoff (Columbia Univ., New York) T. Stanev (Bartol Res. Inst., Newark), Y. Balega, I. Balega, V. Vasyuk (SAO, Nizhnij Arkhyz), P. Mathias, R. Petrov (Univ. Nizza), P. Stee (OCA), G. Sigl (Inst. for Astrophys., Paris), V. Coude du Foresto, C. Ruilier, N. Sanchez (Observ. de Paris), H. de Vega (Univ. of Paris), Gopal Krishna (Nat. Center for Radio Astron., Pune), H. Kang (Pusan Nat. Univ.), G. Pugliese (Univ. of Cal., Santa Cruz), G. Medina-Tanco (Univ. Sao Paolo), Z. Cao (Univ. of Utah), N. Langer (Univ. of Utrecht), P. Kronberg (Univ. of Toronto).

## 5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

### 5.1 Diplomarbeiten

*Abgeschlossen:*

Chirvasa, M.: Gravitational Waves during the mergers of rotating black holes. Bukarest 2002.  
Galea, C.: Origin of magnetic fields in the Cosmos. Bukarest 2002.  
Kadler, M.: NGC 1052: a study of the parsec-scale twin jet. Bonn 2002.  
Pacek, F.: Entwicklung eines kryogenisch gekühlten Verstärkers. Bonn 2002.  
Voß, H.: Modeling the star formation history of the universe to compare with mm and sub-mm deep field surveys. Bonn 2002.

*Laufend:*

Curutiu, A.: Bending of the orbit of ultra high energy cosmic rays in a magnetic halo-wind of the Galaxy.  
Friedrich, S.: VSOP-Analyse der Quelle 0954+65.  
Impellizzeri, Y.: Searching for structural changes in IDV sources.  
Kauffmann, J.: Struktur und Stabilität sternbildender Molekülwolken.  
Maris, I.: Pointing of ultra high energy cosmic rays, and source identification.  
Nemes, N.: Contributions of Galactic Mergers to the Gravitational Wave Background.  
Nenestyan, O.: Jet-Disk symbiosis and high energy particles.  
Odegard, A.: Echoes from a Gamma Ray Burst.



Pavalas, G.: Energetics and Structure of AGN Jets.  
 Popescu, A.: Abundances in cosmic rays.  
 Reuen, L.: Interstellare Molekülwolken.  
 Tascu, O.: Ultra high energy cosmic rays from quiescent black holes.  
 Tudose, V.: Anisotropic jets in blazars and GRBs.  
 Vasile, A.: Diffusion model for cosmic ray interaction.  
 Woodruff, C.: Infrarot-Interferometrie von Sternen in späten Entwicklungsstadien.

## 5.2 Dissertationen

### *Abgeschlossen:*

Beuther, H.: Early stages of massive star formation. Bonn 2002.  
 Karastergiou, A.: Simultaneous, multifrequency observations of radio pulsars. Bonn 2002.  
 Löhmer, O.: Hochpräzisions-Timing und interstellare Streuung von Pulsaren. Bonn 2002.  
 Roman, R.: Binary Black holes and their gravitational field, and mass flow. Cluj-Napoca 2002.  
 Thuma, G.: Die erste großflächige Kartierung naher Spiralgalaxien im Licht der  $^{12}\text{CO}(3-2)$  Rotationslinie. Bonn 2002.

### *Laufend:*

Bach, U.: Untersuchung von Aktiven Galaktischen Kernen mittels Radiointerferometrie.  
 Bradac, M.: Cluster mass reconstruction using weak lensing analysis (IAEF).  
 Brunthaler, A.: Proper motion of galaxies in the local group measured with VLBI.  
 Chiong, Ch.: Submillimeter Observations of Molecular Clouds.  
 Cimò, G.: Intraday Variability of AGN.  
 Comito, C.: Astrochemistry in hot and dense gas.  
 Fuhrmann, L.: Variabilität und Struktur extragalaktischer Radioquellen.  
 Haroyan, L.: Monte-Carlo Simulationen der PeV Luftschauer.  
 Horneffer, A.: Design and operation of digital radio antennas for measuring low-frequency radio emission from cosmic ray air showers.  
 Huege, T.: Geosynchrotron emission from cosmic ray induced extensive air showers.  
 Jin, C.: Highest resolution studies of intraday variable radio sources.  
 Kadler, M.: Radio and X-ray observations of AGN.  
 Kellmann, T.: Neutrino und UHECR-Produktion in AGN.  
 Klare, J.: The Innermost Jet Region of the Quasar 3C345.  
 Klein, B.: Suche nach neuen Pulsaren.  
 Körding, E.: X-ray and radio Variability of microquasars.  
 Lee, H.: The topology of interstellar magnetic fields.  
 Leurini, S.: Excitation of interstellar methanol. Observations and models.  
 Mao, R.: Study of Molecular Spectra in Massive Star Forming Regions.  
 Medici, A.: Broadband Distribution of Brightness Temperature of Radio Emission from Compact Extragalactic Jets.  
 Middelberg, E.: Hochauflösende Beobachtungen von Radiogalaxien.  
 Mikulics, M.: Entwicklung von LTGaAs Fotomischern zum Einsatz auf SOFIA.  
 Pillai, T.: Molecular observations of infrared dark clouds.  
 Raccanelli, A.: A 100 mK Bolometer Array for 2 mm Cosmological Observations.  
 Siebe, F.: Optimierung von Fotomischern für den Einsatz in Terahertz-Lokaloszillator-Quellen.  
 Siringo, G.: Entwicklung eines Polarimeters für Submm-Bolometer-Kameras.  
 Sohn, B.W.: Asymmetrien von Radiogalaxien (RAIUB).  
 Voss, H.: The Nature of the Far-Infrared/Millimeter Background Population.  
 Wollenbein, M.: Absoluteichung galaktischer Polarisation.

## 6 Tagungen, Kooperationen, Öffentlichkeitsarbeit

### 6.1 Tagungen und Veranstaltungen

Das Institut führte gemeinsam mit den Astronomischen Instituten der Universität Bonn im Berichtsjahr 32 Hauptkolloquien und zusätzlich 33 Sonderkolloquien durch.

Vom 22. bis 23. Januar wurde ein Workshop unter dem Thema “Interstellar Medium in Galaxies with Bars” am Institut veranstaltet (R. Beck).

Am 4. April wurde die “International Max Planck Research School for Radio and Infrared Astronomy at the University of Bonn” (IMPRS) eröffnet.

Zwischen 14. und 17. April wurde auf Schloß Ringberg/Tegernsee ein Workshop zum Thema “The Virgo Cluster” durchgeführt (B. Vollmer, R. Wielebinski).

Vom 25. bis 28. Juni fand im Gustav-Stresemann-Institut (GSI) in Bonn das “6th European VLBI Network Symposium” statt (E. Ros, R.W. Porcas, A.P. Lobanov, J.A. Zensus).

Vom 18. bis 25. Juli fand in Xi’an, China, eine Chinesisch-Deutsche Radioastronomie-Konferenz unter dem Titel “Radio Studies of Galactic Objects, Galaxies and AGNs” statt (J.L. Han, R. Wielebinski).

Am 10. und 11. September wurde am Institut ein Workshop zum Thema “The Galactic Magnetic Field” organisiert (W. Reich, D. Mitra).

Auf der AG-Tagung in Berlin (24. bis 28. September) wurde ein Splinter-Meeting zum Thema “Active Black Holes” von H. Falcke co-organisiert.

Vom 3. bis 8. November wurde auf Hawaii der Galactic Center Workshop “The central 300 pc of the Galaxy” durchgeführt (H. Falcke, Co-Organisator).

### 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), und zusammen mit dem Haystack Observatory erfolgt der Aufbau eines koordinierten Netzwerks für Millimeter-VLBI (CMVA).

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 bedingt 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”).

Die “International Max Planck Research School for Radio and Infrared Astronomy at the University of Bonn” (IMPRS) wird in Zusammenarbeit mit den Astronomischen Instituten der Univ. Bonn betrieben.

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.

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).

Im INTAS-Programm "Interstellar Scintillation" erfolgt eine Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Niederrhein, Krefeld, mit ASTRON, Niederlande, Lebedev Institut, Russland und Byurakan, Armenien (R. Wielebinski).

Eine Partnergruppe der MPG am National Observatory Beijing (Prof. J.L. Han) wurde eingerichtet. Das Forschungsziel der Gruppe 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).

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).

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

USA-Deutschland NATO-Projekt zur Propagation der Teilchen der höchsten Energien im Kosmos (P.L. Biermann).

Zusammenarbeit mit ASTRON (Dwingeloo, NL), dem FZ Karlsruhe und der Univ. Bonn zur Entwicklung eines neuen digitalen Radioteleskops (LOFAR): Aufbau einer LOFAR Prototyp Station (LOPES) zur Messung der Radiostrahlung von Cosmic Ray Luftschauern (H. Falcke).

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

### 6.3 Öffentlichkeitsarbeit

Im Besucherpavillon, direkt am Standort des 100-m-Radioteleskops, fanden von April bis Oktober 319 einstündige Informationsvorträge für sehr unterschiedliche Teilnehmergruppen statt.

Mitarbeiter des Instituts haben zahlreiche Vorträge an Volkshochschulen des Köln-Bonner Raums gehalten. Darüber hinaus wurde ein Programm mit Schulvorträgen zum Thema "Radioastronomie" gestartet, und eine Reihe dieser Vorträge in Schulen in Bonn und Umgebung durchgeführt.

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

Die Vortragsreihe "Neues aus dem All" ist eine Gemeinschaftsveranstaltung des MPIfR, der Astronomischen Institute der Universität und des Deutschen Museums Bonn. Im Jahr 2002 wurde der letzte Vortrag der Serie "Dem Leben im All auf der Spur" (Januar) und alle drei Vorträge der Serie "Von der Erde bis zum Rand des Universums" (Oktober bis Dezember) durchgeführt.

Die Eröffnung des Erweiterungsgebäudes am MPIfR fand am 2. Juli statt. Aus diesem Anlass gab es vom 3. bis 31. Juli eine Kunstausstellung im Erweiterungsbau.

Am 5. Juli beteiligte sich das MPIfR an der "3. Bonner Wissenschaftsnacht" der Universität Bonn mit Postern und einer Präsentation zum Thema "Radioastronomie: Von der Erde bis zum Rand des Universums". Insgesamt kamen über 30 000 Besucher zu den einzelnen Veranstaltungen.

Am 15. Juli fand im Wissenschaftszentrum Bonn eine Wissenschaftspressekonferenz zum Thema "Auf der Suche nach Leben im Weltall" statt (N. Junkes als einer von 4 Fachreferenten auf der Pressekonferenz).

Die Aktivitäten des Instituts im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit werden auf den entsprechenden Internet-Seiten <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/public/> präsentiert.

## 7 Veröffentlichungen

### 7.1 In Zeitschriften und Büchern

Alef, W., Graham, D.A.: The new Bonn Mk IV - AIPS data export path. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 31-32.

Altenhoff, W.J., Bertoldi, F., Menten, K.M., Sievers, A., Thum, C., Kreysa, E.: Radio continuum observations of comet C/1999 S4 (LINEAR) before, during, and after break-up of its nucleus. *Astron. Astrophys.* **391**, 353-360 (2002).

Amram, P., Adami, C., Balkowski, C., Blais-Ouellette, S., Boselli, A., Boulesteix, J., Carignan, C., Cayatte, V., Chemin, L., Gach, J.L., Garrido, O., Hernandez, O., Marcelin, M., Michel-Dansac, L., Plana, H., Russeil, D., Vollmer, B., Wozniak, H.: GHASP: A 3-D survey of spiral and irregular galaxies at H $\alpha$ . *Astrophys. Space Science* **281**, 393-396 (2002).

Bach, U., Krichbaum, T.P., Alef, W., Witzel, A., Zensus, J.A.: Proper motion in Cygnus A. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 155-158.

Bach, U., Krichbaum, T.P., Ros, E., Britzen, S., Witzel, A., Zensus, J.A.: Is 0716+714 a superluminal blazar? In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 119-120.

Balega, I.I., Balega, Y.Y., Hofmann, K.-H., Maksimov, A.F., Pluzhnik, E.A., Schertl, D., Shkhagosheva, Z.U., Weigelt, G.: Speckle interferometry of nearby multiple stars. *Astron. Astrophys.* **385**, 87-93 (2002).

Balega, Y.Y., Tokovinin, A.A., Pluzhnik, E.A., Weigelt, G.: The spectroscopic and interferometric orbit of gliese 150.2. *Astronomy Letters* **28**, 773-777 (2002).

Balser, D.S., McMullin, J.P., Wilson, T.L.: CO isotopes in planetary nebulae. *Astrophys. J.* **572**, 326-334 (2002).

Bartel, N., Bietenholz, M.F., Rupen, M.P., Beasley, A.J., Graham, D.A., Altunin, V.I., Venturi, T., Umana, G., Cannon, W.H., Conway, J.E.: SN 1993J VLBI. II. Related changes of the deceleration, flux density decay, and spectrum. *Astrophys. J.* **581**, 404-426 (2002).

- Beck, R.: Observations of galactic magnetic fields. In: Highlights of Astronomy, Vol. 12. (Ed.) H. Rickman. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 712-715.
- Beck, R., Shoutenkov, V., Ehle, M., Harnett, J.I., Haynes, R.F., Shukurov, A., Sokoloff, D.D., Thierbach, M.: Magnetic fields in barred galaxies. I. The atlas. *Astron. Astrophys.* **391**, 83-102 (2002).
- Beckert, T., Duschl, W.J.: Where have all the black holes gone? *Astron. Astrophys.* **387**, 422-428 (2002).
- Beckert, T., Falcke, H.: Circular polarization of radio emission from relativistic jets. *Astron. Astrophys.* **388**, 1106-1119 (2002).
- Beckert, T., Fuhrmann, L., Cimò, G., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Zensus, J.A.: Understanding scintillation of intraday variables. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 79-82.
- Beckert, T., Fuhrmann, L., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Zensus, J.A.: The size of blazar radio cores from intraday variability. In: Lighthouses of the Universe. (Eds.) M. Gilfanov et al. Springer, Berlin 2002, 274-276.
- Beckert, T., Kraus, A., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Zensus, J.A.: Models of polarized and variable radio emission for IDV source 0917+624. In: Particles and Fields in Radio Galaxies. (Eds.) R.A. Laing, K.M. Blundell. ASP Conf. Series 250, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 147-151.
- Beckert, T., Krichbaum, T.P., Cimò, G., Fuhrmann, L., Kraus, A., Witzel, A., Zensus, J.A.: The size of IDV jet cores. *Publ. Astron. Soc. Australia* **19**, 55-59 (2002).
- Bennert, N., Falcke, H., Schulz, H., Wilson, A.S., Wills, B.J.: Size and structure of the narrow-line region of quasars. *Astrophys. J.* **574**, L105-L109 (2002).
- Bertoldi, F., Cox, P.: Dust emission and star formation toward a redshift 5.5 QSO. *Astron. Astrophys.* **384**, L11-L14 (2002).
- Bertoldi, F., Frail, D.A., Weiss, A., Menten, K.M., Kulkarni, S., Berger, E.: GRB020813 IRAM millimeter observations. *GRB Circular Network*, 1497, 1 (2002).  
Internet: <http://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3archive.html>.
- Bertoldi, F., Menten, K.M., Kreysa, E., Carilli, C.L., Owen, F.: The dawn of galaxies: deep MAMBO imaging surveys. In: Highlights of Astronomy, Vol. 12. (Ed.) H. Rickman. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 473-476.
- Beuther, H., Kerp, J., Preibisch, T., Stanke, T., Schilke, P.: Hard X-ray emission from a young massive star-forming cluster. *Astron. Astrophys.* **395**, 169-177 (2002).
- Beuther, H., Schilke, P., Gueth, F., McCaughrean, M., Andersen, M., Sridharan, T.K., Menten, K.M.: IRAS 05358+3543: multiple outflows at the earliest stages of massive star formation. *Astron. Astrophys.* **387**, 931-943 (2002).
- Beuther, H., Schilke, P., Menten, K.M., Motte, F., Sridharan, T.K., Wyrowski, F.: High-mass protostellar candidates - II: Density structure from dust continuum and CS emission. *Astrophys. J.* **566**, 945-965 (2002).
- Beuther, H., Schilke, P., Menten, K.M., Walmsley, C.M., Sridharan, T.K., Wyrowski, F.: Massive molecular outflows. In: Hot Star Workshop III. The Earliest Stages of Massive Star Birth. (Ed.) P.A. Crowther. ASP Conf. Series No. 267, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 341-346.
- Beuther, H., Schilke, P., Sridharan, T.K., Menten, K.M., Walmsley, C.M., Wyrowski, F.: Massive molecular outflows. *Astron. Astrophys.* **383**, 892-904 (2002).
- Beuther, H., Walsh, A., Schilke, P., Sridharan, T.K., Menten, K.M., Wyrowski, F.: CH<sub>3</sub>OH and H<sub>2</sub>O masers in high-mass star-forming regions. *Astron. Astrophys.* **390**, 289-298 (2002).

- Biermann, P.L., Seo, E.-S.: Cosmic radiation. In: Encyclopedia of Physical Science and Technology, Vol. 3. Academic Press, San Diego 2002, 823-835.
- Biggs, A.D., Wucknitz, O., Porcas, R.W., Browne, I.W.A., Jackson, N.J., Mao, S., Patnaik, A.R., Wilkinson, P.N.: EVN/Global observations of the gravitational lens JVAS B0218+357 at 8.4 GHz. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 199-200.
- Boonman, A.M.S., Lacy, J.H., Evans II, N.J., Richter, M.J., van Dishoeck, E.F., Stark, R., van der Tak, F.F.S.: High-resolution spectra toward massive protostars: probing the hot core. In: The Origins of Stars and Planets: the VLT View. (Eds.) J.F. Alves, M.J. McCaughrean. Springer, Berlin 2002, CD-ROM.
- Boonman, A.M.S., van Dishoeck, E.F., Stark, R., van der Tak, F.F.S., Knez, C., Lacy, J.H., Evans II, N.J., Richter, M.J.: Probing the birth of hot cores through mid-infrared and submillimeter spectroscopy of HCN and C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>. In: Hot Star Workshop III. The Earliest Stages of Massive Star Birth. (Ed.) P.A. Crowther. ASP Conf. Series No. 267, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 345-346.
- Bowen, D.V., Tripp, T.M., Jenkins, E.B., Brinks, E., Huchtmeier, W.K.: Damped Ly $\alpha$  absorption from the nearby low surface brightness galaxy SBS 1543+593: a summary. In: Extragalactic Gas at Low Redshift. (Eds.) J. Mulchaey, J.T. Stocke. ASP Conf. Series No. 254, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 114-121.
- Bower, G.C., Falcke, H., Mellon, R.R.: A radio survey for linear and circular polarization in low luminosity active galactic nuclei. *Astrophys. J.* **578**, L103-L106 (2002).
- Bower, G.C., Falcke, H., Sault, R.J., Backer, D.C.: The spectrum and variability of circular polarization in Sagittarius A\* from 1.4 to 15 GHz. *Astrophys. J.* **571**, 843-855 (2002).
- Bradac, M., Schneider, P., Steinmetz, M., Lombardi, M., King, L.J., Porcas, R.: B1422+231: The influence of mass substructure on strong lensing. *Astron. Astrophys.* **388**, 373-382 (2002).
- Bradac, M., Schneider, P., Steinmetz, M., Lombardi, M., King, L.J., Porcas, R.W.: Using VLBI data to investigate the galaxy structure in the gravitationally lensed system B1422+231. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 203-204.
- Britzen, S., Brinkmann, W., Vermeulen, R.C., Gliozzi, M., Campbell, R.M., Taylor, G.B., Browne, I.W.A., Wilkinson, P.N., Pearson, T.J., Readhead, A.C.S.: The soft X-ray properties and the VLBI properties of AGN from the CJF sample. A search for correlations. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 99-102.
- Brunthaler, A., Falcke, H., Bower, G.C., Aller, M.F., Aller, H.D., Teräsranta, H., Krichbaum, T.P.: III Zw 2: evolution of a radio galaxy in a nutshell. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 143-144.
- Brunthaler, A., Reid, M., Falcke, H., Greenhill, L., Henkel, C.: Towards proper motions in the local group. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 189-192.
- Calvet, N., D'Alessio, P., Hartmann, L., Wilner, D., Walsh, A., Sitko, M.: Evidence for a developing gap in a 10 Myr old protoplanetary disk. *Astrophys. J.* **568**, 1008-1016 (2002).
- Camilo, F., Stairs, I.H., Lorimer, D.R., Backer, D.C., Ransom, S.M., Klein, B., Wielebinski, R., Kramer, M., McLaughlin, M.A., Arzoumanian, Z., Müller, P.: Discovery of radio pulsations from the X-ray pulsar J0205+6449 in supernova remnant 3C58 with the Green Bank Telescope. *Astrophys. J.* **571**, L41-L44 (2002).

- Carilli, C.L., Cox, P., Bertoldi, F., Menten, K.M., Omont, A., Djorgovski, S.G., Petric, A., Beelen, A., Isaak, K.G., McMahon, R.G.: Imaging low order CO emission from the  $z = 4.12$  QSO PSS 2322+1944. *Astrophys. J.* **575**, 145-149 (2002).
- Carilli, C.L., Kohno, K., Kawabe, R., Ohta, K., Henkel, C., Menten, K.M., Yun, M.S., Petric, A., Tutui, Y.: High resolution imaging of molecular line emission from high redshift QSOs. *Astron. J.* **123**, 1838-1846 (2002).
- Carilli, C.L., Menten, K.M.: Molecular QSO absorption line systems. In: *Highlights of Astronomy*, Vol. 12. (Ed.) H. Rickman. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 481-484.
- Carral, P., Kurtz, S.E., Rodríguez, L.F., Menten, K., Cantò, J., Arceo, R.: Detection of the winds from the exciting sources of shell H II regions in NGC 6334. *Astron. J.* **123**, 2574-2582 (2002).
- Charlot, P., Campbell, R.M., Alef, W., Borkowski, K., Conway, J.E., Foley, T., Garrington, S.T., Kraus, A., Nothnagel, A., Sovers, O.J., Trigilio, C., Venturi, T., Xinyong, H.: Improved positions of non-geodetic EVN telescopes. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 9-12.
- Chyzy, K.T., Urbanik, M., Soida, M., Beck, R.: Magnetic fields in cluster and interacting galaxies. *Astrophys. Space Science* **281**, 409-410 (2002).
- Cimò, G., Beckert, T., Krichbaum, T.P., Fuhrmann, L., Kraus, A., Witzel, A., Zensus, J.A.: A very rapid extreme scattering event in the IDV source 0954+658. *Publ. Astron. Soc. Australia* **19**, 10- 13 (2002).
- Cimò, G., Fuhrmann, L., Krichbaum, T.P., Beckert, T., Kraus, A., Witzel, A., Zensus, J.A.: Multi-frequency study of intraday variable sources. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 69-72.
- Comito, C., Schilke, P.: Reconstructing reality: strategies for sideband deconvolution. *Astron. Astrophys.* **395**, 357-371 (2002).
- Cox, P., Omont, A., Djorgovski, S.G., Bertoldi, F., Pety, J., Carilli, C.L., Isaak, K.G., Beelen, A., McMahon, R.G., Castro, S.: CO and dust in PSS 2322+1944 at a redshift of 4.12. *Astron. Astrophys.* **387**, 406-411 (2002).
- Dannerbauer, H., Lehnert, M.D., Lutz, D., Tacconi, L., Bertoldi, F., Carilli, C., Genzel, R., Menten, K.: Properties of millimeter galaxies: constraints from K-band blank fields. *Astrophys. J.* **573**, 473-484 (2002).
- De Buizer, J.M., Walsh, A.J., Pina, R.K., Phillips, C.J., Telesco, C.M.: High-resolution mid-infrared imaging of G339.88-1.26. *Astrophys. J.* **564**, 327-332 (2002).
- De Petris, M., D'Alba, L., Lamagna, L., Melchiorri, F., Orlando, A., Palladino, E., Rephaeli, Y., Colafrancesco, S., Kreysa, E., Signore, M.: MITO measurements of the Sunyaev-Zeldovich effect in the Coma cluster of galaxies. *Astrophys. J.* **574**, L119-L122 (2002).
- Dennett-Thorpe, J., Scheuer, P.A.G., Laing, R.A., Bridle, A.H., Pooley, G.G., Reich, W.: Jet reorientation in AGN: two winged radio galaxies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **330**, 609-620 (2002).
- Desmurs, J.-F., Baudry, A., Sivagnanam, P., Henkel, C.: A high-sensitivity OH 5-cm line survey in late-type stars. *Astron. Astrophys.* **394**, 975-982 (2002).
- Doeleman, S.S., Phillips, R.B., Rogers, A.E.E., Attridge, J.A., Titus, M.A., Smythe, D., Cappallo, R., Buretta, T., Whitney, A.R., Krichbaum, T.P., Graham, D.A., Alef, W., Polatidis, A.G., Bach, U., Witzel, A., Zensus, J.A., Greve, A., Grewing, M., Freund, R., Strittmatter, P., Ziurys, L., Wilson, T.L., Fagg, H., Gay, G.: 2mm wavelength VLBI of SiO masers and AGN. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 223-226.

- Donea, A.-C., Biermann, P.L.: The structure of accretion flow at the base of jets in AGN. *Publ. Astron. Soc. Australia* **19**, 125-128 (2002).
- Doty, S.D., van Dishoeck, E.F., van der Tak, F.F.S., Boonman, A.M.S.: Chemistry as a probe of the structures and evolution of massive star-forming regions. *Astron. Astrophys.* **389**, 446-463 (2002).
- Eisner, J.A., Greenhill, L.J., Herrnstein, J.R., Moran, J.M., Menten, K.M.: Outflow 20-2000 AU from a high-mass protostar in W51-IRS 2. *Astrophys. J.* **569**, 334-342 (2002).
- Falcke, H., Beckert, T., Markoff, S., Körding, E., Bower, G.C., Fender, R.: The power of jets: new clues from radio circular polarization and X-rays. In: *Lighthouses of the Universe*. (Eds.) M. Gilfanov et al. Springer, Berlin 2002, 428-435.
- Frail, D.A., Bertoldi, F., Moriarty-Schieven, G.H., Berger, E., Price, P.A., Bloom, J.S., Sari, R., Kulkarni, S.R., Gerardy, C.L., Reichart, D.E., Djorgovski, S.G., Galama, T.J., Harrison, F.A., Walter, F., Shepherd, D.S., Halpern, J., Peck, A.B., Menten, K.M., Yost, S.A., Fox, D.W.: GRB 010222: a burst within a starburst. *Astrophys. J.* **565**, 829-835 (2002).
- Frey, S., Gurvits, L.I., Lobanov, A.P., Schilizzi, R.T., Kawaguchi, N., Gabányi, K.: Space VLBI observations of the quasar 1351-018: tentative detection of apparent superluminal motion at  $z=3.707$ . In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 89-90.
- Fuhrmann, L., Krichbaum, T.P., Cimò, G., Beckert, T., Kraus, A., Witzel, A., Zensus, J.A., Qian, S.J., Rickett, B.J.: Annual modulation in the variability properties of the IDV source 0917+624? *Publ. Astron. Soc. Australia* **19**, 64-68 (2002).
- Fuhrmann, L., Krichbaum, T.P., Cimò, T.P., Kraus, A., Beckert, T., Witzel, A., Zensus, J.A.: Compact intraday variable radio cores: new observational approaches. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 73-76.
- Fujita, Y., Sarazin, C.L., Kempner, J.C., Rudnick, L., Slee, O.B., Roy, A.L., Andernach, H., Ehle, M.: Chandra observations of the disruption of the cool core in A133. *Astrophys. J.* **575**, 764-778 (2002).
- Geballe, T.R., Ramsay Howat, S.K., Timmermann, R., Bertoldi, F., Mountain, C.M.: Ground-based detection of a vibration-rotation line of HD in Orion. *Planetary and Space Science* **50**, 1185- 1188 (2002).
- Gil, J.A., Melikidze, G.I., Mitra, D.: Modelling of the surface magnetic field in neutron stars: application to radio pulsars. *Astron. Astrophys.* **388**, 235-245 (2002).
- Gil, J.A., Melikidze, G.I., Mitra, D.: Vacuum gap model for PSR B0943+10. *Astron. Astrophys.* **388**, 246-251 (2002).
- Graham, D.A., Alef, W., Krichbaum, T.P., Kraus, A., Greve, A., Conway, J.E., Attridge, J.M., Buretta, T.A., Shute, P.A., Titus, M.A.: 1st global mm-VLBI at 512 Mbit/s. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium*. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 67-68.
- Greve, A., Könönen, P., Graham, D.A., Wiik, K., Krichbaum, T.P., Conway, J., Rantakyrö, F., Urpo, S., Grewing, M., Booth, R.S., Zensus, J.A., John, D., Navarro, S., Mujunen, A., Ritakari, J., Peltonen, J., Sijman, P., Oinaskallio, E., Berton, M.: 147 GHz VLBI observations: detection of 3C 273 and 3C 279 on the 3100 km baseline Metshovi - Pico Veleta. *Astron. Astrophys.* **390**, L19-L22 (2002).
- Greve, A., Tarchi, A., Hüttemeister, S., de Grijs, R., van der Hulst, J.M., Garrington, S.T., Neining, N.: A search for radio supernovae and supernova remnants in the region of NGC 1569's super star clusters. *Astron. Astrophys.* **381**, 825-833 (2002).
- Guirado, J.C., Ros, E., Jones, D.L., Alef, W., Macaide, J.M., Preston, R.A.: Searching for low mass objects around nearby dMe radio stars. In: *Proceedings of the 6th European*



- VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 255-258.
- Hagiwara, Y., Diamond, P.J., Miyoshi, M.: A search for extragalactic H<sub>2</sub>O maser emission towards IRAS galaxies. Detection of a maser from an infrared-luminous merger, NGC 6240. *Astron. Astrophys.* **383**, 65-70 (2002).
- Hagiwara, Y., Henkel, C., Sherwood, W.A., Baan, W.A.: Red-shifted H<sub>2</sub>O emission in NGC 3079: more evidence for a pc-scale circumnuclear torus? *Astron. Astrophys.* **387**, L29-L32 (2002).
- Hamuy, M., Maza, J., Pinto, P.A., Phillips, M.M., Suntzeff, N.B., Blum, R.D., Olsen, K.A.G., Pinfield, D.J., Ivanov, V.D., Augusteijn, T., Brilliant, S., Chadid, M., Cuby, J.-G., Doublier, V., Hainaut, O.R., Le Floch, E., Lidman, C., Petr-Gotzens, M.G., Pompei, E., Vanzì, L.: Optical and infrared spectroscopy of SN 1999ee and SN 1999ex. *Astron. J.* **124**, 417-429 (2002).
- Han, J.-L., Wielebinski, R.: Milestones in the observations of cosmic magnetic fields. *Chin. J. Astron. Astrophys.* **2**, 293-324 (2002).
- Hatchell, J., Viti, S.: Possible evidence for shocks in hot cores. *Astron. Astrophys.* **381**, L33-L36 (2002).
- Heithausen, A., Bertoldi, F., Bensch, F.: Gravitationally bound cores in a molecular cirrus cloud. *Astron. Astrophys.* **383**, 591-597 (2002).
- Henkel, C., Braatz, J.A., Greenhill, L.J., Wilson, A.S.: Discovery of water vapor megamaser emission from Mrk 1419 (NGC 2960): an analogue of NGC 4258? *Astron. Astrophys.* **394**, L23-L26 (2002).
- Hernández-Toledo, H.M., Huchtmeier, W.K., Karachentseva, V.E., Brinks, E.: H I observations of isolated triple galaxies. In: *Disks of Galaxies: Kinematics, Dynamics and Perturbations.* (Eds.) E. Athanassoula et al. ASP Conf. Series No. 275, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 449.
- Hofmann, K.-H., Balega, Y., Ikhsanov, N.R., Miroshnichenko, A.S., Weigelt, G.: Bispectrum speckle interferometry of the B[e] star MWC 349A. *Astron. Astrophys.* **395**, 891-898 (2002).
- Hofmann, K.-H., Beckmann, U., Blöcker, T., Coudé du Foresto, V., Lacasse, M., Mennesson, B., Millan-Gabet, R., Morel, S., Perrin, G., Pras, B., Ruilier, C., Schertl, D., Schöller, M., Scholz, M., Shenavrin, V., Traub, W., Weigelt, G., Wittkowski, M., Yudin, B.: Observations of Mira stars with the IOTA/FLUOR interferometer and comparison with Mira star models. *New Astronomy* **7**, 9-20 (2002).
- Horneffer, A., Falcke, H., Kampert, K.H.: LOPES - Detecting radio emission from cosmic ray air showers. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium.* (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 23-24.
- Huege, T., Falcke, H.: Radio-emission from cosmic ray air-showers - a theoretical perspective for LOPES. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium.* (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 25-26.
- Ikhsanov, N.R.: Supersonic propeller spindown of neutron stars in wind-fed mass-exchange close binaries. *Astron. Astrophys.* **381**, L61-L63 (2002).
- Ikhsanov, N.R., Beskrovnyaya, N.G.: Can the rapid braking of the white dwarf in AE Aquarii be explained in terms of the gravitational-wave emitter mechanism? *Astrophys. J.* **576**, L57-L59 (2002).
- Ikhsanov, N.R., Jordan, S., Beskrovnyaya, N.G.: On the circularly polarized optical emission from AE Aquarii. *Astron. Astrophys.* **385**, 152-155 (2002).
- Jessner, A., Lesch, H., Kunzl, T.: Natural limits for currents in charge separated pulsar magnetospheres. In: 270. WE-Heraeus Seminar on Neutron Stars, Pulsars and Supernova

- Remnants. (Eds.) W. Becker et al. MPE-Report No. 278, Max Planck Institut für extraterrestrische Physik, Garching 2002, 209-214.
- Kadler, M., Ros, E., Kerp, J., Lobanov, A.P., Falcke, H., Zensus, J.A.: Constraints on the circumnuclear absorber in NGC 1052 from radio and X-ray observations. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 167-170.
- Karachentsev, I.D., Karachentseva, V.E., Huchtmeier, W.K., Grebel, E.K., Geisler, D., Guhathakurta, P., Hodge, P.W., Sarajedini, A., Seitzer, P., Dolphin, A.E.: The local universe. Kinematics and Physics of Celestial Bodies 121-124 (2002).
- Karastergiou, A., Kramer, M., Johnston, S., Lyne, A.G., Bhat, N.D.R., Gupta, Y.: Simultaneous single-pulse observations of radio pulsars. II. Orthogonal polarization modes in PSR B1133+16. *Astron. Astrophys.* **391**, 247-251 (2002).
- Kawamura, J., Hunter, T.R., Tong, C.-Y.E., Blundell, R., Papa, D.C., Patt, F., Peters, W., Wilson, T.L., Henkel, C., Goltsman, G., Gershenzon, E.: Ground-based terahertz CO spectroscopy towards Orion. *Astron. Astrophys.* **394**, 271-274 (2002).
- Khanzadyan, T., Smith, M.D., Gredel, R., Stanke, T., Davis, C.J.: Active star formation in the large Bok globule CB 34. *Astron. Astrophys.* **383**, 502-518 (2002).
- Khanzadyan, T., Smith, M.D., Gredel, R., Stanke, T., Davis, C.J.: Can we trace the evolution in CB 34? In: The Origins of Stars and Planets: the VLT View. (Eds.) J.F. Alves, M.J. McCaughrean. Springer, Berlin 2002, CD-ROM.
- Köhler, R., Petr-Gotzens, M.G.: Close binaries in the  $\eta$  Cha cluster. *Astron. J.* **124**, 2899-2904 (2002).
- Körding, E., Falcke, H., Markoff, S.: Are ultra luminous X-ray sources microblazars? In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 267-270.
- Körding, E., Falcke, H., Markoff, S.: Population X: are the super-Eddington X-ray sources beamed jets in microblazars or intermediate mass black holes? *Astron. Astrophys.* **382**, L13-L16 (2002).
- Koopmans, L.V.E., Garrett, M.A., Blandford, R.D., Lawrence, C.R., Patnaik, A.R., Porcas, R.W.: 2016+112: a gravitationally lensed type-II quasar. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **334**, 39-47 (2002).
- Kreysa, E., Gemünd, H.-P., Raccanelli, A., Reichertz, L.A., Siringo, G.: Bolometer arrays for mm/submm astronomy. In: Experimental Cosmology at Millimetre Wavelengths. (Eds.) M. De Petris, M. Gervasi. AIP Conference Proceedings No. 616, American Institute of Physics, Melville, NY 2002, 262-269.
- Krichbaum, T.P., Graham, D.A., Alef, W., Polatidis, A.G., Bach, U., Witzel, A., Zensus, J.A., Greve, A., Grewing, M., Doeleman, S.S., Phillips, R.B., Rogers, A.E.E., Titus, M., Fagg, H., Strittmatter, P., Wilson, T.L., Ziurys, L., Freund, R., Könönen, P., Peltonen, J., Urpo, S., Rantakyro, F., Conway, J., Booth, R.S.: VLBI observations at 147 GHz: first detection of transatlantic fringes in bright AGN. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 125-128.
- Krichbaum, T.P., Graham, D.A., Witzel, A., Zensus, J.A., Greve, A., Grewing, M., Marscher, A., Beasley, A.J.: A high-frequency and multi-epoch VLBI study of 3C 273. In: Particles and Fields in Radio Galaxies. (Eds.) R.A. Laing, K.M. Blundell. ASP Conf. Series 250, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 184-190.
- Krichbaum, T.P., Kraus, A., Fuhrmann, L., Cimò, G., Witzel, A.: Intraday variability in northern hemisphere radio sources. *Publ. Astron. Soc. Australia* **19**, 14-18 (2002).
- Kunzl, T., Lesch, H., Jessner, A.: A current circuits model of pulsar radio emission. In: 270. WE-Heraeus Seminar on Neutron Stars, Pulsars and Supernova Remnants. (Eds.)

- W. Becker et al. MPE-Report No. 278, Max Planck Institut für extraterrestrische Physik, Garching 2002, 221- 229.
- Larsson, B., Liseau, R., Men'shchikov, A.B.: The ISO-LWS map of the Serpens cloud core. *Astron. Astrophys.* **386**, 1055-1073 (2002).
- Launhardt, R., Zylka, R., Mezger, P.G.: The nuclear bulge of the Galaxy. III. Large-scale physical characteristics of stars and interstellar matter. *Astron. Astrophys.* **384**, 112-139 (2002).
- Lis, D.C., Roueff, E., Gerin, M., Phillips, T.G., Coudert, L.H., van der Tak, F.F.S., Schilke, P.: Detection of triply deuterated ammonia in the Barnard 1 cloud. *Astrophys. J.* **571**, L55-L58 (2002).
- Lister, M.L., Kellermann, K.I., Pauliny-Toth, I.I.K.: The diverse properties of GPS sources. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 135-138.
- Lobanov, A.P., Krichbaum, T.P., Graham, D.A., Medici, A., Kraus, A., Witzel, A., Zensus, J.A.: 86 GHz VLBI surveys of compact radio sources. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 129-130.
- Lobanov, A.P., Roland, J.: Shocks, plasma instabilities and undisturbed flows in parsec-scale jets. In: Particles and Fields in Radio Galaxies. (Eds.) R.A. Laing, K.M. Blundell. ASP Conf. Series 250, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 195-199.
- Lobanov, A.P., Roland, J.: Supermassive binary black hole system in the quasar 3C345. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 121-122.
- Lobanov, A.P., Zensus, J.A.: Internal structure of compact relativistic jets. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 107-110.
- Malcoci, A., Stohr, A., Heinzelmann, R., Hagedorn, K., Güsten, R., Schäfer, F., Stiler, H., Siebe, F., van der Wal, P., Krozer, V., Feiginov, M., Jüger, D.: Photonic (sub)millimeterwave local oscillators. In: 14th International Conference on Microwaves, Radar, and Wireless Communications: MIKON 2002. Vol. 3. 2002, 722-734,
- Mao, R.Q., Yang, J., Henkel, C., Jiang, Z.B.: Molecular gas and star formation in Lynds 870. *Astron. Astrophys.* **389**, 589-602 (2002).
- Marcaide, J.M., Alberdi, A., Pérez-Torres, M.A., Guirado, J.C., Lara, L., Ros, E., Diamond, P.J., Mantovani, F., Shapiro, I.I., Weiler, K.W., Preston, R.A., Schilizzi, R.T., Sramek, R.A., Triguero, C., Van Dyk, S.D., Whitney, A.R.: How is really decelerating the expansion of SN1993J? In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 239-242.
- Marcaide, J.M., Pérez-Torres, M.A., Ros, E., Alberdi, A., Diamond, P.J., Guirado, J.C., Lara, L., Van Dyk, S.D., Weiler, K.W.: Strongly decelerated expansion of SN 1979C. *Astron. Astrophys.* **384**, 408-413 (2002).
- Massi, M., Menten, K., Neidhöfer, J.: Periodic radio flaring on the T Tauri star V 773 Tauri. *Astron. Astrophys.* **382**, 152-156 (2002).
- Massi, M., Ribó, M., Paredes, J.M., Peracaula, M., Martí, J., Garrington, S.T.: Sub-arcsecond jets in the high-mass X-ray binary LS 1 +61303. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 279-280.
- Massi, M., Ros, E.: Investigation of magnetic loop structures in the corona of UX Arietis. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 275-276.

- Medici, A., Lobanov, A.P.: Models of the brightness temperature distributions in compact, extragalactic radio jets. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 93-96.
- Megeath, S.T., Biller, B., Dame, T.M., Leass, E., Whitaker, R.S., Wilson, T.L.: The impact of massive stars on the formation of young stellar clusters. In: Hot Star Workshop III. The Earliest Stages of Massive Star Birth. (Ed.) P.A. Crowther. ASP Conf. Series No. 267, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 257-266.
- Menshchikov, A.B., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: IRC+10216 in action: present episode of intense mass-loss reconstructed by two-dimensional radiative transfer modeling. *Astron. Astrophys.* **392**, 921-929 (2002).
- Menshchikov, A.B., Schertl, D., Tuthill, P.G., Weigelt, G., Yungelson, L.R.: Properties of the close binary and circumbinary torus of the red rectangle. *Astron. Astrophys.* **393**, 867-885 (2002).
- Menten, K.M.: Jets and outflows from massive protostars. In: Highlights of Astronomy, Vol. 12. (Ed.) H. Rickman. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 153-155.
- Messineo, M., Habing, H.J., Sjouwerman, L.O., Omont, A., Menten, K.M.: 86 GHz SiO maser survey of late-type stars in the inner galaxy. I. Observational data. *Astron. Astrophys.* **393**, 15- 128 (2002).
- Middelberg, E., Roy, A.L., Walker, R.C., Falcke, H., Krichbaum, T.P.: Higher resolution VLBI imaging with fast frequency switching. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 61-64.
- Mitra, D., Rankin, J.M.: Toward an empirical theory of pulsar emission. VII. On the spectral behaviour of conal beam radii and emission heights. *Astrophys. J.* **577**, 322-336 (2002).
- Moscadelli, L., Menten, K.M., Walmsley, C.M., Reid, M.J.: Kinematics of the 12 GHz methanol masers toward W3(OH). *Astrophys. J.* **564**, 813-826 (2002).
- Moss, D., Beck, R., Shukurov, A.: Summary of the discussions. In: Highlights of Astronomy, Vol. 12. (Ed.) H. Rickman. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 745-748.
- Motte, F., Schilke, P., Lis, D.C.: Massive star formation in the galactic mini-starburst W43. In: Hot Star Workshop III. The Earliest Stages of Massive Star Birth. (Ed.) P.A. Crowther. ASP Conf. Series No. 267, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 393-394.
- Nagar, N.M., Falcke, H., Wilson, A.S., Ho, L.C.: Radio-loud low luminosity AGN. *New Astronomy Reviews* **46**, 225-229 (2002).
- Nagar, N.M., Falcke, H., Wilson, A.S., Ulvestad, J.S.: Radio sources in low-luminosity active galactic nuclei. III. "AGNs" in a distance-limited sample of "LLAGNs". *Astron. Astrophys.* **392**, 53-82 (2002).
- Nagar, N.M., Wilson, A.S., Falcke, H., Ulvestad, J.S., Mundell, C.G.: Gigahertz-peaked spectrum radio sources in nearby galaxies. In: Issues in Unification of Active Galactic Nuclei. (Eds.) R. Maiolino et al. ASP Conf. Series No. 258, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 171-176.
- Nürnbergger, D.E.A., Bronfman, L., Petr-Gotzens, M.G., Stanke, T.: NGC 3603 IRS9: the revealment of a cluster of protostars and the potential of mid infrared imaging with VLT+VISIR. In: The Origins of Stars and Planets: The VLT View. (Eds.) J.F. Alves, M.J. McCaughrean. Springer, Berlin 2002, 297-302.
- Nürnbergger, D.E.A., Petr-Gotzens, M.G.: Deep VLT+ISAAC  $K_s$  band imaging of NGC 3603: setting new constraints on cluster radius and luminosity function. In: The Origins of Stars and Planets: the VLT View. (Eds.) J.F. Alves, M.J. McCaughrean. Springer, Berlin 2002, CD-ROM.

- Nürnbergger, D.E.A., Petr-Gotzens, M.G.: Infrared observations of NGC 3603. I. New constraints on cluster radius and  $K_s$ -band luminosity function. *Astron. Astrophys.* **382**, 537-553 (2002).
- Otmianowska-Mazur, K., Vollmer, B.: 3D numerical models of magnetic field evolution in galaxies interacting with the ICM. *Astrophys. Space Science* **281**, 293-296 (2002).
- Paredes, J.M., Ribó, M., Ros, E., Martí, J., Massi, M.: Confirmation of persistent radio jets in the microquasar LS 5039. *Astron. Astrophys.* **393**, L99-L102 (2002).
- Paredes, J.M., Ribó, M., Ros, E., Martí, J., Massi, M.: EVN and MERLIN confirmation of the LS 5039 jets. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium.* (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 277-278.
- Pérez-Torres, M.A., Alberdi, A., Marcaide, J.M., Guirado, J.C., Lara, L., Mantovani, F., Ros, E., Weiler, K.W.: 5-GHz global VLBI observations of SN 1986J in NGC 891. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium.* (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 243-246.
- Pérez-Torres, M.A., Alberdi, A., Marcaide, J.M., Guirado, J.C., Lara, L., Mantovani, F., Ros, E., Weiler, K.: A distorted radio shell in the young supernova SN 1986J. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **335**, L23-L28 (2002).
- Petr-Gotzens, M.G., Cuby, J.G., Sterzik, M.F., Schilke, P., Walsh, A.: VLT observations of the young stellar object TMR-1. In: *The Origins of Stars and Planets: The VLT View.* (Eds.) J.F. Alves, M.J. McCaughrean. Springer, Berlin 2002, 391-397.
- Piacentini, F., Ade, P.A.R., Bhatia, R.S., Bock, J.J., Boscaleri, A., Cardoni, P., Crill, B.P., de Bernardis, P., Del Castillo, H., De Troia, G., Farese, P., Giacometti, M., Hivon, E.F., Hristov, V.V., Iacoangeli, A., Lange, A.E., Masi, S., Mauskopf, P.D., Miglio, L., Netterfield, C.B., Palangio, P., Pascale, E., Raccanelli, A., Rao, S., Romeo, G., Ruhl, J., Scaramuzzi, F.: The BOOMERANG North America instrument: a balloon-borne bolometric radiometer optimized for measurements of cosmic background radiation anisotropies from 0.3d to 4. *Astrophys. J. Suppl.* **138**, 314-336 (2002).
- Polatidis, A.G., Conway, J.E., Owsianik, I.: Proper motions in compact symmetric objects. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium.* (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 139-142.
- Porcas, R.W., Garrett, M.A., Nair, S.: EVN-MERLIN/Global observations of the gravitational lens MG 2016+112. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium.* (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 197-198.
- Porcas, R.W., Rioja, M.J.: VLBI phase-reference investigations at 86 GHz. In: *Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium.* (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 65-66.
- Preibisch, T., Balega, Y.Y., Schertl, D., Weigelt, G.: High-resolution study of the young stellar objects in Mon R2 IRS 3. *Astron. Astrophys.* **392**, 945-954 (2002).
- Preibisch, T., Brown, A.G.A., Bridges, T., Guenther, E., Zinnecker, H.: Exploring the full stellar population of the Upper Scorpius OB Association. *Astron. J.* **124**, 404-416 (2002).
- Preibisch, T., Smith, M.D.: The outflow activity of the protostars in S140 IRS. *Astron. Astrophys.* **383**, 540-547 (2002).
- Preibisch, T., Weigelt, G., Schertl, D., Balega, Y., Smith, M.: Multiple outflows from the massive protostar S140 IRS1. In: *Hot Star Workshop III. The Earliest Stages of Massive Star Birth.* (Ed.) P.A. Crowther. ASP Conf. Series No. 267, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 407-410.
- Preibisch, T., Zinnecker, H.: X-ray properties of the young stellar and substellar objects in the IC 348 cluster - the Chandra view. *Astron. J.* **123**, 1613-1628 (2002).

- Preuß, E.: The beginning of VLBI at the 100-m radio telescope. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 1-4.
- Pustilnik, S.A., Martin, J.-M., Huchtmeier, W.K., Brosch, N., Lipovetsky, V.A., Richter, G.M.: Studies of galaxies in voids. I. H I observations of blue compact galaxies. *Astron. Astrophys.* **389**, 405-418 (2002).
- Qian, S.J., Kraus, A., Zhang, X.Z., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Zensus, J.A.: Multifrequency polarization variations in the quasar 0917+624. *Chin. J. Astron. Astrophys.* **2**, 325-345 (2002).
- Raccanelli, A., Reichertz, L.A., Kreysa, E.: Eliminating the vibrational noise in continuously filled 1 K Pots. In: Low Temperature Detectors. (Eds.) F.S. Porter et al. AIP Conference Proceedings No. 605, American Institute of Physics, Melville, NY 2002, 391-394.
- Raccanelli, A., Reichertz, L.A., Kreysa, E.: Excess noise in cryogenic detectors due to vibrating 1 K pots. In: Experimental Cosmology at Millimetre Wavelengths. (Eds.) M. De Petris, M. Gervasi. AIP Conference Proceedings No. 616, American Institute of Physics, Melville, NY 2002, 303-305.
- Ramsay Howat, S.K., Timmermann, R., Geballe, T.R., Bertoldi, F., Mountain, C.M.: Detection of a vibration-rotation emission line of hydrogen deuteride toward Orion Peak 1: excitation coupling of HD to H<sub>2</sub>. *Astrophys. J.* **566**, 905-909 (2002).
- Reich, W.: Observations of the Effelsberg 21-cm galactic medium latitude survey completed. *CGPS Newsletter* **20**, 3 (2002).
- Reich, W.: Radio observations of supernova remnants. In: 270. WE-Heraeus Seminar on Neutron Stars, Pulsars and Supernova Remnants. (Eds.) W. Becker et al. MPE-Report No. 278, Max Planck Institut für extraterrestrische Physik, Garching 2002, 1-12.
- Reich, W., Fürst, E., Reich, P., Wielebinski, R., Wolleben, M.: Polarization surveys of the Galaxy. In: Astrophysical Polarized Backgrounds. (Eds.) S. Cecchini et al. AIP Conf. Proc. No. 609, American Institute of Physics, Melville, NY 2002, 3-8.
- Reich, W., Wielebinski, R.: The development of radio astronomy. *Astronomische Nachrichten* **323**, 530-533 (2002).
- Reichert, L.A., Weferling, B., Esch, W., Kreysa, E.: Fastscanning: a new observing technique for bolometer arrays on ground based telescopes. In: Experimental Cosmology at Millimetre Wavelengths. (Eds.) M. De Petris, M. Gervasi. AIP Conference Proceedings No. 616, American Institute of Physics, Melville, NY 2002, 129-131.
- Ribó, M., Ros, E., Paredes, J.M., Massi, M., Martí, J.: EVN+MERLIN observations of microquasar candidates. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 271-274.
- Ribó, M., Ros, E., Paredes, J.M., Massi, M., Martí, J.: EVN and MERLIN observations of microquasar candidates at low galactic latitudes. *Astron. Astrophys.* **394**, 983-992 (2002).
- Ridge, N.A., Megeath, T., Wilson, T.L.: Molecular gas around young stellar clusters. In: Hot Star Workshop III. The Earliest Stages of Massive Star Birth. (Ed.) P.A. Crowther. ASP Conf. Series No. 267, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 411-412
- Rioja, M.J., Porcas, R.W., Desmurs, J.-F., Alef, W., Gurvits, L.I., Schilizzi, R.T.: VLBI observations in cluster-cluster mode at 1.6 GHz. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 57-60.
- Roberts, H., Fuller, G.A., Millar, T.J., Hatchell, J., Buckle, J.V.: A survey of [HDCO]/[H<sub>2</sub>CO] and [DCN]/[HCN] ratios towards low-mass protostellar cores. *Astron. Astrophys.* **381**, 1026-1038 (2002).

- Ros, E., Kellermann, K.I., Lister, M.L., Zensus, J.A., Cohen, M.H., Vermeulen, R.C., Kadler, M., Homan, D.C.: Kinematics of parsec-scale structures in AGN: the 2cm VLBA survey. In: Proceedings of the 6th European VLBI Network Symposium. (Eds.) E. Ros et al. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2002, 105-106.
- Schaudel, D., Becker, W., Aschenbach, B., Trümper, J., Reich, W., Weisskopf, M.: Galactic SNR candidates in the ROSAT all-sky survey. In: 270. WE-Heraeus Seminar on Neutron Stars, Pulsars and Supernova Remnants. (Eds.) W. Becker et al. MPE-Report No. 278, Max Planck Institut für extraterrestrische Physik, Garching 2002, 26-28.
- Schaudel, D., Becker, W., Voges, W., Reich, W., Weisskopf, M.: Galactic SNR candidates in the ROSAT all-sky survey. In: Neutron Stars in Supernova Remnants. (Eds.) P.O. Slane, B.M. Gaensler. ASP Conf. Series No. 271, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 391-395.
- Schödel, R., Ott, T., Genzel, R., Hofmann, R., Lehnert, M., Eckart, A., Mouawad, N., Alexander, T., Reid, M.J., Lenzen, R., Hartung, M., Lacombe, F., Rouan, D., Gendron, E., Rousset, G., Lagrange, A.M., Brandner, W., Ageorges, N., Lidman, C., Moorwood, A.F.M., Spyromilio, J., Hubin, N., Menten, K.M.: A star in a 15.2-year orbit around the supermassive black hole at the centre of the Milky Way. *Nature* **419**, 694-696 (2002).
- Schreyer, K., Henning, Th., van der Tak, F.F.S., Boonman, A.M.S., van Dishoeck, E.F.: The young intermediate-mass stellar object AFGL 490 - A disk surrounded by a cold envelope. *Astron. Astrophys.* **394**, 561-583 (2002).
- Shenavrin, V.I., Fernie, J.D., Weigelt, G., Yudin, B.F.: Photometric observations of R corone Borealis in the optical and infrared. *Astronomy Reports* **46**, 805-818 (2002).
- Siringo, G., Reichertz, L.A., Kreysa, E.: PolKa: a tunable polarimeter for mm/submm wavelengths. In: Experimental Cosmology at Millimetre Wavelengths. (Eds.) M. De Petris, M. Gervasi. AIP Conference Proceedings No. 616, American Institute of Physics, Melville, NY 2002, 187-189.
- Soida, M., Beck, R., Urbanik, M., Braine, J.: Magnetic fields in the absence of spiral density waves - NGC 4414. *Astron. Astrophys.* **394**, 47-57 (2002).
- Spangler, S.R., Kavars, D.W., Kortenkamp, P.S., Bondi, M., Mantovani, F., Alef, W.: Very long baseline interferometer measurements of turbulence in the inner solar wind. *Astron. Astrophys.* **384**, 654-665 (2002).
- Sridharan, T.K., Beuther, H., Schilke, P., Menten, K.M., Wyrowski, F.: High-mass protostellar objects - I: The sample and initial results. *Astrophys. J.* **566**, 931-944 (2002).
- Stanke, T., McCaughrean, M.J., Zinnecker, H.: An unbiased H<sub>2</sub> survey for protostellar jets in Orion A. II. The infrared survey data. *Astron. Astrophys.* **392**, 239-266 (2002).
- Stanke, T., Smith, M.D., Gredel, R., Szokoly, G.: Triggered star formation in Orion cometary clouds? I. The case of L1616. *Astron. Astrophys.* **393**, 251-258 (2002).
- Tafalla, M., Myers, P.C., Caselli, P., Walmsley, C.M., Comito, C.: Systematic molecular differentiation in starless cores. *Astrophys. J.* **569**, 815-835 (2002).
- Tarchi, A., Henkel, C., Peck, A.B., Menten, K.M.: The association between water kilomassers and compact radio sources in the starburst galaxy NGC 2146. *Astron. Astrophys.* **389**, L39-L42 (2002).
- Tarchi, A., Henkel, C., Peck, A.B., Menten, K.M.: Water maser emission in IC 342. *Astron. Astrophys.* **385**, 1049-1055 (2002).
- Taylor, G.B., Peck, A.B., Henkel, C., Falcke, H., Mundell, C.G., O'Dea, C.P., Baum, S.A., Gallimore, J.F.: H<sub>1</sub> absorption in the gigamaser galaxy TXS 2226-184 and the relation between H<sub>1</sub> absorption and water emission. *Astrophys. J.* **574**, 88-94 (2002).
- Thompson, M., Hatchell, J., Macdonald, G., Millar, T.: A sub-mm imaging survey of ultracompact H II regions. In: Hot Star Workshop III. The Earliest Stages of Massive Star

- Birth. (Ed.) P.A. Crowther. ASP Conf. Series No. 267, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 429-430.
- Tuthill, P.G., Men'shchikov, A.B., Schertl, D., Monnier, J.D., Danchi, W.C., Weigelt, G.: Bispectrum speckle interferometry of the red rectangle: diffraction-limited near-infrared images reconstructed from Keck telescope speckle data. *Astron. Astrophys.* **389**, 889-895 (2002).
- Tyulbashev, S.A.: Magnetic fields around AGNs at large and small scales. *Astron. Astrophys.* **387**, 818-820 (2002).
- Uyaniker, B., Reich, W., Yar, A., Kothes, R., Fürst, E.: Is the Cygnus loop two supernova remnants? *Astron. Astrophys.* **389**, L61-L64 (2002).
- van der Tak, F.F.S.: Observations and models of the embedded phase of high-mass star formation. In: *Hot Star Workshop III. The Earliest Stages of Massive Star Birth.* (Ed.) P.A. Crowther. ASP Conf. Series No. 267, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 33-42.
- van der Tak, F., Hatchell, J.: Warm and cold methanol near ultracompact H II regions. In: *The Origins of Stars and Planets: the VLT View.* (Eds.) J.F. Alves, M.J. McCaughrean. Springer, Berlin 2002, CD-ROM.
- van der Tak, F.F.S., Schilke, P., Müller, H.S.P., Lis, D.C., Phillips, T.G., Gerin, M., Roueff, E.: Triply deuterated ammonia in NGC 1333. *Astron. Astrophys.* **388**, L53-L56 (2002).
- van Zadelhoff, G.-J., Dullemond, C.P., van der Tak, F.F.S., Yates, J.A., Doty, S.D., Ossenkopf, V., Hogerheijde, M.R., Juvela, M., Wiesemeyer, H., Schier, F.L.: Numerical methods for non-LTE line radiative transfer: performance and convergence characteristics. *Astron. Astrophys.* **395**, 373-384 (2002).
- Verdes-Montenegro, L., Del Olmo, A., Iglesias-Páramo, J.I., Perea, J., Vílchez, J.M., Yun, M.S., Huchtmeier, W.K.: Ripples and tails in the compact group of galaxies Hickson 54. *Astron. Astrophys.* **396**, 815-832 (2002).
- Vollmer, B.: Ram pressure stripping in the Virgo cluster. 2002. Internet: <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/staff/bvollmer/virgoweb/ringbergconf.html>.
- Vollmer, B., Balkowski, C., Cayatte, V.: The effects of ram pressure stripping on cluster galaxies. *Astrophys. Space Science* **281**, 359-362 (2002).
- Vollmer, B., Beckert, T.: Turbulent viscosity in clumpy accretion disks: application to Galaxy. *Astron. Astrophys.* **382**, 872-887 (2002).
- Vollmer, B., Duschl, W.J.: The dynamics of the circumnuclear disk and its environment in the Galactic Centre. *Astron. Astrophys.* **388**, 128-148 (2002).
- Wachter, A., Schröder, K.-P., Winters, J.M., Arndt, T.U., Sedlmayr, E.: An improved mass-loss description for dust-driven superwinds and tip-AGB evolution models. *Astron. Astrophys.* **384**, 452-459 (2002).
- Walmsley, C.M., Bachiller, R., Pineau des Forêts, G., Schilke, P.: Detection of FeO towards SgrB2. *Astrophys. J.* **566**, L109-L112 (2002).
- Walsh, A.J., Lee, J.-K., Burton, M.G.: The massive star-forming region G323.74-0.26. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **329**, 475-480 (2002).
- Walsh, W., Beck, R., Thuma, G., Weiss, A., Wielebinski, R., Dumke, M.: Molecular gas in NGC 6946. *Astron. Astrophys.* **388**, 7-28 (2002).
- Weferling, B., Reichertz, L.A., Schmid-Burgk, J., Kreysa, E.: Principles of the data reduction and first results of the fastscanning method for (sub)millimeter astronomy. *Astron. Astrophys.* **383**, 1088-1099 (2002).
- Weigelt, G., Balega, Y.Y., Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Menshchikov, A.B., Winters, J.M.: Bispectrum speckle interferometry of IRC +10216: the dynamic evolution of the innermost circumstellar environment from 1995 to 2001. *Astron. Astrophys.* **392**, 131-141 (2002).



- Weigelt, G., Balega, Y.Y., Hofmann, K.-H., Preibisch, T.: Diffraction-limited bispectrum speckle interferometry of the Herbig Be star R Mon. *Astron. Astrophys.* **392**, 937-943 (2002).
- Weigelt, G., Balega, Y.Y., Preibisch, T., Schertl, D., Smith, M.D.: Bispectrum speckle interferometry of the massive protostellar object S140 IRS 1: evidence for multiple outflows. *Astron. Astrophys.* **381**, 905-913 (2002).
- Weigelt, G., Preibisch, T., Schertl, D., Balega, Y.Y., Smith, M.D.: High-resolution studies of young molecular outflow sources. In: *The Origins of Stars and Planets: The VLT View*. (Eds.) J.F. Alves, M.J. McCaughrean. Springer, Berlin 2002, CD-ROM.
- Weis, K., Duschl, W.J.: Outflow from and asymmetries in the nebula around the LBV candidate Sk-69 279. *Astron. Astrophys.* **393**, 503-510 (2002).
- Wielebinski, R.: The characteristics of (normal) pulsars. In: 270. WE-Heraeus Seminar on Neutron Stars, Pulsars and Supernova Remnants. (Eds.) W. Becker et al. MPE-Report No. 278, Max Planck Institut für extraterrestrische Physik, Garching 2002, 167-170.
- Wielebinski, R.: Cosmic magnetic fields: what we know, what we must discover. In: *Astrophysical Polarized Backgrounds*. (Eds.) S. Cecchini et al. AIP Conf. Proc. No. 609, American Institute of Physics, Melville, NY 2002, 90-95.
- Wielebinski, R., Lochner, O., Reich, W., Mattes, H.: Radio polarimetry: a historical development at Effelsberg. In: *Astrophysical Polarized Backgrounds*. (Eds.) S. Cecchini et al. AIP Conf. Proc. No. 609, American Institute of Physics, Melville, NY 2002, 291-295.
- Wielebinski, R., Reich, W., Frst, E.: Recent results on magnetic fields in the Milky Way. In: *Highlights of Astronomy*, Vol. 12. (Ed.) H. Rickman. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 719-720.
- Winn, J.N., Lovell J.E.J., Chen, H.-W., Fletcher, A.B., Hewitt, J.N., Patnaik, A.R., Schechter, P.L.: PMN J0134-0931: a gravitationally lensed quasar with unusual radio morphology. *Astrophys. J.* **564**, 143-152 (2002).
- Winn, J.N., Morgan, N.D., Hewitt, J.N., Kochanek, C.S., Lovell, J.E.J., Patnaik, A.R., Pindor, B., Schechter, P.L., Schommer, R.A.: PMN J1632-0033: a new gravitationally lensed quasar. *Astron. J.* **123**, 10-19 (2002).
- Winters, J.M., Le Bertre, T., Nyman, L.-A., Omont, A., Jeong, K.S.: The hydrodynamical structure of circumstellar envelopes around low mass-loss rate, low outflow velocity AGB stars. *Astron. Astrophys.* **388**, 609-614 (2002).
- Wunsch, S., Crocoll, E., Neuhaus, M., Scherer, T.A., Stassen, A., Wermund, H.J., Jutzi, W., Geerk, J., Ratzel, F., Lochner, O.: Coplanar microwave filters with  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$  thin films on sapphire substrates. *Physica C* **372**, 496-499 (2002).
- Wyrowski, F., Gibb, A.G., Mundy, L.G.: BIMA observations of hot molecular cores. In: *Hot Star Workshop III. The Earliest Stages of Massive Star Birth*. (Ed.) P.A. Crowther. ASP Conf. Series No. 267, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2002, 43-50.
- Yuan, F., Markoff, S., Falcke, H.: A jet-ADAF model for Sgr A\*. *Astron. Astrophys.* **383**, 854-863 (2002).
- Yuan, F., Markoff, S., Falcke, H., Biermann, P.L.: NGC 4258: a jet-dominated low-luminosity AGN? *Astron. Astrophys.* **391**, 139-148 (2002).
- Yudin, B.F., Fernie, J.D., Ikhsanov, N.R., Shenavrin, V.I., Weigelt, G.: UBVJHKLM photometry and modeling of R Coronae Borealis. *Astron. Astrophys.* **394**, 617-624 (2002).
- Yun, J.L., Santos, C.A., Clemens, D.P., Afonso, J.M., McCaughrean, M.J., Preibisch, T., Stanke, T., Zinnecker, H.: Discovery of a molecular outflow, near-infrared jet and HH objects towards IRAS 06047-1117. In: *The Origins of Stars and Planets: the VLT View*. (Eds.) J.F. Alves, M.J. McCaughrean. Springer, Berlin 2002, CD-ROM.

Zensus, J.A., Ros, E., Kellermann, K.I., Cohen, M.H., Vermeulen, R.C., Kadler, M.: Submilliarcsecond imaging of quasars and active galactic nuclei II. Additional sources. *Astron. J.* **124**, 662-674 (2002).

Zhang, X.Z., Qian, S.J., Higgs, L.A., Landecker, T.L., Wu, X.J.: Radio observations at 232 MHz and multifrequency spectral studies of SNR HB21. *Astrophys. Space Science* **279**, 355-366 (2002).

Zier, C., Biermann, P.L.: Binary black holes and tori in AGN. II. Can stellar winds constitute a dusty torus? *Astron. Astrophys.* **396**, 91-108 (2002).

## 7.2 Abstracts

Falcke, H., Markoff, S., Yuan, F., Nagar, N., Wilson, A.S., Bower, G.C.: Active galactic nuclei in nearby galaxies. *Bull. American Astron. Soc.* **34**, 200, 51.06 (2002).

Margot, J.L., Trujillo, C., Brown, M.E., Bertoldi, F.: The size and albedo of KBO 2002 AW197. *Bull. American Astron. Soc.* **34**, 34,17.03 (2002).

Markoff, S., Falcke, H., Fender, R.: Understanding the X-ray contribution from jets in X-ray binaries In: American Physical Society, April Meeting Abstracts. 2002, N17.105

Reich, W., Fürst, E., Reich, P., Uyaniker, B., Wielebinski, R., Wolleben, M.: The Effelsberg medium galactic latitude survey. In: XXVIIth General Assembly of the International Union of Radio Science. Poster Presentations. U.R.S.I., Maastricht 2002, 156.

Schmid-Burgk, J.: The physics of the water molecule: a nearly ideal fit to the requirements of life. In: Water in the Upper Martian Surface: Program and Abstracts. DLR German Aerospace Center, Institute of Space Simulation, Köln 2002, o. S.

Trujillo, C.A., Brown, M.E., Margot, J.-L., Bertoldi, F.: A search for the brightest Kuiper Belt objects. *Bull. American Astron. Soc.* **34**, 34,9.04 (2002).

Wielebinski, R.: Report from the Max-Planck-Institute for Radioastronomy. In: XXVI-Ith General Assembly of the International Union of Radio Science. Poster Presentations. U.R.S.I., Maastricht 2002, 81.

Wielebinski, R., Dumke, M., Thierbach, M.: Warm gas and cold dust in nearby galaxies. In: XXVIIth General Assembly of the International Union of Radio Science. Poster Presentations. U.R.S.I., Maastricht 2002, 156.

## 7.3 Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen

Beuther, H., Schilke, P.: Ausflüsse massereicher junger Sterne. *Sterne u. Weltraum* **41**, 11, 22-23 (2002).

Falcke, H.: Schwarze Löcher der dritten Art. *Sterne u. Weltraum* **41**, 11, 16-17 (2002).

Junkes, N., Uyaniker, B.: Der Cygnus Loop - Zwei kollidierende Supernovaüberreste. *Sterne u. Weltraum* **41**, 11, 20 (2002).

Preibisch, T.: Materieverlust eines Protosterns. *Sterne u. Weltraum* **41**, 5, 20 (2002).

Preibisch, T.: Röntgenbild eines jungen Sternhaufens. *Sterne u. Weltraum* **41**, 8, 23 (2002).

Ruf, K.: Radioastronomie: Gefahr durch Handys und Satellitenfernsehen? *Astronomie und Raumfahrt im Unterricht* **39**, 2, 25-27 (2002).

Norbert Junkes