

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 30-m-Teleskop für mm-Wellen-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 10-m-Heinrich-Hertz-Teleskops (HHT) auf dem Mt. Graham (Arizona/USA), welches gemeinsam mit dem Steward Observatorium der Universität von Arizona betrieben wird. 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 für ca. sechs Millionen EURO ein neues Radioteleskop errichtet: APEX, das Atacama Pathfinder Experiment. Am 2. Juli wurde der Vertrag zum Bau der Antenne unterschrieben, und bereits im Jahr 2003 soll die Anlage in Betrieb gehen. APEX wird das vierte am Institut entwickelte Meßinstrument sein und Pionierarbeit im Terahertz-Bereich leisten, das bedeutet bis hinunter zu Wellenlängen von 0,3 bis 0,15 mm.

Am 24. März starb im 90. Lebensjahr Prof. Dr. rer. nat. Otto Hachenberg, Emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied. Otto Hachenberg wurde zum 01. 07. 1966 zum Wissenschaftlichen Mitglied und ersten Direktor des MPIfR berufen. Bis zu seiner Emeritierung im Jahr 1979 nahm er diese Aufgabe neben seinem Amt als Ordinarius an der Universität Bonn wahr. Der Aufbau des Instituts ist untrennbar mit seinem Namen verbunden.

1 Personal

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. W. Alef, Dr. J.W.M. Baars (beurlaubt zur ESO), Dr. R. Beck, Dipl.-Phys. U. Beckmann (Abteilungsleiter Infrarot-Interferometrie), Dr. E.M. Berkhuijsen, Dr. F. Bertoldi, Prof. Dr. P.L. Biermann, Dr. T. Blöcker, Dr. S. Casanova (seit 11.09.), Dr. O. Doroshenko (bis 30.06.), Dipl.-Ing. A. Dreß (bis 30.09.), Dr. T. Driebe (seit 01.10.), Dr. M. Dumke (tätig am SMTO, Tucson), G. Ediss, M.Sc. (beurlaubt zum NRAO), Priv.-Doz. Dr. H. Falcke,

Dipl.-Phys. A. Freihold, Prof. Dr. E. Fürst (Abteilungsleiter Station Effelsberg), Dr. H.-P. Gemünd, Dipl.-Ing. M. Geng (bis 31.03.), Dipl.-Ing. S. Gong, Dr. D.A. Graham, Dr. R. Güsten (Abteilungsleiter mm/submm-Technologie), Prof. Dr. O. Hachenberg (emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied; verstorben am 24.03.), Dr. Y. Hagiwara (seit 01.12.), Dr. C.G.T. Haslam (bis 31.08.), Dr. J. Hatchell, Dr. C. Henkel, Dr. K.-H. Hofmann, Priv.-Doz. Dr. W.K. Huchtmeier, Dipl.-Phys. H. Hutfleß (bis 31.01.), Dr. A. Jessner, Dr. N. Junkes, Dipl.-Phys. A. von Kap-herr (verstorben am 18.07.), Dr. R. Keller, Dipl.-Ing. B. Klein (seit 01.07.), 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 (seit 01.03.), Dr. A. Lobanov, 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, Dr. P. Müller, Dr. J. Neidhöfer, Dr. A. Oberreuter (Abteilungsleiter EDV), Dr. A. Patnaik (bis 30.06.), Dr. M. Petr-Gotzens, Dr. S. Philipp, Dr. R. Porcas, Dr. T. Preibisch, Dr. E. Preuss, Dr. P. Reich, Dr. W. Reich, Dr. L. Reichertz, Dr. E. Ros Ibarra, Dr. A. Roy (seit 01.12.), Dr. K. Ruf-Ursprung, Dipl.-Phys. F. Schäfer, Dr. D. Schertl, Dr. P. Schilke, Prof. Dr. J. Schmid-Burgk, Dr. J. Schmidt, Dipl.-Phys. J. Schraml, Dr. R. Schwartz (Leiter der Wissenschaftlichen und Allgemeinen Verwaltung), Dr. W.A. Sherwood, Dr. Th. Stanke, Dr. R. Stark, Dr. H. Stüer, Dr. M. Thierbach (bis 31.10.), Dipl.-Math. F. Uhlig, Dr. F. van der Tak, Dr. B. Vollmer, Prof. Dr. G. Weigelt (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. R. Wielebinski (Mitglied des Direktoren-Kollegiums; Geschäftsführender Direktor), Dr. T.L. Wilson (abgeordnet als Stationsleiter zum SMTO, Tucson), Dr. A. Witzel, Dipl.-Phys. S. Wongsowijoto (bis 31.10.), Dr. F. Wyrowski (seit 01.10.), Dr. J.A. Zensus (Mitglied des Direktoren-Kollegiums).

Stipendiaten und Gäste:

Dr. W.J. Altenhoff, Dr. D. Banhatti (bis 08.10.), Dr. T. Beckert, Dr. S. Britzen (seit 22.01.), Dr. J. Darmo (bis 31.01.), Dr. N. Dobrodey (seit 01.10.), Prof. Dr. W. Duschl, Dr. Y. Hagiwara (bis 30.11.), Dr. G. Haslam (seit 01.09.), Dr. N. Ikhsanov, Dr. T. Kneiske (seit 22.10.), Dr. M. Kraus (bis 30.09.), Dr. M. Lebrón, Dr. R. Lemke, Dr. V. Malanushenko (seit 18.03.), Dr. S. Markoff, Dr. M. Massi, A. Menshchikov (seit 01.05.), Dr. D. Mitra (seit 20.02.), N. Nemes (seit 04.10.), Dr. K. Ohnaka, G.-E. Pavalas (seit 04.10.), Dr. A. Peck (bis 31.10.), Dr. A. Polatidis (seit 01.09.), Dr. I. Rottmann (bis 31.10.), Dr. A. Roy (bis 30.11.), Dr. A. Tarchi (seit 01.04.), V.-M. Tudose (seit 04.10.), A. Vasile (seit 04.10.), Dr. P. van der Wal, Prof. Dr. S. Wagner, Prof. Dr. C.M. Walmsley, Dr. A. Walsh (bis 24.08.), Dr. J. Winters, Dr. F. Yuan, Dr. C. Zier (bis 30.10.), Dr. R. Zylka.

Doktoranden:

Dipl.-Phys. U. Bach (seit 01.07.), Dipl.-Phys. G. Bayer (bis 31.03.), Dipl.-Phys. A. Bertarini (bis 05.09.), Dipl.-Phys. H. Beuther, Dipl.-Phys. A. Brunthaler (seit 01.09.), Dipl.-Phys. Ch. Chiong, Dipl.-Phys. G. Cimò, Dipl.-Phys. C. Comito, Dipl.-Phys. T. Driebe (bis 30.09.), Dipl.-Phys. L. Fuhrmann, Dipl.-Phys. A. Horneffer (seit 01.11.), Dipl.-Phys. T. Huege (seit 15.10.), Dipl.-Phys. A. Karastergiou, Dipl.-Phys. T. Kellmann (seit 01.12.), Dipl.-Phys. J. Klare, Dipl.-Ing. B. Klein (bis 30.06.), Dipl.-Phys. E. Körding (seit 09.07.), Dipl.-Phys. S. Leurini (seit 19.11.), Dipl.-Phys. O. Löhmer, Dipl.-Phys. A. Medici (bis 31.10.), Dipl.-Phys. E. Middelberg (seit 01.07.), Dipl.-Phys. M. Mikulics, Dipl.-Phys. Ch. Nieten (bis 30.09.), Dipl.-Phys. A. Racanelli, Dipl.-Phys. F. Siebe, Dipl.-Phys. G. Siringo, Dipl.-Phys. G. Thuma, Dipl.-Phys. B. Weferling.

Diplomanden:

U. Bach (bis 30.04.), M. Chirvasa (bis 30.09.), Ch. Galea (bis 30.09.), M. Kadler (seit 01.08.), J. Kauffmann (seit 15.11.), E. Middelberg (bis 30.04.), A. Popescu (bis 30.09.), L. Reuen (seit 06.09.), M. Tisljar (bis 30.09.), H. Voss, M. Wolleben (bis 30.09.).

2 Instrumente und Rechenanlagen

2.1 100-m-Radioteleskop Effelsberg

Beobachtungen

Das 100-m-Radioteleskop wurde auch in diesem Berichtsjahr seiner Stellung als eines der internationalen Spitzeninstrumente der Radioastronomie voll gerecht.

Um der großen Nachfrage gerecht zu werden, wurde das Instrument über einen Wellenbereich, der den Bogen von 3,5 mm bis zu 36 cm überspannte, sehr flexibel betrieben. Es kamen dabei 16 verschiedene Empfänger zum Einsatz. Hervorzuheben ist der Einsatz eines neuentwickelten Empfängers bei 3,6 cm Wellenlänge sowie die lückenlose Überdeckung des kurzwelligen Bereichs zwischen 6,5 mm und 1,3 cm mit Empfängern, die für spektroskopische Untersuchungen optimiert wurden. So entfielen rund 22 % der gesamten Meßzeit auf Beobachtungen im kurzwelligen Bereich bis zu 1,3 cm.

Auf die verschiedenen Beobachtungsarten verteilen sich die Meßzeiten wie folgt: Pulsarmessungen: 10 %, VLBI: 20 %, Kontinuum: 22 % und Spektroskopie: 48 %.

Das große Interesse an Beobachtungen mit dem Radioteleskop zeigt sich darin, daß rund 100 Beobachter aus 18 Ländern die Meßzeit signifikant genutzt haben. Dabei entfiel 13 % der Beobachtungszeit an Doktoranden und Postdocs am Institut, während der Anteil der Meßzeit von Wissenschaftlern aus auswärtigen deutschen Instituten mit rund 23 % gegenüber den Vorjahren deutlich gestiegen ist.

Technische Arbeiten

Die technischen Arbeiten konzentrierten sich auf den Ersatz der Getriebe für die Azimutbewegung des Teleskops. Die Vorbereitungen zur elektrischen Versorgung und Regelung der neuen Getriebe begannen schon in Jahre 2000 und erstreckten sich bis zum Einbau. Der Ersatz aller 16 Getriebe vollzog sich über den Sommer bis zum November. Der Einbau und die Übernahme der neuen Getriebe in die bestehende Regelung verlief ohne größere Probleme und vollzog sich ohne Verlust an nächtlicher Beobachtungszeit. Die endgültige elektrische Verkabelung der Getriebe wird erst 2002 erfolgen.

Mit dem Einbau der neuen, leichteren Paneele im äußeren Bereich der Antenne entstand eine Unwucht im Teleskop. Diese Unwucht wurde durch die Verringerung des Kontergewichtes ausgeglichen. Es wurde ein Gewicht von mehr als 7 Tonnen entfernt. Bei der Überprüfung des Fahrverhaltens in Elevation wurde eine defekte Karte im Regelsystem entdeckt. Nach dem Ersatz dieser Karte wurde das Fahrverhalten besser, besonders ein beobachtetes Überschwingen verschwand.

Um den Schutz der Empfänger im Sekundärfokus zu verbessern, wurde ein Dach angefertigt, das vom Steuerpult aus bedient werden kann.

Probleme bereitet die in die Jahre gekommene Montierung des Subreflektors und die damit verbundene Fokussierung des Teleskops. Auch der Ersatz einer Antriebsspindel konnte das Spiel in der Montierung nicht beheben. Bislang wird die Fokuseinstellung durch die Achsenumdrehungen kontrolliert. Ein Übergang auf Weglängenmessungen wurde 2001 vorbereitet und soll 2002 eingeführt werden.

Im Mai und Juni wurde eine neue holographische Vermessung des Hauptspiegels vorgenommen. Erneut wurde das Telemetriesignal von Eutelsat bei 11,968 GHz verwendet. In diesem Falle wurde neben der 100-m-Antenne eine zweite Antenne (1,2 m Durchmesser) als Referenzantenne verwendet. Die erhaltenen Daten wurden mit dem Bonner Mk IV-System korreliert. Das erhaltene Korrelogramm zeigt ähnliche Ergebnisse wie die des „Phase-retrieval“-Verfahren: Die Paneele des Ringes 14 der Antenne liegen besonders schlecht. Die Paneele zeigen jedoch auch in sich systematische Bewegungen in Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung (Tag-Nacht-Effekt).

Im Juni wurde auch der Subreflektor (Durchmesser 6,5 m) vermessen. Es wurde die Methode der Photogrammetrie angewendet. Ca. 3000 Reflektormarken wurden angebracht

und ca. 60 Bilder aus unterschiedlichen Richtungen aufgenommen. Das Ergebnis dieser Messungen ist eine mittlere Abweichung vom bestangepaßten Ellipsoid von 0,5 mm. Dieser Wert ist zu vergleichen mit dem Sollwert von 0,2 mm. Der Subreflektor ist in dieser Form nur eingeschränkt brauchbar und sollte mittelfristig ersetzt werden. Planungen für einen Umbau im Primärfokusbereich wurden zusammengestellt und sollen als Studie 2002 in Auftrag gegeben werden.

Die Arbeiten an dem Wechsel vom alten Steuersystem (CAMAC/VAX) auf ein moderneres System (Power PC/VME/VxWorks) wurden fortgeführt. Die Teleskopsteuerung in beiden Achsen wurde erfolgreich mit dem neuen System durchgeführt. Es ist vorgesehen, neue und alte Steuerung vorerst parallel zu betreiben.

Es wurden Planungen für die Errichtung eines Faraday-Raumes zur Abschirmung hausgemachter Störstrahlung aufgenommen. Größe und Ausstattung wurden diskutiert und ein Antrag auf Realisierung gestellt.

Ebenfalls wurde der Bau einer neuen Werkhalle in die Planung aufgenommen und erste Konstruktionszeichnungen angefertigt.

2.2 Heinrich-Hertz-Teleskop (HHT)

Am Heinrich-Hertz-Teleskop (HHT), 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 12 Wochen an Beobachtungszeit zur Verfügung.

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. Darüberhinaus kam unter sehr guten Witterungsbedingungen ein am CfA (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) entwickeltes „Hot-Electron-Bolometer“ für Frequenzen oberhalb 800 GHz zum Einsatz. 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 mehreren Empfängern wird zur Zeit gebaut und wird zunächst für VLBI bei 2 mm Wellenlänge zum Einsatz kommen.

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.

Ein neues Steuer- und Fahrprogramm, welches unter dem Betriebssystem Linux laufen wird, wurde im Herbst 2001 erfolgreich getestet und wird ab der Saison 2002/2003 das jetzige, auf VAX und CAMAC basierende System ablösen und damit die Performance und Zuverlässigkeit des Teleskopbetriebs verbessern.

2.3 Elektronik-Abteilung

Als Voraussetzung für die Entwicklung rauscharmer gekühlter Verstärker im Bereich bis 100 GHz wurde die Kooperation mit US-Instituten und der NASA mit dem Ziel der Entwicklung von InP-Transistoren und integrierten Schaltkreisen erfolgreich fortgesetzt. Die aus diesem Programm bezogenen Transistoren werden auf speziell in der Elektronikabteilung entwickelten Messplätzen bei Raumtemperatur und bei kryogener Temperatur (15 K) vermessen. Aufgrund dieser Messungen können Ersatzschaltbilder erstellt werden, welche die Extrapolation der Streu- und Rauschparameter bis über 100 GHz erlauben. Zudem können mittels dieser Meßtechnik wertvolle Erkenntnisse zur Verbesserung der Transistoren gewonnen werden. Insbesondere ist für die Entwicklung von integrierten Verstärkern

bis 100 GHz (MMIC's) die genaue Kenntnis der aktiven und passiven Schaltelemente unerlässlich.

Die ersten MMIC's wurden im Bereich 83–96 GHz erfolgreich im neuen 3-mm-Empfänger eingesetzt. Die Rauschtemperatur eines vierstufigen integrierten Verstärkers liegt bei ca. 50 K und die Verstärkung bei 24 dB. Im Empfänger wurden pro Kanal jeweils zwei MMIC-Verstärker kaskadiert. Das Empfänger-Eigenrauschen am Horneingang beträgt ca. 120 K. Es handelt sich bei diesem Empfänger um ein Doppelhorn-3-Kanal-System für den Bereich 83–96 GHz vornehmlich für den VLBI-Einsatz.

Für den Einsatz im Kontinuum- und VLBI-Bereich wurde ein neuer 3,6-cm-Polarisations-Empfänger im Sekundärfokus in Betrieb genommen. Das Empfänger-Eigenrauschen beträgt weniger als 10 K. Der Frequenzbereich beträgt 7,8–8,9 GHz. Die Polarisations-eigenschaften dieses Empfängers sind über den gesamten Frequenzbereich hervorragend.

Dem Ausbau der Beobachtungsmöglichkeiten für Spektroskopie dienen die inzwischen fertiggestellten und im Primärfokus des 100-m-Radioteleskops betriebenen Breitbandempfänger für die Bereiche 18–26 GHz und 13–19 GHz.

Der 18–26-GHz-Empfänger wurde inzwischen mit der neuesten Generation von INP-HEMT-Verstärkern aufgerüstet, welche eine Verbesserung der Stabilität und des Eigenrauschens mit sich brachte. Dieser 18–26-GHz Empfänger weist als Novität ein drehbares Horn auf. Dieses Horn erlaubt einen Beamswitch-Betrieb mit einer Switchrate von ca. 1,5 Hz. Beide oben genannten Empfänger wurden mit Erfolg eingesetzt.

Da einige ältere Empfänger inzwischen reparaturbedürftig und zudem technisch überholt sind, wurde zunächst mit dem Bau neuer Empfänger bei 11 cm und bei 5 cm Wellenlänge begonnen.

In der Entwicklung befindet sich auch ein Wasserdampfmonitor.

Begonnen wurde ebenso mit der Entwicklung eines 7-Beam-32-GHz-Systems mit 12 Kanälen. Da es sich um einen Geradeaus-Empfänger handeln soll, müssen viele Komponenten wie Polarimeter, Phasenschalter und MMICs neu entwickelt werden.

Für den Einsatz zusammen mit einem Multibeam-Submm-Empfänger wurde ein Breitband-Korrelator „MACS“ (MPI Array Correlator System) mit 32 Spektrometern von je 1 GHz Bandbreite und 1024 Kanälen fertiggestellt. Dieses System ist seit November 1999 am Mauna Kea auf Hawaii in Betrieb. Auf der Basis dieser Entwicklung entstand ein neuer Breitbandkorrelator mit 4 Spektrometern von je 1 GHz Bandbreite und 1024 Kanälen für Effelsberg.

Ebenfalls für den Einsatz in Effelsberg wurde ein neues Pulsarbackend „POESY“ (Pulsar Observation with Effelsberg SYstems) entwickelt. In der bisherigen Ausbaustufe können bis zu 48 differenzielle Eingangskanäle gleichzeitig erfasst und die Daten auf zwei SCSI-Festplatten gespeichert werden. Die maximale Datenrate im Dauerbetrieb liegt bei 10 Mbytes/sec. Es sind bereits erste erfolgreiche Messungen am 100-m-Radioteleskop gemacht worden.

In der Entwicklung ist auch ein neues digitales Laborbackend „MONITOR 2002“. Es soll die in den Labors eingesetzten Geräte aus dem Jahre 1984 ersetzen. Diese Geräte haben sich sehr bewährt, entsprechen aber inzwischen nicht mehr dem Stand der Technik und lassen sich wegen der darin eingesetzten Bauteile und Rechner nicht modernisieren.

2.4 Submillimeter-Technologie

Heterodyn-Gruppe

CHAMP (Carbon Heterodyn Array of the MPIfR), das 16-Element Heterodyn-Array des MPIfR, war weiterhin am CSO (Caltech Submm Observatory) auf Mauna Kea eingesetzt.

Während mehrwöchiger Kampagnen ist eine Vielzahl von Beobachtungsprojekten angelaufen, die die Untersuchung des angeregten warmen CO(4–3) und/oder des atomaren neutralen Kohlenstoffs [C I] zum Ziel haben. 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.

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, Lindau/Harz, und dem Institut für Weltraumensorik, DLR, Berlin-Adlershof). Das Design des Kryostaten ist abgeschlossen. Ziel ist die rechtzeitige Fertigstellung 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 Lokaloszillatoren (L.O.) für HIFI (das Heterodyn-Instrument an Bord des HSO, Herschel Space Observatory) verlaufen überaus erfolgreich. Der Aufbau der notwendigen Laborinfrastruktur zur Verifizierung und Einmessung der L.O.-Einheit ist weitgehend abgeschlossen. Das PDR (Preliminary Design Review) wurde im Februar erfolgreich durchlaufen, das Demonstrationsmodell wird aufgebaut.

Im Rahmen der Technologie-vorbereitenden Aktivitäten für ALMA (das Atacama Large Millimeter Array) wurde im Mai erstmals ein SIS-Mischer (bei 490 GHz) mit einem auf InGaAs-Photomischern basierenden L.O. betrieben (mit den Universitäten Duisburg und Chemnitz). Mit dem Ziel des Einsatzes bei supra-THz-Frequenzen (GREAT) wird diese Entwicklung ergänzt durch Arbeiten an Photomischer auf LT-GaAs-Basis (mit KfA Jülich).

Bolometer-Gruppe

Das Bolometerarray MAMBO (37-Element MAX-Planck Millimeter BOLometer) wurde wieder erfolgreich am IRAM-30m-Teleskop (MRT, Pico Veleta, Spanien) im atmosphärischen Fenster bei 1 mm Wellenlänge eingesetzt. Dieses Array arbeitet bei einer Temperatur von 300 mK und hat 37 Detektoren, die in einem hexagonalen Gitter angeordnet sind. In diesem Jahr stand es ganzjährig am 30-m-Teleskop zur Verfügung und wurde wieder ausgiebig von Gastbeobachtern genutzt.

Ebenfalls für das MRT wurde ein neues Bolometerarray aus 117 Elementen (MAMBO2) gebaut und dort erfolgreich zum Einsatz gebracht. Es ist in jeder Hinsicht eine größere Kopie von MAMBO. Projekte, die großflächiges Kartieren erfordern, können damit wesentlich effizienter durchgeführt werden. MAMBO2 arbeitet mit einem neuentwickelten Backend, auf der Basis von Analog-Digital Konvertern.

In Zusammenarbeit mit dem astronomischen Institut der Universität Bochum, Onsala Space Observatory und der ESO wurde SIMBA entwickelt und erfolgreich am SEST in Chile eingesetzt. 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 aufwendiger Elektronik (AC-Bias) und zum anderen mit neuen Kartierungs-Strategien (fast scanning) gelöst.

Das Array mit 19 Bolometern für eine Arbeitstemperatur von 100 mK, optimiert für 2 mm Wellenlänge (HUMBA), wurde intensiv im Labor untersucht und, nach wesentlichen Verbesserungen, am MRT für Messungen des Sunyaev-Zel'dovich-Effekts eingesetzt. Die Laboruntersuchungen und die Auswertung der Daten sind Teil einer Dissertation.

Die im Rahmen einer weiteren Dissertation betriebene Entwicklung eines Array-Polarimeters wurde fortgesetzt. Dieses basiert auf einer abstimmbaren, reflektierenden Verzögerungslinienstruktur.

rungsplatte mit größerem Durchmesser, die im Prinzip vor jedem Array betrieben werden könnte. Erste Tests am 10-m-HHT, bei 0,87 mm Wellenlänge, verliefen ermutigend.

Die Zusammenarbeit mit dem Institut für Physikalische Hochtechnologie (IPHT) in Jena zur Entwicklung supraleitender Bolometer mit SQUID-(Superconducting QUantum Interference Device) Auslesung machte weiter gute Fortschritte. Es stellte sich heraus, daß für reproduzierbare Thermistoren, mit einstellbarer Sprungtemperatur zwischen 100 und 600 mK, auf dem speziellen Substrat von Silizium-Nitrid eine neue Materialpaarung für die Thermistoren gesucht werden mußte. Membranen aus Silizium-Nitrid sind aber für unsere Bolometer-Technologie unverzichtbar. Eine vielversprechende Materialpaarung (proximity effect) wird noch untersucht.

Die Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. V. Hansen (Universität Wuppertal) wurde im Hinblick auf die Entwicklung praktikabler dichroitischer Strahlteiler fortgesetzt.

Die positive Entscheidung für APEX hatte unmittelbare Auswirkungen auf die Arbeit der Bolometergruppe des MPIfR. Entwicklungen für APEX haben Vorrang, und die Entwicklung eines Arrays mit 300 Elementen bei 0,87 mm Wellenlänge für APEX wurde eingeleitet (LABOCA).

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 Bispektrum-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 14-bit-AD-Wandler. Die Signalübertragung zum Aufnahmegerät erfolgt über Faseroptik-Kabel. Die gesamte Elektronik ist unmittelbar am Kryostat des Detektors montiert, um die Leitungslängen kurz zu halten.

Folgende Kameras sind im Einsatz bzw. im Bau:

Für Messungen am 6-m-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 Optiken für die unterschiedlichen Spezifikationen dieser Teleskope entworfen worden.

Außer an Einzelteleskopen wurden Beobachtungen an optischen Interferometern durchgeführt. Für das GI2T des Observatoire de la Cote d'Azur in Südfrankreich und für das IOTA-Interferometer wurden Strahlvereinigungsinstrumente entwickelt, mit denen „dispersed fringes“ im Nah-Infrarotbereich aufgenommen wurden. Damit erreicht man die hohe interferometrische Winkelauflösung gleichzeitig für die verschiedenen Wellenlängen innerhalb eines größeren Wellenlängenbereiches (z. B. im K-Band oder im gesamten JHK-Bereich).

Außerdem wurde mit dem Bau einer Kamera für das AMBER-Instrument (Astronomical Multi BEam Recombiner) des ESO-VLTI begonnen. AMBER wird von einem internationalen Konsortium (außer MPIfR noch Institute der Universitäten in Nizza, Grenoble und Florenz) entwickelt.

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 (*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 erste Erfolge in einem Grenzbereich von nur 2 mm Wellenlänge erreicht.

Das im Dezember 1999 installierte Gerät arbeitet mittlerweile fast mit der geplanten Leistungsfähigkeit. 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 (Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie) in Frankfurt, die beide zum internationalen Dienst IVS (*International VLBI Service*) beitragen, voll ausgelastet.

2.7 Frequenzfreihaltung

Freie Frequenzbänder sind heutzutage knapp und teuer. Frequenzbänder für die Radioastronomie müssen daher kontinuierlich verteidigt werden; das bedingt einen zunehmenden Aufwand in Form von Teilnahme und Mitarbeit in einer Reihe nationaler und internationaler Gremien. Neben der Mitarbeit/Leitung in IUCAF (*Scientific Committee on Allocation of Frequencies for Radio Astronomy and Space Science*) und CRAF (*Committee on Radio Astronomy Frequencies* der *European Science Foundation*) erforderte dies die Mitarbeit in mehreren Arbeitsgruppen der ITU (*International Telecommunication Union*) und Projektteams auf europäischer Ebene.

Ein Highlight des Berichtsjahres war die Vertretung der IAU (*Internationale Astronomische Union*) beim „*Science and Technology Meeting*“ von UN-COPUOS (*COMmittee for the Peaceful Use of Outer Space*) in Wien (12. bis 17. Februar), zu welchem IAU, ITU und eine Task Force der OECD (*Organisation for Economic Co-operation and Development*) eingeladen waren, um die Zukunft der beobachtenden Radioastronomie im kommerzialisierten Frequenzspektrum im weiteren Rahmen zu diskutieren.

Auch die technische Seite der Spektrumsproblematik wurde weiter gebracht. Im März wurde am MPIfR ein dreitägiger Workshop über „RFI Mitigation“ veranstaltet. Dies ist ein Sammelbegriff für technische Maßnahmen zur Unterdrückung oder Vermeidung von Störungen bzw. Interferenzen im Radiospektrum.

2.8 EDV-Abteilung

Ein leistungsfähiges Linux-Cluster mit angeschlossenem FibreChannel-RAID (*Redundant Array of Inexpensive Disks*) von 1 TB unterstützt die Forschungsgruppen „*Millimeter- und Submillimeter-Astronomie*“, „*Very Long Baseline Interferometry*“, „*Infrarot-Interferometrie*“, „*Pulsare*“ und „*Theorie*“ bei ihren zum Teil aufwändigen Daten-Reduktionen bzw. Simulationen von großen Datensätzen (>2 GB).

Derzeit noch im Testbetrieb, ist im Jahr 2002 nach einer Erweiterung der Cluster-Knoten und des RAID, der endgültige Produktionsbetrieb mit Load-Balancing und Batchprocessing vorgesehen.

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: Mitglied der CPT-Sektion der MPG; Programmkomitee Effelsberg;
 P.L. Biermann: Gremium des Hochleistungsrechenzentrums der FA Jülich; Gremium Kosmische Teilchenphysik (BMBF, Verbundforschung);
 T. Blöcker: VLTI AMBER Science Team;
 H. Falcke: Scientific Advisory Group für den MEGA-Satelliten;
 C. Henkel: Programmkomitee Effelsberg; IAU Working Group on Astrochemistry;
 E. Kreysa: Evaluation der Instrumentenvorschläge für FIRST und PLANCK;
 T. Krichbaum: Programmkomitee Effelsberg;
 K.M. Menten: SMTO: Council; IRAM: Executive Council; SOFIA: Scientific Advisory Committee; ALMA: European Scientific Advisory Committee (Vorsitz), and Joint American/European Scientific Advisory Committee (Vorsitz); Australia Telescope National Facility Steering Committee; NASA External Independent Readiness Review Board SOFIA; IAU Commission 34: Astrochemistry Working Group; NAIC and NRAO: Visiting Committee; Gutachter der DFG; ESA FIRST Mission HIFI Instrument L.O. PDR Review Board; National Steering Committee „Life in the Universe“: Outreach Program organized by CERN,ESO,ESA,EAAE (Vorsitz); IRAM Scientific Advisory Committee; gewähltes Mitglied der CPT-Sektion der MPG; Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des AIP; IRAM Scientific Advisory Committee;
 R. Porcas: EVN Program Committee; 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); Programmkomitee Effelsberg;
 K. Ruf: IUCAF (Scientific Committee on the Allocation of Frequencies for Radio Astronomy and Space Science, Vorsitz bis 30.6.); 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

Das wesentliche Problem bei Sternentstehung ist die Drehimpulsentfernung des akkretierenden Materials; dies geschieht über protostellare Ausflüsse, die mit Radiowellen gut zu beobachten sind. Mittels Durchmusterung der Molekülwolke Orion A konnte anhand von mehr als 70 solcher Objekte die zeitliche Entwicklung der Ausflüsse, und damit des Akkretionsstroms auf den Protostern, rekonstruiert und so gezeigt werden, daß Akkretion

keineswegs zeitlich konstant, sondern in Schüben abzulaufen scheint. Der Anstoß zu Akkretion, das „Triggern“, wurde an Protosternen in kometaryen Wolken untersucht; hier wurde ein Beispiel dafür gefunden, daß die eine solche Wolke formende OB-Assoziation tatsächlich den ersten Anstoß zu neuer Sternbildung in der Wolke gegeben hat.

Mit der höchstmöglichen Winkelauflösung des VLA wurden das Kontinuum bei 43 GHz der Quelle I (IRC2) im Orionnebel beobachtet und klare Anzeichen sowohl für eine Akkretionsscheibe als einen Jet innerhalb den innersten 100 Millibogensekunden gefunden. Nach weiteren Scheiben um junge Sterne hoher Masse wurde gesucht. Ausflüsse in Sternentstehungsgebieten wurden auch mit dem Interferometer auf dem Plateau de Bure beobachtet, um die Frühstadien massereicher Sterne zu verstehen. Dabei ergab sich, daß spezielle Prozesse für deren Bildung, wie das Verschmelzen mehrerer massearmer Protosterne in den Zentren massereicher Sternhaufen, nicht notwendig zu sein scheinen. Vielmehr bilden sich massereiche Sterne qualitativ ähnlich den masseärmeren, allerdings mit bedeutend höheren Akkretionsraten.

Nahe der Turner-Welch-Quelle in W3 OH wurde eine möglicherweise neue Klasse von OH-Masern entdeckt, die mit so jungen massereichen Sternen assoziiert sind, daß diese ihre Umgebung noch nicht ionisiert haben können. Anders als die typischen interstellaren OH-Maser mit ihrer Verbindung zu ultrakompakten H II-Regionen scheinen sie an einen bipolaren Ausfluß gekoppelt zu sein, der durch starke H₂O-Maser gekennzeichnet ist. Die OH-Moleküle könnten sich in für den Masereffekt ausreichender Dichte an den Oberflächen der H₂O-Maser bilden durch Dissoziation aufgrund interstellarer UV-Strahlung. Oder sie könnten dort entstehen, wo der synchrotronstrahlende Jet der TW-Quelle auf das Material der Umgebung auftrifft.

Die Kerne von Sternentstehungsgebieten waren Gegenstand diverser chemischer Untersuchungen. So konnte gezeigt werden, daß während Akkretion und Ausfrieren von Molekülen auf Staubkörner der relative Anteil deuterierter Isotopomere steigt. Beobachtungen von SiO und NS erlaubten ferner die Eingrenzung der Vielfalt von möglichen Stoßfronttypen in den „hot cores“ massereicher Sternentstehungsgebiete.

Zahlreiche Untersuchungen widmeten sich der Physik und Chemie von Molekülwolken. Die Liniendurchmusterung von Orion-KL im 840–900-GHz-Band am CSO wurde fortgesetzt und eine Simulation solcher Durchmusterungen im THz-Bereich durchgeführt, um die Beobachtungen mit dem HIFI-Spektrometer auf dem Herschel Space Observatory optimal vorzubereiten. Orion-KL wurde auch, am HHT, erstmals erfolgreich vom Erdboden aus im Terahertz-Bereich beobachtet: CO (9–8) bei 1036 GHz. Diese Linie konnte an verschiedenen Positionen des Orionnebels nachgewiesen werden. Niedrigere Übergänge von CO (7–6 und 4–3) wurden im Zentrum des Nebels kartiert und die große räumliche Ausdehnung der Emissionsregion bestätigt.

Die Struktur und Ionisation von Molekülwolken wurde am Beispiel von S106 untersucht durch Kartierungen von atomarem Kohlenstoff (492 GHz) mit dem HHT, von CO und von Linien wie HCO⁺. CI zeigte sich deutlich ausgedehnter als erwartet.

Hyperfeinstruktur in den Linien von H¹³CO⁺ und von ¹³CO aufgrund des magnetischen Moments des ¹³C-Kerns wurde in der sehr ruhigen und kalten Molekülregion L1512 entdeckt und mit quantenchemischen Rechnungen bestätigt. Damit ergibt sich die Möglichkeit, optische Tiefen und somit Schichtungen von Eigenschaften wie Turbulenzgeschwindigkeit und chemischer Zusammensetzung in solchen Regionen relativ hypothesenfrei zu bestimmen und z. B. den Prozess des Abbaus makroskopischer Geschwindigkeitsdifferenzen im Zuge protostellaren Kollapses zu untersuchen.

Erstmals konnte ein eisenhaltiges Molekül im Weltall nachgewiesen werden: FeO wurde in Absorption in Richtung auf Sgr B2 entdeckt. Modellrechnungen lassen vermuten, daß dieses FeO durch Zerstörung von Staubkörnern in interstellaren Stoßfronten erzeugt wird.

Variabilität junger Sterne wurde an dem T Tau-Stern V773 Tau studiert; dessen Aktivität im Radiobereich wurde dabei durch Langzeitbeobachtungen mit dem 100-m-Teleskop als periodisch erkannt.

In einer mittlerweile dritten Epoche wurden Radio-Positionsmessungen von 10 Roten Riesen nahe Sgr A* durchgeführt. Die Eigenbewegungen des Sternhaufens am Galaktischen Zentrum, zumeist näher als 0,4 pc am supermassereichen Schwarzen Loch gelegen, werden letztendlich eine genauere Massenbestimmung des Schwarzen Lochs im galaktischen Zentrum sowie dessen sehr präzise Positionierung erlauben.

Extragalaktische Systeme

Die Beobachtungen von extragalaktischen Wassermasern mit dem 100-m-Teleskop und dem VLA wurden fortgesetzt. Bei der Megamasergalaxie NGC 1068 konnten neue Hinweise auf die Existenz einer zirkumnuklearen Scheibe mit Radius von etwa 1 pc gefunden werden.

Nachdem schon seit Jahren alle genauer untersuchten H₂O-Megamaser immer im Zentralbereich einer Galaxie zu finden waren, konnte im Fall von M51 erstmals auch für einen der weniger leuchtkräftigen „H₂O-Kilomaser“ eine derartige Position bestimmt werden. Der Maser hat in Projektion eine radiale Distanz von höchstens 250 Millibogensekunden (10 pc) zum Kern und scheint mit dem dortigen Radiojet assoziiert zu sein.

Mit dem 100-m-Teleskop konnte erstmals Ammoniak in der Starburstgalaxie M82 nachgewiesen werden. Die NH₃-Häufigkeit scheint zum Zentrum der Galaxie hin geringer zu werden. Die Ursache ist wahrscheinlich Photodissoziation in photon-dominierten Regionen (PDR), was auch die Unterhäufigkeit von anderen Molekülen wie Methanol im Zentrum dieser Galaxie erklären würde.

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.

Einen wesentlichen Forschungsbereich bildete weiterhin die Beobachtung von entfernten Starburst-Galaxien und Quasaren bei 250 GHz (1,2 mm) mit dem Bolometerarray MAMBO des MPIfR am 30-m-Teleskop. In tiefen Kartierungen konnten in drei Feldern über 50 Millimeter-Hintergrundquellen identifiziert werden, von denen drei in interferometrischen Nachbeobachtungen genauer lokalisiert wurden. Diese vermutlich bei Rotverschiebungen über 3 liegenden extremen Starburst-Galaxien konnten selbst bei tiefen optischen und Nahinfrarot-Beobachtungen nicht mit entsprechenden Quellen korreliert werden. Dies bekräftigt die sich in den letzten Jahren verfestigende Vermutung, daß die bei Millimeter- und Submillimeter-Wellenlängen entdeckten Hintergrundquellen eine eigene Klasse optisch extrem staubabsorbierter sternbildender Galaxien darstellen; vermutlich handelt es sich um elliptische Galaxien in ihrer Entstehungsphase. Um die Beziehung dieser Klasse zum kosmischen FIR-Hintergrund zu klären, wurde die Emission einer Population hochrotverschobener Starburst-Galaxien mittels Modellrechnungen untersucht. Die Simulationsparameter wurden an den FIR- und MAMBO-Beobachtungen optimiert und damit die kosmische Sternentstehungsrate als Funktion der Rotverschiebung abgeschätzt. Die Resultate stimmen innerhalb der Fehlerbreite mit analogen, aus optischen und UV-Untersuchungen gewonnenen Ergebnissen überein.

Bei Beobachtungen optisch selektierter Quasare wurde thermische Staubemission von einem der mit Rotverschiebung 5,5 entferntesten bisher bekannten Quasare entdeckt. Da es sich bei diesem Objekt um den optisch schwächsten Quasar bei $z > 4$ handelt, ist die Detektion von Staubemission besonders bemerkenswert; sie verstärkt die Vermutung, daß die vom Staub reemittierte Energie nicht vom AGN, sondern von sehr intensiven Starbursts herrührt.

Bei einem Quasar mit $z = 4,1$ wurden durch interferometrische Beobachtungen am Plateau de Bure und am VLA vier CO-Übergänge entdeckt; bei einer der Linien konnte diese bis heute stärkste bekannte Emission warmen Kohlenmonoxids bei sehr hoher Rotverschiebung sogar räumlich aufgelöst werden. Die Strahlung weist wiederum darauf hin, daß intensive, ausgedehnte Starbursts für die Heizung des Gases verantwortlich sind und die Entstehung

von Sternen und von massereichen Schwarzen Löchern im frühen Universum wohl stark gekoppelt war.

Personal: W.J. Altenhoff, A. Bertarini, 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, A. Walsh, B. Weferling, T. L. Wilson, mit R. Lemke (Univ. Bochum), U. Klein, N. Neininger, A. Weiss (RAIUB, Univ. Bonn), M.A. Prieto (ESO, Garching), D. Fiebig (ITA, Univ. Heidelberg), B. Köster, C. Kramer, D. Krause, H.S.P. Mueller, A. Schulz, J. Stutzki, R. Zylka (Univ. Köln), M.J. McCaughrean (AIP, Potsdam), F. Kemper (Univ. Amsterdam), S.A. Baum (STScI, Baltimore), J. Paredes (Univ. Barcelona), L. Moscadelli (Cagliari) A.I. Argon, R. Blundell, T.R. Hunter, J.M. Moran, D.C. Papa, M. J. Reid, T.K. Sridharan, A. Walsh, (CfA, Cambridge, USA), K.G. Isaak, R. G. McMahon (IoA, Cambridge, UK), W. A. Baan (NFRA, Dwingeloo), J.B. Whiteoak (ATNF, Epping), P. Caselli, C.M. Walmsley (Arcetri, Florenz), T. Wiklind (OSO, Göteborg), M. Fernández (IAA, Granada), R. Mauersberger (IRAM, Granada), T. Nikola, K.I. Uchida (Cornell, Ithaka), N. Nakai (ISAS, Kanagawa), J.F. Gallimore (Univ. Lewisburg), M. Tafalla (OAN, Madrid), Y. Gomez, S. Lizano, L.F. Rodriguez (UNAM, Mexico), G. Pineau des Forêts (OdP, Meudon), A. Omont (IAP, Paris), P. Cox (IAS, Orsay), J. Kawamura, D. Lis, J. Keene, F. Motte, T.G. Phillips, J. Zmuidzinas (Caltech, Pasadena), M.W. Werner (JPL, Pasadena), C. Carilli, M.J. Claussen (NRAO, Socorro), I.S. Glass (SAAO, South Africa), M.G. Burton (UNSW, Sydney), J. Martin-Pintado (Centro Astronómico, Yebes).

4.2 Radiokontinuum und Pulsare

Galaktische Radiostrahlung

Die Messungen für den 1,4-GHz-„Medium Galactic Latitude Survey“ mit dem Effelsberger 100-m-Teleskop wurden nach 7 Jahren erfolgreich abgeschlossen. Die Kontinuums- und linear polarisierte Strahlung innerhalb von $\pm 20^\circ$ der galaktischen Ebene wurde mit bislang unerreichter Empfindlichkeit kartiert. Daten der Durchmusterung im Bereich der nahen Molekül- und Dunkelwolkenkomplexe der Taurus-Auriga-Perseus-Region zeigen eine assoziierte Modulation der polarisierten Strahlung. Dieser Effekt erlaubt die Trennung von Vorder- und Hintergrundemission relativ zu den Molekül- und Staubwolken. Es zeigt sich, daß die lokale Synchrotronstrahlung deutlich erhöht ist. Einige mögliche Supernova-überreste (SNRs) mit sehr geringer Oberflächenhelligkeit wurden auf den Survey-Karten identifiziert.

Empfindliche Mehrfrequenzmessungen des Cygnus Loops zeigen im Gegensatz zu früheren Untersuchungen nur geringe Spektralindexvariationen, wie sie für die Mehrzahl von SNRs beobachtet werden. Entgegen theoretischen Erwartungen konnte bislang keine Radioemission des kürzlich von CHANDRA und XMM entdeckten Röntgenhalos um den SNR G21.5–0.9 nachgewiesen werden. Eine gezielte Suche nach SNRs unter den ausgedehnten, aber nicht identifizierten ROSAT-Quellen wurde mit erstem Erfolg begonnen.

Die Dynamik der Molekülwolken in 10 bis 50 pc Entfernung vom Galaktischen Zentrum wurde mithilfe eines N-Teilchen-Codes untersucht. Die Kollision dieser Wolkenkomplexe mit einer zirkumnuklearen Scheibe wurde für verschiedene Bedingungen simuliert. Die Massenakkretions- und Kollisionsrate der Gaswolken wurden für Wolkenstöße verschiedener Elastizität ermittelt. Es gibt große Unterschiede zwischen einer retrograden und einer prograden Kollision. Das Modell kann vorhandene Geschwindigkeitsmessungen des Gases interpretieren und die Morphologie seiner Verteilung reproduzieren.

Pulsare

Die Pulsarforschung hat sich auf die Untersuchung von Einzelpulsen, die Weiterführung des „Pulsar Timing“-Projekts und der Suche nach unbekanntem Pulsaren mit hoher Di-

spersion konzentriert. Einzelpulse enthalten Informationen über den Emissionsprozess der Pulsare. Zusammen mit dem Jodrell-Bank-Observatorium wurde die Streuung in der Galaktischen Ebene untersucht. Die Spektralindizes der Streuzeiten widersprechen Theorien über das turbulente interstellare Medium. Mehrstations-Experimente (Effelsberg, Jodrell Bank, GMRT in Indien und Pushino in Rußland) erlaubten Einzelpulsmessungen in einem breiten Frequenzband. Häufig wurde auch die Polarisation der Einzelpulse gemessen, die ein sehr komplexes Verhalten zeigt. Während die Gesamtintensität bei mehreren Frequenzen korreliert ist, ist ihre polarisierte Strahlung oft dekorreliert. Die Messung der genauen Ankunftszeiten erlaubten die Bestimmung der Eigenschaften des Binärsystems PSR J2051-0827.

Die Pulsarsuche im Galaktischen Zentrum wurde bei 5 GHz fortgeführt, doch konnte trotz hoher Empfindlichkeit bisher noch kein Pulsar nachgewiesen werden. Auch die Suche nach Pulsaren in SNRs führte bislang zu keinen weiteren Entdeckungen.

Nahe Galaxien

Am 100-m-Teleskop wurde eine tiefe 5-GHz-Durchmusterung der polarisierten Radiostahlung der Andromeda-Galaxie M31 begonnen, um die Ausdehnung des Magnetfeldes zu bestimmen. Die Spiralgalaxie M51 wurde mit dem neuen sehr empfindlichen 8.6-GHz-Empfänger gemessen, der sich besonders zum Nachweis schwacher polarisierter Strahlung eignet. Mit dem 6-Horn-System für 32-GHz-Messungen wurde die Magnetfeldstruktur des inneren Bereiches der Starburstgalaxie M82 kartiert. 32-GHz-Polarisationsmessungen sind durch Depolarisation unbeeinflusst, und die Abnahme der Synchrotronstrahlung zu hohen Frequenzen hin ist noch akzeptabel.

Am Heinrich-Hertz-Teleskop (HHT) wurden die Beobachtungen mit dem 19-Kanal-Bolometer bei $870\ \mu\text{m}$ erfolgreich fortgesetzt. 8 nahe Spiralgalaxien wurden zwischenzeitlich kartiert. Mit Hilfe vorhandener Daten konnte ein korrigiertes Staubspektrum erstellt werden, um daraus Staubtemperatur und Massen zu ermitteln. Die Daten für NGC 3628 und NGC 4631 deuten auf das Vorhandensein einer dritten, sehr kalten Staubkomponente mit Temperaturen von $\sim 7\ \text{K}$ (NGC 3628) und $\sim 5\ \text{K}$ (NGC 4631) hin. Für NGC 4631 ergibt sich eine Gesamtstaubmasse von $4,1 \times 10^8 M_{\odot}$ und ein im Vergleich zur Milchstraße sehr kleines Gas-zu-Staub-Verhältnis von 20.

Die HHT-Kartierung des Zentralbereichs der Spiralgalaxie M83 in der $^{12}\text{CO}(3-2)$ -Linie wurde abgeschlossen. Ergänzende Linienmessungen ermöglichten die Durchführung von Large-Velocity-Gradient-Rechnungen. Aus den Linienverhältnissen wurden Dichte und Temperatur der molekularen Gaskomponente, sowie Werte für den X(CO)-Faktor in verschiedenen Regionen abgeleitet. Darüber hinaus wurde die Korrelation des hoch angeregten molekularen Gases mit anderen Komponenten des Interstellaren Mediums untersucht. Mit dem 19-Kanal-Bolometer wurden ergänzende Kontinuumsmessungen bei $870\ \mu\text{m}$ durchgeführt. Da M83 am HHT nur bei niedriger Elevation beobachtbar ist, stellt diese Kartierung ein anspruchsvolles Projekt dar.

Die Durchmusterung von 20 Balkengalaxien mit dem VLA (Very Large Array, Socorro, USA) und ATCA (Australia Telescope Compact Array, Narrabri, Australien) bei mehreren Wellenlängen wurde abgeschlossen. Die Radioleuchtkraft korreliert mit der Länge des Balkens, nicht mit seiner Elliptizität. In einigen Galaxien wurde ein starkes ausgerichtetes Magnetfeld gefunden, das weitgehend den Strömungslinien des Gases folgt, aber der Stoßfront im Balken selbst „ausweicht“. Numerische Modelle können die Verteilung unter der Annahme verstärkter Dynamo-Aktion in Gebieten starker Scherung des Geschwindigkeitsfeldes reproduzieren.

Für NGC 6946 wurden die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Komponenten des Interstellaren Mediums mit Hilfe der Wavelet-Analyse untersucht. Die Korrelationen zwischen thermischer Radiostahlung sowie Infrarot- und $\text{H}\alpha$ -Strahlung sind unerwartet schlecht. Die beste Korrelation besteht zwischen der gesamten Radiostahlung und der

Infrarotstrahlung. Das deutet auf eine enge Kopplung zwischen dem interstellaren Magnetfeld und photodissoziierten Hüllen dichter Gaswolken hin, die Magnetfelder verankern können.

Drei Spiralgalaxien in Haufen wurden mit dem VLA beobachtet: NGC 4579 (H₁), NGC 4569 (H₁) und NGC 4522 (6-cm- und 20-cm-Kontinuum) und sollen darüber Aufschlüsse geben, wie das ISM mit dem heißen Haufengas wechselwirkt.

Ein analytisches Modell zur Beschreibung klumpiger und turbulenter Akkretionsscheiben wurde entwickelt und auf die Gasscheibe im Galaktischen Zentrum sowie auf Galaxienscheiben von 75 Spiralgalaxien angewandt. Es konnte gezeigt werden, daß die Eigenschaften von isolierten Spiralgalaxien eng mit ihrem Gravitationspotential verknüpft sind und die Turbulenz durch Energiezufuhr aus der differentiellen Rotation und der Massenakkretion aufrechterhalten wird.

Personal: R. Beck, E.M. Berkhuijsen, O. Doroshenko, M. Dumke, E. Fürst, W. Huchtmeier, A. Jessner, A. Karastergiou, B. Klein, M. Kraus, M. Krause, E. Krügel, D. Mitra, P. Müller, C. Nieten, P. Reich, W. Reich, M. Thierbach, G. Thuma, S. Tyul'bashev, B. Vollmer, R. Wielebinski, M. Wolleben, mit R. Chini (Univ. Bochum), U. Klein, N. Neininger (RAIUB, Univ. Bonn), B. Aschenbach, W. Becker, D. Schaudel, J. Trümper (MPE Garching), W.J. Duschl (ITA, Univ. Heidelberg), R. Zylka (Univ. Köln), W. Sieber (Univ. Krefeld), H. Lesch (LMU München), I.D. Karachentsev (SAO N. Arkhыз), E. Karachentseva (Univ. Kiev), D. Backer (UC Berkeley), A.R. Duncan (Univ. Brisbane), P.C. Farese (UC Santa Barbara), J.L. Han, X. Zhang (Beijing Observatory), H. Zhang (Urumqi Observatory), M. Kramer, P. Leahy, A. Lyne (Jodrell Bank), R. Kothes, B. Uyaniker, T. Landecker (DRAO Penticton), L. Piccirillo (Univ. Cardiff), P. Timbie (Univ. Wisconsin), A. Fletcher, A. Shukurov (Univ. Newcastle), R. Siebenmorgen (ESA Noordwijk), C. Balkowski, V. Cayatte, W. van Driel (Obs. Paris), P. Amram, M. Marcelin (Obs. Marseille), A. Boselli (Marseille), G. Gavazzi (Univ. Milano), J. van Gorkom (Columbia Univ.), J. Kenney (Yale Univ.), D. Sokoloff (Univ. Moskau), O. Nedialkov (Univ. Sofia), J. Harnett (UTS Sydney), S. Johnston (RCfTA Sydney), D. Moss (Univ. Manchester), P. Frick, I. Patrickeyev (Perm), A. Wolszczan (Penn State Univ.), V. Malofeev, V. Shoutenkov (Pushino Obs.), S. Soberski, A. Kus (Torun), C. Chyzy, M. Soida, M. Urbanik (Univ. Krakau), J.C. Testori (IAR, Argentinien).

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

Fortschritte bei der Millimeter- und Weltraum-VLBI

Die Sensitivität des internationalen mm-Netzwerks CMVA bei der Beobachtungsfrequenz 86 GHz konnten dank eines neuen, rauscharmen Empfängers im 100-m-Teleskop und der Verfügbarkeit von nunmehr 13 weiteren Stationen deutlich verbessert werden. Bei starken Quellen beträgt die erreichbare Bilddynamik 500:1 bei einer Winkelauflösung von 50 Millionstel Bogensekunden.

Wiederholte 86-GHz-Messungen am Quasar 3C273 mit einer Auflösung von nur ca. 1000 Schwarzschild-Radien zeigten Strukturänderungen, die als Präzession des Jets in der Nähe seines Fußpunktes interpretiert werden können. Mit Hilfe von Weltraum-VLBI (Mission VSOP) gelang es zum ersten Mal, den Jet transversal aufzulösen und die dominanten Moden der angenommenen Kelvin-Helmholtz-Instabilität zu bestimmen.

Beim Bemühen, auch den Bereich kürzester Millimeterwellen für die VLBI-Methodik zu erschließen, gelang ein weiterer wichtiger Schritt: Auf der 3000 km langen Basis zwischen Granada (Spanien) und Metsähovi (Finnland) wurden bei 150 GHz (2 mm) Interferenzsignale mit einem Signal-zu-Rausch-Verhältnis von 10 gemessen. Falls die geplanten Testversuche auf transatlantischen Basen ein ähnliches Ergebnis aufweisen, steht der direkten Abbildung der unmittelbaren Umgebung von Schwarzen Löchern in unserer und benachbarten Galaxien im Prinzip nichts mehr im Wege.

Eine wichtige Vorbedingung für das Gelingen von Höchstfrequenz-VLBI ist die genaue Bestimmung des Einflusses der Atmosphäre auf Phase und Amplitude des Interferenzsignals. Der Bau entsprechender Geräte, eines Wasserdampf-Radiometers und einer GPS-Referenzstation, ist mittlerweile weit fortgeschritten. Ferner wird eine neue Methode zur Phasenkalibration bei 86 GHz getestet, bei der die bei einer längeren Wellenlänge gewonnene Phaseninformation mittels Phasen-Referenzverfahren auf die kürzerwellige Messung übertragen wird. Auf diese Weise soll als erstes der Durchmesser des relativ schwachen Kerns in M81 bestimmt werden.

Detaillierte Messungen an Quasaren, Blasaren und Radiogalaxien

Die Überwachung der „über-lichtschnellen“ Änderung der Jetstruktur in den inneren drei Millibogensekunden des Quasars 3C345 wurde mit bodengebunden VLBI-Beobachtungen bei 22, 43 und 86 GHz sowie mit Weltraum-VLBI bei 5 GHz fortgesetzt. Die Messungen, mit bis zu 50 Mikrobogensekunden Winkelaufösung, erlauben die präzise Bestimmung wichtiger Jetparameter. Die beobachtete Emissionsstruktur und ihr zeitliches Verhalten ist konsistent mit der Annahme, daß sich im Zentrum des Objekts ein Binärsystem von Schwarzen Löchern befindet. Daraus resultiert die testbare Voraussage, daß ein neuer Strahlungsausbruch im Oktober 2002 sein Maximum erreichen sollte.

An BL Lac, 3C273, 3C454.3, 1633+38, NRAO 150 und anderen starken Quellen wird mittels VLBI und Flußüberwachung insbesondere der Zusammenhang zwischen Strahlungsausbruch und der „Ejektion“ von Emissionskomponenten (Jetplasma) untersucht. Das quasiperiodische Aufleuchten in BL Lac und die jeweils folgende Komponentenbewegung auf gekrümmter Bahn legen nahe, daß hier relativistische Effekte wie Aberration und Dopplerverstärkung und teilweise auch die Ausbreitung von schräg verlaufenden Stoßfronten eine Rolle spielen. Entsprechende Modelle werden getestet.

Wiederholte VLBI-Beobachtungen von Jet und Gegenjet im Zentrum der klassischen Radiogalaxie Cygnus A erlaubten die Messung der scheinbaren Relativbewegung von Emissionskomponenten auf der Parsec-Skala; Werte für die Separationsgeschwindigkeiten liegen zwischen 0,2 und 0,5 c. Des weiteren wurden die bereits früher gefundenen Hinweise auf einen absorbierenden Torus vor dem Gegenjet bestätigt.

Nach wie vor ist die Kurzzeitvariabilität oder „IDV“ (Intra-Day-Variability) Gegenstand umfangreicher Untersuchungen, da der Ursprung des Phänomens immer noch umstritten ist. Hier einige Ergebnisse in Kurzform: Die erstmals bei 32 GHz nachgewiesenen schnellen Flußschwankungen in 0716+71 sind schwerlich durch interstellare Szintillation erklärbar. Das Spektral- und Polarisationsverhalten von 0917+62 läßt vermuten, daß auch intrinsische Effekte eine Rolle spielen. Seit September 2000 zeigte sich das Objekt äußerst inaktiv und bis Dezember 2001 war, im Gegensatz zur Voraussage des Szintillationsmodells, keine stärkere Variabilität nachweisbar. Dies kann bedeuten, daß das interstellare Medium wesentlich inhomogener ist als bisher angenommen oder daß die ursprünglich szintillierende Komponente expandiert. In einer Langzeitstudie an 5 IDV-Objekten wird zur Zeit untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen ihrem Langzeit- und Kurzzeitverhalten besteht.

AGK in Seyfert- und Schwach Aktiven Galaxien

Im Anschluß an eine mittlerweile abgeschlossene VLBI-Durchmusterung von Seyfert-2-Galaxien mit geringer Radioleuchtkraft werden die hellsten Objekte aus dieser Klasse genauer untersucht. Die bisherigen Ergebnisse deuten darauf hin, daß die Relativbewegung von Emissionskomponenten mit typischen Geschwindigkeiten von 0,1 bis 0,2 c nicht ungewöhnlich ist. Die Radiostruktur ist im Fall von NGC 3079, NGC 5505 und NGC 7674 komplizierter als die einer einfachen „Kern-Jet“-Morphologie.

Ein Programm zur Erfassung der Radiolichtkurven zwischen 1,3 und 13 cm Wellenlänge von 30 Seyfert-Galaxien wurde fortgesetzt. Dabei wurden Strahlungsausbrüche in Mrk 348 und NGC 2639 gefunden. Durch anschließende VLBI-Beobachtungen und Flußmessungen soll die weitere Entwicklung von Struktur (Ejektion neuer Komponenten?) und Spektrum der beiden Objekte bestimmt werden.

Im Zuge einer Suche nach H_2O -Maser-Quellen in den Zentren von Galaxien wurde erstmals in NGC 6240 Maser-Emission gefunden. Die starke Doppler-Verschiebung der Strahlung könnte bedeuten, daß sich die Quelle in einer rotierenden Scheibe befindet, die im beginnenden Verschmelzungsprozeß des Galaxienpaares, zu dem das Objekt gehört, entstanden ist. Dies wird zur Zeit mit hochauflösender VLBI geprüft.

In verschiedenen nahen Aktiven Galaxien wurden kürzlich zirkumnukleare Tori entdeckt durch ihren Schattenwurf auf den jeweiligen Kern und Gegen-Jet. Mit einem Programm zur Kartierung des (Polarisations-) Rotationsmaßes entlang des Jets auf der Parsec-Skala wurde begonnen. Der Zwillingstet im Zentrum von NGC 1052 wurde mit dem VLBA (Very Long Baseline Array) bei 5, 8.4, 22 und 43 GHz polarimetrisch beobachtet. Die Messungen geben einen deutlichen Hinweis auf einen den Kern umgebenden, absorbierenden Torus.

Die Synchrotronstrahlung, die von Jets in Schwarz-Loch-Jet-Systemen im Sub-Eddington-Bereich emittiert wird, wurde physikalisch modelliert. Ein Vergleich der Ergebnisse mit Beobachtungsdaten zeigt, daß die vom Jet ausgehende Emission sehr viel mehr zur beobachtbaren spektralen Energieverteilung beiträgt als bisher angenommen. Dies gilt sowohl für Röntgen-Doppelsterne als auch für Aktive Galaktische Kerne geringer Leuchtkraft sowie speziell für Sgr A* im Galaktischen Zentrum. Umfangreiche polarimetrische Beobachtungen von solchen Galaxienkernen haben unter anderem zur Entdeckung von signifikanter Zirkularpolarisation in M81* und Sgr A* geführt. Die Beobachtungsdaten liefern Obergrenzen für den Materiegehalt der Jets und erlauben eine Aussage zur Stabilität des magnetischen Nordpols des jeweiligen Schwarzen Lochs.

Der Strahlungstransport in Sgr A* und anderen Synchrotron-Jet-Quellen wurde numerisch simuliert. Danach ist die beobachtete Zirkular-Polarisation ein deutlicher Hinweis auf eine Population schwach-relativistischer Elektronen in diesen Jets. Selbstkonsistente Modelle für advektionsdominierte Akkretionsströmungen (ADAF) mit Strahlungstransport wurden untersucht im Hinblick auf ihre Anwendung im Übergangsbereich von Aktiven zu „Normalen“ Galaxien.

Beobachtungen mit Phasenreferenz-Verfahren

Es wurde untersucht, unter welchen Bedingungen sich die VLBI-Bilder einer schwachen Radioquelle, die bei verschiedenen Frequenzen gewonnen werden, mit (höchster) astrometrischer Genauigkeit zur Deckung bringen lassen. Das Ergebnis wurde genutzt bei der nachfolgenden polarimetrischen Mehrfrequenz-VLBI-Beobachtung des Gravitationslinsen-Systems B0218+357. Die Messungen zeigen unter anderem die verschiedenen Faraday-Rotationstiefen von zwei Abbildungspfaden durch das Linsensystem. Anhand des Linsensystems B1422+231 wurden die Effekte einer inhomogenen Massenverteilung in der „Linse“ auf die Observablen Flußdichteverhältnisse, Größe und Orientierung der Bildelemente untersucht.

In 3C 309.1 wurde die Opazitätsverteilung an der Jetbasis mit Hilfe von Mehrfrequenz-VLBI bestimmt. Die Linsensysteme MG J0414+0534 und PKS 1422+231 wurden in drei Epochen beobachtet. Das Gravitationspotential der „Linsen“ wurde modelliert. Ein Programm zur Planetensuche an nahen M-Zwergen mittels VLBI auf einer Basis zwischen dem 100-m-Teleskop und dem 70-m-DSN-Teleskop (Madrid) wird fortgesetzt. Die VLBI-Beobachtungen der Supernovae SN 1993J, SN 1979C und SN 1986J bei 6 und 18 cm wurden fortgesetzt. Ziel ist die Bestimmung der zeitlichen Entwicklung von Form, Expansion und Abbremsung.

Es wurde ein Programm zur Messung der Eigenbewegung der Galaxien IC 10 und M33 initiiert. Ziel ist die Bestimmung der wichtigen, aber noch unbekannt Parameter Masse und Massenverteilung in unserer Lokalen Gruppe und der daraus resultierenden Dynamik. Erste Phasenreferenz-Messungen an hellen Wasserdampfmasern in den beiden Objekten in Bezug auf Hintergrundquasare haben gezeigt, daß Positionsgenauigkeiten von 10 Mikrobogensekunden erreichbar sind, so daß das gesteckte Ziel bereits auf einer Zeitskala von einem Jahr erreicht werden kann.

Mit den Vorarbeiten zu einem neuen Teilprojekt im Rahmen des geplanten Großprojekts LOFAR (*LOW-Frequency ARray*) wurde begonnen. Unmittelbares Ziel des Projekts ist die Messung der von e^-e^+ -Paaren in kosmischen Luftschaubern emittierten kohärenten Synchrotronstrahlung im Frequenzbereich 10–200 MHz. Der Reiz des Projekts besteht darin, daß sich der Informationsgehalt der Messungen beträchtlich steigern läßt durch Hinzunahme von Teilchendetektoren. Dies könnte letztlich sogar eine Art Neutronen-Astronomie ermöglichen.

Personal: W. Alef, U. Bach, T. Beckert, F. Bertoldi, P. Biermann, A. Brunthaler, G. Cimò, H. Falcke, L. Fuhrmann, D.A. Graham, Y. Hagiwara, C. Henkel, A. Horneffer, T. Huege, M. Kadler, R. Keller, J. Klare, E. Körding, A. Kraus, T.P. Krichbaum, A. Lobanov, S. Markoff, H. Mattes, A. Medici, E. Middellberg, A. Patnaik, A.B. Peck, A. Polatidis, R.W. Porcas, E. Preuss, E. Ros, I. Rottmann, A.L. Roy, U. Teuber, B. Vollmer, A. Witzel, F. Yuan, A. Zensus,

mit M. Braduc, P. Schneider, L. King (IAEF, Univ. Bonn), J. Campbell, J. Fuhlbrügge, B. Görres (Geodät. Institut, Univ. Bonn), W. Duschl (ITA, Univ. Heidelberg), S. Wagner, S. Britzen (LSW Heidelberg), A. Eckart (Univ. Köln),

R. Fender (Univ. Amsterdam), H. Aller, M. Aller (Univ. of Michigan, Ann Arbor), R. Barvainis (NSF, Arlington), E.J.M. Colbert (JHU, Baltimore), C. Jin, Bo Peng, S.J. Qian, X.Z. Zhang (Beijing Astrophys. Observatory), D. Backer, G.C. Bower (UC Berkeley), F. Mantovani, M. Murgia, M.A. Pérez-Torres, C. Trigilio (IRA/CNR, Bologna), A. Marscher, S. Jorstad (Boston University), S. Frey (FÖMI SGO, Budapest), T. Arshakian (Byurakan), I.I. Shapiro, E. Falco, J. Lehar, M. Reid (CfA, Cambridge, USA), C.L. Sarazin, J.C. Kempner (Univ. Virginia, Charlottesville), K.I. Kellermann, R.A. Sramek, M.I. Lister, D.C. Homan (NRAO, Charlottesville), D.C. Gabuzda, M.A. Garrett, L.I. Gurvits, R.T. Schilizzi, H.J. van Langevelde (JIVE, Dwingeloo), R.C. Vermeulen (ASTRON, Dwingeloo), N.M. Nagar (Arcetri, Florenz), A. Alberdi, L. Lara (IAA/CSIC Granada), J.A. Braatz (NRAO, Green Bank), M. Bremer, A. Greve, M. Grewing, H. Ungerechts, U. Lisenfeld (IRAM, Grenoble), H. Andernach (Univ. Guanajuato), P. Gorham (Univ. of Hawaii), P.J. Diamond, T.W.B. Muxlow, P.N. Wilkinson (Jodrell Bank), S. Van Dyk (UCLA, Los Angeles), M. Ehle (ESTEC, Madrid), A.S. Wilson (Univ. of Maryland), K.W. Weiler (NRL, Maryland), P. Könönen, K. Wiik, E. Valtaoja, S. Urpo, H. Teräsanta (Metsähovi), L. Rudnick (Univ. Minnesota, Minneapolis), Y. Fujita, M. Miyoshi, N. Kawaguchi (NAO, Mitaka) L.I. Matveyenko (SRI, Moskau), O. Spiridonova, V. Vlasyuk (SAO, Nizhny Arkhyz), R. Booth, J. Conway, F. Rantakyro (Onsala), J. Roland (IAP, Paris), M.H. Cohen (Caltech, Pasadena), D.L. Jones, R.A. Preston (JPL/NASA, Pasadena), A. Quirrenbach, B. Rickett (UCSD, San Diego), V. Dhawan, A. Kembal, J.D. Romney, J. Ulvestad, R.C. Walker (NRAO, Socorro), R.R. Mellon (Penn State Univ.), O.B. Slee (ATNF, Sydney), J.A. Muñoz (IAC, Tenerife), F. Melia (Univ. of Arizona, Tucson), J.M. Marcaide, J.C. Guirado (Univ. València), J. Wardle (Brandeis Univ., Waltham), J.M. Attridge, S. Doeleman, R. Phillips, A.E.E. Rogers, A.R. Whitney (Haystack Obs., Westford).

4.4 Infrarot–Astronomie, Theorie

Es wurden mit dem IOTA-Interferometer in Arizona IR-Long-Baseline-Interferometrie-Messungen von Mira-Sternen und anderen Objekten und mit dem russischen 6-m-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.

Junge Sterne

Mit dem 6-m-Teleskop wurden beugungstheoretische Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen von mehreren jungen stellaren Objekten mit Ausströmungen (unter anderem S140 IRS1 und IRS3, R Mon, Mon R2) bei nahinfraroten Wellenlängen gewonnen. Bei S140 IRS1 konnten wir etwa $5''$ nordöstlich des Protosterns mehrere bogenförmige Strukturen auflösen, welche die Form von Bugstoßwellen haben. Durch ergänzende Beobachtungen im

Licht der $2,12\text{-}\mu\text{m-H}_2$ -Emissionslinie am 3,5-m-Teleskop des Calar-Alto-Observatoriums konnten wir nachweisen, daß es sich tatsächlich um Stoßfronten handelt, die bei der Kollision der vom Protostern in nordöstliche Richtung abströmenden Materie mit der umgebenden Wolke entstehen. Insgesamt konnte damit gezeigt werden, daß von IRS1 zwei bipolare Ausströmungen gleichzeitig ausgehen: eine seit langem aus CO-Messungen bekannte bipolare Ausströmung in NW/SO-Richtung und zusätzlich eine Ausströmung in NO/SW-Richtung. Dies legt die Vermutung nahe, daß es sich bei IRS1 um ein enges Doppelsternsystem handelt, in dem jede der beiden Komponenten eine eigene bipolare Ausströmung antreibt.

Mit einer sehr tiefen CHANDRA-Röntgenbeobachtung des jungen Sternhaufens IC 348 konnten wir unter anderem zeigen, daß für T Tauri-Sterne eine enge Korrelation von koronaler und chromosphärischer Emission vorliegt. Die Röntgeneigenschaften der in IC 348 entdeckten braunen Zwerge sind praktisch identisch mit denen von M-Sternen; dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß diese sehr jungen braunen Zwerge noch relativ warme und somit teilweise ionisierte Atmosphären haben, während die Atmosphären älterer brauner Zwerge zu kühl sind, um die Bildung einer Korona zu ermöglichen.

Sterne in späten Entwicklungsphasen

Eine weitere wichtige Objektklasse bilden Sterne in späten Entwicklungsphasen. So wurden z. B. Schlüsselobjekte wie IRC +10 216, WR 118, CIT 3, R CrB oder R Leo gemessen. Speckle-Bildrekonstruktionen im *J*-, *H*- und *K*-Band des Kohlenstoffsterns IRC +10 216 zeigen in ihrem Zentrum mehrere aufgelöste Komponenten, die sich innerhalb weniger Jahre strukturell stark ändern und von einem schwächeren, bipolaren Nebel umgeben sind. Die bipolaren Strukturen deuten darauf hin, daß IRC +10 216 sich nicht nur unmittelbar vor dem Ende seiner AGB-Entwicklung befindet, sondern bereits in die Transformationsphase zu einem proto-planetarischen Nebel eingetreten ist. Der Strahlungstransport und die Staubbildungsprozesse in der zirkumstellaren Hülle von IRC +10 216 wurden modelliert.

Ähnliche Strukturen scheint der sauerstoffreiche AGB-Stern CIT 3 zu zeigen, für den Speckle-Messungen im *J*-, *H*- und *K*-Band durchgeführt wurden. Im *J*-Band zeigt sich ein nordwestlicher Fächer, während bei längeren Wellenlängen CIT 3 annähernd sphärisch symmetrisch erscheint. Die Fächerstruktur läßt wie bei IRC +10 216 auf einen gegen die Sichtlinie des Beobachters geneigten, bipolaren Nebel schließen. Strahlungstransportrechnungen zur Modellierung der Staubbülle wurden abgeschlossen. Sie zeigen, daß in der Vergangenheit sehr viel höhere Massenverluste als heute gewirkt haben. Die Stärke dieser stellaren Winde nahm dann ab und ist seit etwa 90 Jahren konstant.

Es wurden *K*-Band-Speckle-Messungen für den variablen Post-AGB-Stern R CrB durchgeführt und Modelle zur Interpretation seiner irregulären Lichtkurve entwickelt. Die Staubschale von R CrB konnte aufgelöst werden. Die Modelle beinhalten den zeitlich variablen Ausstoß von Staubwolken entlang der Sichtlinie des Beobachters.

Speckle-Messungen des Wolf-Rayet Sterns WR 118 konnten im *K*-Band eine Staubschale auflösen. WR 118 ist damit ein weiterer Wolf-Rayet-Stern, in dem offenbar Staubbildung trotz hoher Effektivtemperaturen stattfindet. Strahlungstransportrechnungen legen eine Staubbildungstemperatur von 1800 K nahe.

Es wurden Sternentwicklungsrechnungen für AGB-Sterne und Zentralsterne Planetarischer Nebel weitergeführt, die sowohl konvektiven diffusiven „Overshoot“ als auch Rotation berücksichtigen. „Overshoot“ hat z. B. für die Bildung wasserstoffarmer Zentralsterne im sog. „born again scenario“ eine zentrale Bedeutung und erlaubt erstmals eine quantitative Erklärung der beobachteten chemischen Häufigkeiten von Wolf-Rayet-Zentralsternen. Die Berücksichtigung von Rotation liefert in AGB-Modellen zusätzliche Mischprozesse. Diffusiver Drehimpulstransport führt zu Spin-Up/Spin-Down-Effekten in den Hüllen.

Seyfert-Galaxien

Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Untersuchungen der Seyfert-Galaxie NGC 1068 wurden fortgesetzt. Die *H*- und *K*-Band-Rekonstruktionen zeigen eine sehr kompakte Struktur

mit einer Ausdehnung von etwa 30 mas (entsprechend 2 pc). Der Fluß dieser Komponente bei $2,2 \mu\text{m}$ beträgt $(524 \pm 57) \text{ mJy}$. Weiterhin gibt es ausgedehntere *K*-Band-Strukturen, die mit Messungen im optischen und im Radio-Wellenlängenbereich verglichen wurden.

IR-Interferometrie mit dem IOTA-Interferometer

Für das IOTA-Interferometer wurde ein Strahlvereinigungs-system gebaut, das erstmalig die gleichzeitige Aufnahme von spektral dispergierten Michelson-Interferogrammen im *J*-, *H*- und *K*-Band in bis zu 512 spektralen Kanälen erlaubt. Der Detektor ist eine Rockwell-Hawaii-Kamera. Der Spektrograph besteht aus einem anamorphotischen Linsensystem und Gitterprismen unterschiedlicher Dispersion. Der Kippwinkel der Interferenzstreifen ist ein direktes Maß für den momentanen optischen Weglängenunterschied. Solche Strahlvereinigungs-systeme sind deshalb auch sehr gute optische Weglängenmesser. Mit diesem Strahlvereinigungs-system wurden am IOTA-Interferometer u. a. T Cep, R CrB und CH Cyg mit Basislinien von 15 bis 30 m Länge untersucht. Ein weiterer IR-Interferometrie-Schwerpunkt der Gruppe ist die Mitarbeit an der VLTI-AMBER-Kamera (siehe Bericht der Technischen Abteilung für Infrarot-Interferometrie). Das AMBER-Strahlvereinigungs-system ist ein Kooperationsprojekt mit den Universitäten von Grenoble und Nizza und dem Arcetri-Observatorium.

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 mehrere Aspekte in den chemischen Häufigkeiten zu verstehen sucht. Aufbauend auf der Wechselwirkung zwischen Teilchen und Plasmawellen auf der einen Seite und den energetischen Teilchen und den thermischen Teilchen auf der anderen wird vorgeschlagen, folgende Resultate auf einmal zu erklären: a) Die chemischen Häufigkeiten von Helium bis Eisen, b) die Häufigkeiten und deren Spektren der Spallationsprodukte, c) das Gamma-Kontinuumspektrum der Galaxie, und d) die Häufigkeit der Antiprotonen. Entscheidend für den Ansatz ist eine Herleitung des Spektrums der Plasmawellen, welche durch das Spektrum der Teilchen der kosmischen Strahlung angeregt werden. Ein Resultat dieses Ansatzes ist, daß der größte Anteil an der Wechselwirkung der Teilchen der Kosmischen Strahlung in der Nähe der Quellen stattfindet.

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 kompensiert werden können durch Ladungstrennung. 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: Im obersten Niveau treten elektrische Felder auf, die direkt durch Ladungstrennung kompensiert werden. Im zweiten Niveau (welches dem Ansatz von 1950 entspricht) werden die Kräfte durch den Hall-Term kompensiert. Aber im dritten Niveau kann eine solche Kompensation nicht mehr auftreten und Ströme können getrieben werden durch die Residuen der höheren Niveaus. Der Beweis für eine solche Lösung kann noch nicht erbracht werden, aber man kann einige Konsistenzprüfungen durchführen, und die zeigen, daß in einem solchen Ansatz Zeitskalen und Symmetrien wohl den beobachteten entsprechen.

Unsere Arbeiten unterstützen mehr und mehr das Konzept, daß ein selbst-ähnliches, skalierendes Modell die Spektren von Jets erklären kann über einen Massenbereich von sieben Größenordnungen in der Masse des Schwarzen Loches. Wir haben eine sehr gute Anpassung an das Spektrum des Schwarzen Loches im Zentrum unserer Galaxie für den Ruhezustand gefunden, und haben auch vorhersagen können, daß eine schwache Heizung zu einem dramatischen Ausbruch führen könnte. Das wurde dann auch in der Tat mit CHANDRA beobachtet, und wir waren in der Lage, das Aktivitätsspektrum anzupassen sowohl mit einem heißeren Plasma wie auch mit Stoßwellenbeschleunigung. Die beiden Szenarien sagen sehr verschiedene Spektren voraus im mittleren Infraroten (MIR), und bei dem nächsten

Beobachtung mit CHANDRA wird das MIR ebenfalls beobachtet werden. Eine weitere Skalierung dieses Modells erklärt auch das Spektrum von NGC 4258, sowie die Röntgen-doppelsterne XTE J1118+480, V404 Cyg und GX 339-4. Unser Modell ist das einzige, welches von dieser letzten Quelle das Breitbandpektrum erklärt in allen Variationen in der Leuchtkraft, um mehr als einen Faktor 1000, mit korrelierter Veränderung im Radio- und im Röntgenbereich.

Personal: P. Biermann, T. Blöcker, S. Casanova, M. Chirvasa, T. Driebe, C. Galea, S. Gong, K.-H. Hofmann, N. Ikhsanov, T. Kneiske, V. Malanushenko, S. Markoff, K. Ohnaka, G. Pavalas, A. Popescu, T. Preibisch, D. Schertl, P. Simon, V. Tudose, A. Vasile, G. Weigelt, J.M. Winters, F. Yuan, C. Zier, mit K. Jeong, E. Sedlmayr, C. Helling (Univ. Berlin), U. Klein (RAIUB, Univ. Bonn), T. Ensslin (MPA, Garching), F. Kerber (STECF, Garching), W. Duschl, M. Scholz (ITA, Univ. Heidelberg), H. Holweger, W. Stolzmann (Univ. Kiel), D. Schönberner, H. Zinnecker (AIP, Potsdam), E. Guenther (Sternwarte Tautenburg), Y. Balega, I. Balega, V. Vasyuk (SAO, Nizhnij Arkhyz), D. Mourard, L. Abe, O. Chesneau, S. Ragland, P. Stee, N. Thureau, F. Vakili (CERGA, Grasse), R. Petrov, B. Lopez (Univ. Nizza), F. Malbet (Univ. Grenoble), A. Richichi (Univ. Florenz), W. Traub, M. Lacasse, S. Morel, B. Pras (CfA, Cambridge, USA), V. Coude du Foresto, C. Ruilier (Obs. Paris-Meudon), J. Köppen (Obs. Strasbourg), B. Freytag (Univ. Uppsala), F. Herwig (Univ. of Victoria, Canada), R. Waters (Univ. Amsterdam), B. Yudin, V. Shenavrin, A. Nadzhip, A. Tatarnikov (Sternberg Institut, Moskau), Y.S. Efimov (Crimean Astrophysical Observatory), V.M. Larionov, N.G. Breskovnaya (Univ. St. Petersburg), G. Herbig (Univ. of Hawaii), M.D. Smith (Armagh Observatory, Nordirland), J.L. Yun, C.A. Santos, J.M. Alfonso (Observatório Astronómico de Lisboa, Portugal), D.P. Clemens (Boston Univ., USA), T. Le Bertre (Observatoire de Paris), M. Matsuura (UMIST, Manchester), H. Murakami, I. Yamamura, M. Freund, M. Tanaka (Institute of Space and Astronautical Science, Kanagawa, Japan), M. Kenworthy, L. Close, P. Hinz, E. Mamajek, R. Angel, J. Hinz, G. Rieke (Steward Observatory, Tuscon, USA), D. Ryu, H.-S. Lee (Univ. Daejeon, Korea), H. Kang (Pusan Univ., Korea), E.-J. Ahn (Seoul Nat. Univ., Korea), Y. Wang (Purple Mount. Obs., Nanjing, China), R. Protheroe (Univ. Adelaide, Australien), B. Nath (Raman Res. Inst., Bangalore, Indien), G. Krishna (TATA Inst., Pune, Indien), S. Ter-Antonyan (Erevan Phys. Inst., Armenien), A. Donea (Univ., Bukarest, Rumänien), G. Sigl (Obs. de Paris, Frankreich), S. Corbel (Saclay, Frankreich), N. Langer (Univ. Utrecht, Niederlande), R. Fender (Amsterdam, NL), C. Brocksopp (JMU, Liverpool, UK), P.P. Kronberg (Univ. Toronto, Canada), G. Medina-Tanco (Univ. Sao Paolo, Brasilien), T. Stanev (Bartol Res. Inst., DE, USA), E.-S. Seo und R. Sina (Univ. of MD, USA), M. Nowak (MIT, USA), M. Harwit (DC, USA), G. Pugliese (CA, USA).

5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

5.1 Diplomarbeiten

Abgeschlossen:

- Bach, U.: Hochauflösende Analyse der Radioquelle Cygnus A. Bonn 2001.
 Middelberg, E.: VLBI-observations of Seyfert 2 galaxies. Bonn 2001.
 Nalbach, M.: Entwurf und Aufbau eines PLL-Oszillators bei 10 GHz und Vergleich mit Frequenzvervielfacher. Bonn 2001.
 Tisljar, M.: Modellierung der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung. Bonn 2001.
 Türk, S.: Entwicklung und Realisierung eines kryogenisch kühlbaren, rauscharmen Mikrowellenverstärkers für 4–8 GHz. Bonn 2001.
 Wolleben, M.: Faraday-Effekte in lokalen Molekülwolken. Bonn 2001.

Laufend:

- Chirvasa, M.: Mergers of rotating black holes.
 Galea, C.: Origin of magnetic fields in the Cosmos.
 Kadler, M.: Multifrequenz-Untersuchungen der Galaxie NGC 1052.
 Kauffmann, J.: Struktur und Stabilität sternbildender Molekülwolken.
 Nemes, N.: Contributions of Galactic Mergers to the Gravitational Wave Background.
 Pavallas, G.: Energetics and Structure of AGN Jets.
 Popescu, A.: Abundances in cosmic rays.
 Reuen, L.: Interstellare Molekülwolken.
 Tudose, V.: Anisotropic jets in blazars and GRBs.
 Vasile, A.: Diffusion model for cosmic ray interaction.
 Voss, H.: Modellierung der Sternentstehung im frühen Universum.

5.2 Dissertationen

Abgeschlossen:

- Driebe, T.: Die Entwicklung von Sternen mittlerer Masse von der Vorhauptreihe zum asymptotischen Riesenast unter Berücksichtigung von Rotation. Bonn 2001.
 Lichtenthäler, J.: Bispektrum-Speckle-Interferometrie des Roten Überriesen IRC +10 420 und methodische Untersuchungen zur Speckle-Interferometrie-Übertragungsfunktion. Bonn 2000.
 Nietem, C.: Untersuchung der CO-Emission in der Andromeda-Galaxie. Bonn 2001.
 Weferling, B.: Fastscanning - Astronomische Beobachtungen mit einer neuen Messstrategie für (Sub-)Millimeter-Kontinuumsarrays. Bonn 2001.

Laufend:

- Bach, U.: VLBI-Beobachtungen von Aktiven Galaktischen Kernen.
 Bertarini, A.: Galaxienbeobachtungen mit dem MAMBO-Bolometer Array.
 Beuther, H.: Early Stages of Massive Star Formation.
 Brunthaler, A.: Towards measuring proper motion of local group galaxies 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 Luftschaer.
 Horneffer, A.: Design and operation of digital radio antennas for measuring low-frequency radio emission from cosmic ray air showers.
 Huege, T.: Radio Emission from Cosmic Ray Air Showers.
 Jin, C.: Highest resolution studies of intraday variable radio sources.
 Karastergiou, A.: Polarisation von Pulsaren.
 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.: Time Lags in X-ray spectra of stellar mass black holes.
 Leurini, S.: Excitation of interstellar methanol. Observations and models.
 Löhmer, O.: Timing von Millisekunden-Pulsaren in Effelsberg.
 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.
 Racanelli, 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.
 Thuma, G.: Untersuchung dichten molekularen Gases in nahen Spiralgalaxien.

6 Tagungen, Kooperationen, Öffentlichkeitsarbeit

6.1 Tagungen und Veranstaltungen

Das Institut führte gemeinsam mit den Astronomischen Instituten der Universität Bonn im Berichtsjahr 27 Hauptkolloquien und zusätzlich 21 Sonderkolloquien durch.

Am 13. Februar fand ein Festkolloquium anlässlich des 65. Geburtstags von Professor Richard Wielebinski statt.

Vom 28. bis 30. März wurde der „RFI Mitigation Workshop“ am Institut durchgeführt (K. Ruf).

Vom 26. bis 31. August fand die DPG-Schule für Physik im Physik-Zentrum Bad Honnef zum Thema „Galactic Black Hole 2001“ statt (H. Falcke mit F.W. Hehl, Univ. Köln).

Vom 10. bis 11. Dezember wurde der internationale Workshop „High resolution options for the SKA“ am Institut durchgeführt (R. Porcas).

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.

Naturngemäß 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 wurde eine Kollaboration mit der Univ. Bochum und dem Onsala Space Observatory (Schweden) begonnen.

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

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

Es erfolgt eine Kooperation mit der ESO bzgl. des VLTI (*Very Large Telescope Interferometer*). In Zusammenarbeit mit der ESO und den Universitäten Nizza, Grenoble und Florenz wird eine Infrarotkamera für das VLTI-Projekt 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 (R. Wielebinski).

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

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).

Zur Entwicklung eines neuen digitalen Radioteleskops (LOFAR): Es wurde eine Zusammenarbeit mit ASTRON (Dwingeloo, NL), dem FZ Karlsruhe und der Univ. Bonn begonnen, um eine LOFAR Prototyp Station (LOPES) zur Messung der Radiostrahlung von Cosmic Ray Luftschauern am Cosmic Ray Experiment „Kascade“ aufzubauen (H. Falcke).

Im Rahmen der Astroteilchenphysik wurde mit der SKYVIEW-Kollaboration kooperiert, um den Aufbau eines Cosmic Ray Experimentes zu untersuchen (H. Falcke).

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

6.3 Öffentlichkeitsarbeit

Im Besucherpavillon direkt am Standort des 100-m-Radioteleskops fanden von April bis Oktober 316 einstündige Informationsvorträge für sehr unterschiedliche Teilnehmergruppen statt.

Mitarbeiter des Instituts haben zahlreiche Vorträge an Volkshochschulen des Köln-Bonner Raums gehalten.

In diesem Jahr umfaßte die astronomische Vortragsreihe des MPIfR in Bad Münstereifel 9 populärwissenschaftliche Vorträge in den Monaten April bis Dezember.

Die Vortragsreihe „Dem Leben im All auf der Spur“ ist eine Gemeinschaftsveranstaltung des MPIfR, der Astronomischen Institute der Universität und des Deutschen Museums Bonn. Die ersten beiden Vorträge wurden gehalten im November und im Dezember im Deutschen Museum Bonn.

Am 10. und 11. Mai fand im Institut in Bonn und am Radio-Observatorium Effelsberg ein zweitägiges Presseseminar unter Teilnahme einer Reihe von Wissenschaftsjournalisten statt.

Am 13. Mai, anläßlich des 30jährigen Bestehens des 100-m-Radioteleskops, wurde ein „Tag der offenen Tür“ veranstaltet, zu dem insgesamt 5900 Besucher kamen.

Am 6. Juli beteiligte sich das MPIfR an der „2. Bonner Wissenschaftsnacht“ der Universität Bonn mit Postern und einer Präsentation zum Thema „Radioastronomie der Zukunft“. Insgesamt kamen 25 000 Besucher zu den einzelnen Veranstaltungen.

Am 7. Juli wurde die Abschlußveranstaltung der „5th EAAE Summer School“ (European Association for Astronomy Education) am Radio-Observatorium Effelsberg durchgeführt.

Das Institut hat die nationale Koordination des europäischen Schülerwettbewerbs „Life in the Universe“ übernommen. Die deutsche Endausscheidung fand am 12. Oktober im Deutschen Museum in München im Rahmen der Veranstaltung „Physik und Leben“ statt, die Europäische Abschlußveranstaltung vom 7. bis 10. November beim CERN in Genf.

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

7 Veröffentlichungen

7.1 In Zeitschriften und Büchern

- Alef, W., Müskens, A.: Status of the MPIfR-BKG MK IV correlator. In: Behrend, D., Rius, A. (eds.): *European VLBI for Geodesy and Astrometry. Proc. 15th Working Meeting, Inst. d'Estudis Espacials de Catalunya, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona* (2001), 46–49
- Altenhoff, W.J., Menten, K.M., Bertoldi, F.: Size determination of the Centaur Chariklo from millimeter-wavelength bolometer observations. *Astron. Astrophys.* **366** (2001), L9–L12
- Alvarez, H., Aparici, J., May, J., Reich, P.: The radio spectral index of the Vela supernova remnant. *Astron. Astrophys.* **372**, 636–643 Erratum: The radio spectral index of the Vela supernova remnant. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), 323
- Augusto, P., Browne, I.W.A., Wilkinson, P.N., Jackson, N.J., Fassnacht, C.D., Muxlow, T.W.B., Hjorth, J., Jaunsen, A.O., Koopmans, L.V., Patnaik, A.R., Taylor, G.B.: B2114+022: a distant radio source gravitationally lensed by a starburst galaxy. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **326** (2001), 1007–1014
- Balega, I.I., Balega, Y.Y., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: Infrared bispectrum speckle interferometry of 11 binaries using a bispectrum analysis. *Astron. Lett.* **27** (2001), 95–98
- Beck, R.: Galactic and extragalactic magnetic fields. *Space Sci. Rev.* **99** (2001), 243–260
- Belloche, A., André, P., Motte, F.: Kinematics of millimeter prestellar condensations in the ρ Ophiuchi protocluster. In: Montmerle, T., André, Ph. (eds.): *From Darkness to Light: Origin and Evolution of Young Stellar Clusters. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **243** (2001), 313–318
- Biermann, P.L.: Astroparticles: cosmic particle physics. In: Huber, M.C.E., et al. (eds.): *Fundamental Physics in Space and Related Topics. ESA SP-469* (2001), 21–33
- Biermann, P.L.: Challenges of the highest energy events observed. In: De Vega, H.J., et al. (eds.): *Phase Transitions in the Early Universe: Theory and Observations. NATO Science Series II No. 40* (2001), 505–522
- Biermann, P.L.: Cosmic magnetic fields. In: De Vega, H.J., et al. (eds.): *Phase Transitions in the Early Universe: Theory and Observations. NATO Science Series II No. 40* (2001), 543–557
- Biermann, P.L.: Dark matter as determined from energetic particles. In: Sánchez, N.G. (ed.): *Current Topics in the Astrofundamental Physics: The Cosmic Microwave Background. NATO Science Series C No. 562* (2001), 355–361
- Biermann, P.L.: High energy particles in active galactic nuclei. In: Shapiro, M.M. et al. (eds.): *Astrophysical Sources of High Energy Particles and Radiation. NATO Science Series II No. 44* (2001), 115–133
- Biermann, P.L.: Physics and origin of the highest energy events observed. In: Salazar, H., et al. (eds.): *Observing Ultrahigh Energy Cosmic Rays From Space and Earth. Am. Inst. Phys. Conf. Proc.* **566**, (2001), 37–56

- Biermann, P.L.: The physics of the knee in the cosmic ray spectrum. In: Ko, C.-M. (ed.): *Cosmic Rays in the Universe. 7th Taipei Astrophys. Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **241** (2001), 77–89
- Biermann, P.L., Ahn, E.-J., Kronberg, P.P., Medina-Tanco, G., Stanev, T.: A possible nearby origin for the highest energy events observed. In: Lemoine, M., Sigl, G. (eds.): *Physics and Astrophysics of Ultra-High-Energy Cosmic Rays. Lect. Not. Phys.* **576** (2001), 181–195
- Biermann, P.L., Ahn, E.-J., Medina-Tanco, G., Stanev, T.: Origin and physics of the highest energy particles in the universe. In: Sánchez, N.G. (ed.): *Current Topics in the Astrodynamical Physics: The Cosmic Microwave Background. NATO Science Series C No.* **562** (2001), 515–537
- Biermann, P.L., Ahn, E.-J., Medina-Tanco, G., Stanev, T.: The origin of the highest energy cosmic rays: back to Virgo? In: Zhao, G., Wang, J.J., Qiu, H.M., Börner, G. (eds.): *5th Sino-German Workshop on Astrophysics. China Sci. Technol. Press, Beijing 2001. SGSC Conf. Ser.* **1** (2001), 29–38
- Biermann, P.L., Kang, H., Ryu, D.: The highest energy cosmic rays and the large scale structure. In: Ko, C.-M. (ed.): *Cosmic Rays in the Universe. 7th Taipei Astrophys. Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **241** (2001), 57–75
- Biermann, P.L., Langer, N., Seo, E.-S., Stanev, T.: Cosmic rays IX. Interactions and transport of cosmic rays in the Galaxy. *Astron. Astrophys.* **369** (2001), 269–277
- Biermann, P.L., Markoff, S., Rhode, W., Seo, E.-S.: Cosmic ray interactions in the Galactic Center region. In: Shapiro, M.M. et al. (eds.): *Astrophysical Sources of High Energy Particles and Radiation. NATO Science Series II No.* **44** (2001), 65–79
- Biermann, P.L., Sigl, G.: Introduction to cosmic rays. In: Lemoine, M., Sigl, G. (eds.): *Physics and Astrophysics of Ultra-High-Energy Cosmic Rays. Lect. Not. Phys.* **576** (2001), 1–26
- Blöcker, T.: Evolution on the AGB and beyond: on the formation of hydron-deficient post-AGB stars. *Astrophys. Space Sci.* **275** (2001), 1–14
- Blöcker, T., Balega, Y., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: Bispectrum speckle interferometry observations and radiative transfer modelling of the red supergiant NML Cyg. Multiple dust-shell structures evidencing previous superwind phases. *Astron. Astrophys.* **369** (2001), 142–154
- Blöcker, T., Herwig, F., Driebe, T.: AGB evolution with overshoot: hot bottom burning and dredge up. *Mem. Soc. Astron. Ital.* **71** (2001), 711–718
- Blöcker, T., Osterbart, R., Weigelt, G., Balega, Y., Menshchikov, A.: AGB post-AGB evolution: structural and chemical changes. In: Szczerba, R., Górny, S.K. (eds.): *Post AGB Objects as a Phase of Stellar Evolution. Astrophys. Space Sci. Libr.* **265** (2001), 241–248
- Boonman, A.M.S., Stark, R., van der Tak, F.F.S., van Dishoeck, E.F., van der Wal, P.B., Schäfer, F., de Lange, G., Laauwen, W.M.: Highly abundant HCN in the inner hot envelope of GL 2591: probing the birth of a hot core? *Astrophys. J.* **553** (2001), L63–L67
- Bowen, D.V., Huchtmeier, W.K., Brinks, E., Tripp, T.M., Jenkins, E.B.: 21-cm H I emission from the damped Lyman- α absorber SBS 1543+593. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), 820–823
- Bower, G.C., Wright, M.C.H., Falcke, H., Backer, D.C.: BIMA observations of linear polarization in Sagittarius A* at 112 GHz. *Astrophys. J.* **555** (2001), L103–L106
- Britzen, S., Roland, J., Laskar, J., Kokkotas, K., Campbell, R.M., Witzel, A.: On the origin of compact radio sources. The binary black hole model applied to the gamma-bright quasar PKS 0420–014. *Astron. Astrophys.* **374** (2001), 784–799

- Britzen, S., Witzel, A., Krichbaum, T.P., MacSlow, T., Matveyenko, L.I.: Studies of the fine structure of the object 1803+784. *Astron. Lett.* **27** (2001), 1–14
- Brunthaler, A., Bower, G.C., Falcke, H., Mellon, R.R.: Detection of circular polarization in M81. *Astrophys. J.* **560** (2001), L123–126
- Carilli, C.L., Bertoldi, F., Omont, A., Cox, P., McMahon, R.G., Isaak, K.G.: Radio observations of infrared-luminous high-redshift quasi-stellar objects. *Astron. J.* **122** (2001), 1679–1687
- Carilli, C.L., Bertoldi, F., Rupen, M.P., Fan, X., Strauss, M.A., Menten, K.M., Kreysa, E., Schneider, D.P., Bertarini, A., Yun, M.S., Zylka, R.: A 250 GHz survey of high-redshift quasars from the Sloan Digital Sky Survey. *Astrophys. J.* **555** (2001), 625–632
- Carilli, C.L., Miley, G., Röttgering, H.J.A., Kurk, J., Pentericci, L., Harris, D.E., Bertoldi, F., Menten, K.M., van Breugel, W.: High-redshift radio galaxies: beacons to biased hierarchical galaxy formation within large-scale structure. In: Hibbard, J.E., Rupen, M., van Gorkom, J.H. (eds.): *Gas and Galaxy Evolution*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **240** (2001), 101–110
- Chen, P., Zhang, X., Xiang, S., Feng, L., Reich, W.: Application of debauchies wavelet to de-noising of radio maps. *Chinese Astron. Astrophys.* **25** (2001), 132–137
- Chin, Y.-N., Henkel, C., Whiteoak, J.B., Blondiau, M.: A molecular dark cloud in the low-metallicity environment. In: de Boer, K.S., Dettmar, R.J., Klein, U. (eds.): *Dwarf Galaxies and their Environment*. Shaker Verlag Aachen (2001), 23–26
- Comito, C., Schilke, P.: Simulating a FIRST sight: spectral line surveys at THz frequencies. In: Pilbratt, G.L., Cernicharo, J., Heras, A.M., Prusti, T., Harris, R. (eds.): *The Promise of the Herschel Space Observatory*. *ESA SP-460* (2001), 389–392
- D’Alba, L., Melchiorri, F., De Petris, M., Orlando, A., Lamagna, L., Rephaeli, Y., Colafrancesco, S., Signore, M., Kreysa, E.: The Sunyaev-Zeldovich MITO project. *New Astron. Rev.* **45** (2001), 329–335
- Donea, A.-C., Biermann, P.L.: Complex electron energy distributions in supernova remnants with non-thermal X-rays. In: Kampert, K.-H., et al. (eds.): *Int. Cosmic Ray Conference*. Copernicus Ges., Katlenburg-Lindau (2001), 1795–1798
- Doroshenko, O., Löhmer, O., Kramer, M., Jessner, A., Wielebinski, R., Lyne, A.G., Lange, C.: Orbital variability of the PSR J2051–0827 binary system. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), 579–587
- Dumke, M., Nieten, Ch., Thuma, G., Wielebinski, R., Walsh, W.: Warm gas in central regions of nearby galaxies. Extended mapping of CO(3–2) emission. *Astron. Astrophys.* **373** (2001), 853–880
- Duschl, W.J.: The formation of the most massive black holes. In: Zhao, G., Wang, J.J., Qiu, H.M., Börner, G. (eds.): *5th Sino-German Workshop on Astrophysics*. China Sci. Technol. Press, Beijing 2001. *SGSC Conf. Ser.* **1** (2001), 95–97
- Ehlerová, S., Palous, J., Huchtmeier, W.K.: The H I supershell GS061+00+51 and its neighbours. *Astron. Astrophys.* **374** (2001), 682–690
- Ehrenfreund, P., Menten, K.M.: From molecular clouds to the origin of life. In: Horneck, G., Baumstark-Khan, C. (eds.): *Astrobiology. The Quest for the Conditions of Life*. Springer-Verlag, Berlin (2001), 7–24
- Ensslin, T.A., Simon, P., Biermann, P.L., Klein, U., Kohle, S., Kronberg, P.P., Mack, K.-H.: Signature in a giant radio galaxy of a cosmological shock wave at intersecting filaments of galaxies. *Astrophys. J.* **549** (2001), L39–L42
- Falcke, H.: The silent majority – jets and radio cores from low-luminosity black holes. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Dynamic Stability and Instabilities in the Universe*. *Rev. Mod. Astron.* **14** (2001), 15–51

- Falcke, H., Lehar, J., Barvainis, R., Nagar, N.M., Wilson, A.S.: Radio-variability in radio-quiet quasars and low-luminosity AGN. In: Peterson, B.M., Polidan, R.S., Pogge, R.W. (eds.): *Probing the Physics of Active Galactic Nuclei by Multiwavelength Monitoring*. Proc. Conf., GSFC Greenbelt 2000. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **224** (2001), 265–273
- Falcke, H., Markoff, S., Biermann, P.L.: Blazars in low-luminosity and radio-weak AGN? In: Padovani, P., Megan Urry, C. (eds.): *Blazar Demographics and Physics*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **227** (2001), 56–68
- Falcke, H., Melia, F., Agol, E.: The shadow of the black hole at the Galactic Center. In: Holt, S.S., Zhang, W.W. (eds.): *Cosmic Explosion*. Proc. 10th Astrophys. Conf., Am. Inst. Phys. Proc. **522** (2000), 317–320
- Falcke, H., Nagar, N.M., Wilson, A.S., Ho, L.C., Ulvestad, J.S.: Radio cores in low-luminosity AGN: ADAFs or jets? In: Kaper, L., van den Heuvel, E.P.J., Woudt, P.A. (eds.): *Black Holes in Binaries and Galactic Nuclei: Diagnostics, Demography and Formation*. Proc. ESO Workshop in Honour of Ricardo Giacconi, Garching 1999. ESO Astrophys. Symp., Proc. (2001), 218–221
- Franciosini, E., Pallavicini, R., Bastian, T., Chiuderi-Drago, F., Randich, S., Tagliaferri, G., Massi, M., Neidhöfer, J.: Coordinated BeppoSAX and VLA observations of UX Arietis. In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapatero Osorio, M.R. (eds.): *Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun*. 11th Cambridge Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **223** (2001), CD-930
- Frick, P., Beck, R., Berkhuijsen, E.M., Patrickeyev, I.: Scaling and correlation analysis of galactic images. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **327** (2001), 1145–1157
- Fürst, E., Ruf, K., Jessner, A.: Die Erblindung der Radioastronomie. *Kleinheubacher Ber.* **44** (2001), 450–452
- Gallimore, J.F., Henkel, C., Baum, S.A., Glass, I.S., Claussen, M.J., Prieto, M.A., von Kap-herr, A.: The nature of the nuclear H₂O masers of NGC 1068: reverberation and evidence for a rotating disk geometry. *Astrophys. J.* **556** (2001), 694–715
- Garrett, M.A., Muxlow, T.W.B., Garrington, S.T., Alef, W., Alberdi, A., van Langevelde, H.J., Venturi, T., Polatidis, A.G., Kellermann, K.I., Baan, W.A., Kus, A., Wilkinson, P.N., Richards, A.M.S.: AGN and starbursts at high redshift: high resolution EVN radio observations of the Hubble Deep Field. *Astron. Astrophys.* **366** (2001), L5–L8
- Giovannini, G., Feretti, L., Tordi, M., Venturi, T., Massaglia, S., Bodo, G., Trussoni, E., Gliozzi, M., Tavani, M., Conway, J., Foley, A., Graham, D., Kus, A., Spencer, R., Trigilio, C.: EVN observations of GRS 1915+105. *Astrophys. Space Sci., Suppl.* **276** (2001), 111–112
- Gueth, F., Schilke, P., McCaughrean, M.J.: An interferometric study of the HH288 molecular outflow. *Astron. Astrophys.* **375** (2001), 1018–1031
- Guirado, J.C., Ros, E., Jones, D.L., Lestrade, J.-F., Marcaide, J.M., Pérez-Torres, M.A., Preston, R.A.: Space-VLBI phase-reference mapping and astrometry. *Astron. Astrophys.* **371** (2001), 766–770
- Hagiwara, Y., Diamond, P.J., Nakai, N.: VLBA imaging of NGC 5793: parsec-scale jets and water maser emission. In: Conway, J.E., Polatidis, A.G., Booth, R.S., Pihlström, Y.M. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg* (2000), 107–110
- Hagiwara, Y., Diamond, P.J., Nakai, N., Kawabe, R.: VLBI study of water maser emission in the Seyfert 2 galaxy NGC 5793. I. Imaging blueshifted emission and the parsec-scale jet. *Astrophys. J.* **560** (2001), 119–126
- Hagiwara, Y., Henkel, C., Menten, K.M., Nakai, N.: Water maser emission from the active nucleus in M51. *Astrophys. J.* **560** (2001), L37–L40

- Hartman, R.C., Böttcher, M., Aldering, G., Aller, H., Aller, M., Backman, D.E., Balonek, T.J., Bertsch, D.L., Bloom, S.D., Bock, H., Boltwood, P., Carini, M.T., Collmar, W., De Francesco, G., Ferrara, E.C., Freudling, W., Gear, W.K., Hall, P.B., Heidt, J., Hughes, P., Hunter, S.D., Jooe, S., Johnson, W.N., Kanbach, G., Katajainen, S., Kidger, M., Kii, T., Koskimies, M., Kraus, A., Kubo, H., Kurtanidze, O., Lanteri, L., Lawson, A., Lin, Y.C., Lisenfeld, U., Madejski, G., Makino, F., Maraschi, L., Marscher, A.P., McFarland, J.C., McHardy, I., Miller, H.R., Nikolashvili, M., Nilsson, K., Noble, J.C., Nucciarelli, G., Ostorero, L., Pian, E., Pursimo, T., Raiteri, C.M., Reich, W., Rekola, R., Richter, G.M., Robson, E.I., Sadun, A., Savolainen, T., Sillanpää, A., Smale, A., Sobrito, G., Sreekumar, P., Stevens, J.A., Takalo, L.O., Tavecchio, F., Teräsranta, H., Thompson, D.J., Tornikoski, M., Tosti, G., Ungerechts, H., Urry, C.M., Valtaoja, E., Villata, M., Wagner, S.J., Wehrle, A.E., Wilson, J.W.: Multi-epoch multi-wavelength spectra and models for blazar 3C 279. *Astrophys. J.* **553** (2001), 683–694
- Hatchell, J., Fuller, G.A., Millar, T.J.: SiO in G34.26: outflows and shocks in a high mass star forming region. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), 281–290
- Helling, Ch., Winters, J.M.: Circumstellar dust shells around long-period variables. IX. Molecular layers resulting from shocked carbon-rich atmospheres. *Astron. Astrophys.* **366** (2001), 229–240
- Herwig, F., Blöcker, T., Driebe, T.: TP-AGB evolution with overshoot for low-mass stars as a function of metallicity. *Mem. Soc. Astron. Ital.* **71** (2001), 745–752
- Hofmann, K.-H., Balega, Y., Blöcker, T., Weigelt, G.: A multi-wavelength study of the oxygen-rich AGB star CIT 3: bispectrum speckle interferometry and dust-shell modelling. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), 529–539
- Hofmann, K.-H., Balega, Y., Scholz, M., Weigelt, G.: Multi-wavelength bispectrum speckle interferometry of R Leo and comparison with Mira star models. *Astron. Astrophys.* **376** (2001), 518–531
- Huchtmeier, W.K., Karachentsev, I.D., Karachentseva, V.E.: The distribution of galaxies within 10 Mpc. In: de Boer, K.S., Dettmar, R.J., Klein, U. (eds.): *Dwarf Galaxies and their Environment*. Shaker Verlag Aachen (2001), 201–204
- Huchtmeier, W.K., Karachentsev, I.D., Karachentseva, V.E.: Dwarf galaxies in the local universe: the local luminosity and H I mass function. In: de Boer, K.S., Dettmar, R.J., Klein, U. (eds.): *Dwarf Galaxies and their Environment*. Shaker Verlag Aachen (2001), 197–200
- Huchtmeier, W.K., Karachentsev, I.D., Karachentseva, V.E.: H I observations of nearby galaxies. IV. More dwarf galaxies in the southern sky. *Astron. Astrophys.* **377** (2001), 801–811
- Huchtmeier, W.K., Karachentsev, I.D., Karachentseva, V.E.: A search for nearby dwarf galaxies – the galaxy luminosity function and the H I mass function of the local universe. In: Kraan-Korteweg, R.C., Henning, P.A., Andernach, H. (eds.): *Mapping the Hidden Universe: The Universe behind the Milky Way, the Universe in HI*. Proc. Conf. Guanajuato, Mexico, 23–29 February 2000. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **218** (2000), 295–302
- Huchtmeier, W.K., Westpfahl, D.J., Karachentsev, I.D., Karachentseva, V.E.: The IC 342-Maffei group of galaxies. In: Hibbard, J.E., Rupen, M., van Gorkom, J.H. (eds.): *Gas and Galaxy Evolution*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **240** (2001), 589–591
- Ikhsanov, N.R.: Can the 33s pulsations observed from AE Aquarii be explained in terms of accretion onto the white dwarf surface? *Astron. Astrophys.* **374** (2001), 1030–1034

- Ikhsanov, N.R.: The magnetic field configuration of accretion disks around black holes. In: Kaper, L, van den Heuvel, E.P.J., Woudt, P.A. (eds.): *Black Holes in Binaries and Galactic Nuclei: Diagnostics, Demography and Formation*. Proc. ESO Workshop in Honour of Ricardo Giacconi, Garching 1999. ESO Astrophys. Symp., Proc. (2001), 222–223
- Ikhsanov, N.R.: On the duration of the subsonic propeller state of neutron stars in wind-fed mass-exchange close binary systems. *Astron. Astrophys.* **368** (2001), L5–L7
- Ikhsanov, N.R.: On the origin of quiescent X-ray emission from A0535+26. *Astron. Astrophys.* **367** (2001), 549–556
- Ikhsanov, N.R.: On the state of low luminous accreting neutron stars. *Astron. Astrophys.* **375** (2001), 944–949
- Ikhsanov, N.R., Larionov, V.M., Beskrovnaya, N.G.: On the accretion flow geometry in A0535+26. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), 227–232
- Jessner, A., Lesch, H., Kunzl, Th.: Charge densities above pulsar polar caps. *Astrophys. J.* **547** (2001), 959–966
- Jin, C., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Nan, R., Peng, B., Kraus, A., Lobanov, A., Qian, S., Zensus, J.A.: VSOP observations of the BLLac object 2007+777. *Astrophys. Space Sci.* **278** (2001), 97–100
- Karachentsev, I.D., Karachentseva, V.E., Huchtmeier, W.K.: H I observations of nearby galaxies. III. More dwarf galaxies in the northern sky. *Astron. Astrophys.* **366** (2001), 428–438
- 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. *Kinemat. Phys. Celest. Bodies, Suppl. Ser.* **3** (2001), 121–124
- Karastergiou, A., von Hoensbroech, A., Kramer, M., Lorimer, D.R., Lyne, A.G., Doroshenko, O., Jessner, A., Jordan, C., Wielebinski, R.: Simultaneous single-pulse observations of radio pulsars. I. The polarization characteristics of PSR B0329+54. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), 270–278
- Kemball, A.J., Patnaik, A.R., Porcas, R.W.: Polarization VLBI observations of the gravitational lens system B0218+357 at 8.4 GHz. *Astrophys. J.* **562** (2001), 649–653
- Kemball, A.J., Patnaik, A.R., Porcas, R.W.: VLBI polarization images of the gravitational lens B0218+357. In: Brainerd, T.G., Kochanek, C.S. (eds.): *Gravitational Lensing: Recent Progress and Future Goals*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **237** (2001), 99–100
- Kenworthy, M., Hofmann, K.-H., Close, L., Hinz, P., Mamajek, E., Schertl, D., Weigelt, G., Angel, R., Balega, Y.Y., Hinz, J., Rieke, G.: Gliese 569B: A young multiple brown dwarf system? *Astrophys. J.* **554** (2001), L67–L70
- Knapik, J., Chyzy, K., Soida, M., Urbanik, M., Bomans, D., Klein, U., Beck, R.: Detection of global magnetic fields in two irregular galaxies IC 10 and NGC 6822. In: Funes J.G., Corsini, E.M. (eds.): *Galaxy Disks and Disk Galaxies*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **230** (2001), 171–172
- Knapik, J., Soida, M., Urbanik, M., Dettmar, R.-J., Beck, R.: Detection of spiral magnetic fields in two flocculent galaxies. In: Funes J.G., Corsini, E.M. (eds.): *Galaxy Disks and Disk Galaxies*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **230** (2001), 173–174
- Kothes, R., Reich, W.: A high frequency radio study of G11.2–0.3, a historical supernova remnant with a flat spectrum core. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), 627–635
- Kothes, R., Reich, W.: High frequency radio observations of the composite historical SNR G11.2–0.3. In: Holt, S.S., Hwang, U. (eds.): *Young Supernova Remnants*. Proc. 11th Astrophys. Conf., Am. Inst. Phys. Conf. Proc. **565** (2001), 271–274

- Kraus, A.: Das Pointingmodell des 100-Meter-Radioteleskops in Effelsberg. *Kleinheubacher Ber.* **44** (2001), 445–449
- Le Bertre, T., Matsuura, M., Winters, J.M., Murakami, H., Yamamura, I., Freund, M., Tanaka, M.: Galactic mass-losing AGB stars probed with the IRTS. *Astron. Astrophys.* **376** (2001), 997–1010
- Lebrón, M.E., Rodríguez, L.F., Lizano, S.: Observations of the ionized, neutral, and molecular components associated with an expanding H II region. *Astrophys. J.* **560** (2001), 806–820
- Lis, D.C., Keene, J., Phillips, T.G., Schilke, P., Werner, M.W., Zmuidzinas, J.: Atomic oxygen abundance in molecular clouds: absorption toward Sagittarius B2. *Astrophys. J.* **561** (2001), 823–829
- Lis, D.C., Serabyn, E., Zylka, R., Li, Y.: Quiescent giant molecular cloud cores in the Galactic Centre. *Astrophys. J.* **550** (2001), 761–777
- Lobanov, A.P., Gurvits, L.I., Frey, S., Schilizzi, R.T., Kawaguchi, N., Pauliny-Toth, I.I.K.: VLBI Space Observatory programme observation of the quasar PKS 2215+020: a new laboratory for core-jet physics at $Z=3.572$. *Astrophys. J.* **547** (2001), 714–721
- Lobanov, A.P., Krichbaum, T.P., Graham, D.A., Witzel, A., Kraus, A., Zensus, J.A., Britzen, S., Greve, A., Grewing, M.: 86 GHz VLBI survey of compact radio sources. *Astron. Astrophys.* **364** (2001), 391–408
- Lobanov, A.P., Zensus, J.A.: A cosmic double helix in the archetypical quasar 3C273. *Science* **294** (2001), 128–131
- Löhmer, O., Kramer, M., Mitra, D., Lorimer, A.G., Lyne, A.G.: Anomalous scattering of highly dispersed pulsars. *Astrophys. J.* **562** (2001), L157–L161
- Markoff, S., Falcke, H., Biermann, P.L., Fender, R.P.: Galactic clues about the high-energy processes in BL Lac (AGN) jets. In: Shapiro, M.M. et al. (eds.): *Astrophysical Sources of High Energy Particles and Radiation*. NATO Science Series II No. **44** (2001), 135–141
- Markoff, S., Falcke, H., Fender, R.: A jet model for the broadband spectrum of XTE J1118+480: synchrotron emission from radio to X-rays in the low/hard spectral state. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), L25–L28
- Markoff, S., Falcke, H., Fender, R.: Jets in XRB low/hard states: models of XTE J1118+480 suggest a strong signature from radio through X-ray. *Astrophys. Space Sci., Suppl.* **276** (2001), 289–290
- Markoff, S., Falcke, H., Fender, R., Biermann, P.L.: Gamma-ray emission from jets in galactic microquasars. In: Kampert, K.-H., et al. (eds.): *Int. Cosmic Ray Conference*. Copernicus Ges., Katlenburg-Lindau (2001), 2501–2504
- Markoff, S., Falcke, H., Yuan, F., Biermann, P.L.: The nature of the 10 kilosecond X-ray flare in Sgr A*. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), L13–L16
- Massi, M., Ribó, M., Paredes, J.M., Peracaula, M., Estalella, R.: One-sided elongated feature in LS I +61°303. *Astrophys. Space Sci., Suppl.* **276** (2001), 125–126
- Massi, M., Ribó, M., Paredes, J.M., Peracaula, M., Estalella, R.: One-sided jet at milliar-second scales in LS I +61°303. *Astron. Astrophys.* **376** (2001), 217–223
- Melia, F., Falcke, H.: The supermassive black hole at the Galactic Center. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **39** (2001), 309–352
- Menshchikov, A.B., Balega, Y., Blöcker, T., Osterbart, R., Weigelt, G.: Structure and physical properties of the rapidly evolving dusty envelope of IRC +10216 reconstructed by detailed two-dimensional radiative transfer modeling. *Astron. Astrophys.* **368** (2001), 497–526

- Menshchikov, A.B., Balega, Y.Y., Blöcker, T., Osterbart, R., Weigelt, G.: Structure and properties of IRC+10216. In: Szczerba, R., Górny, S.K. (eds.): Post AGB Objects as a Phase of Stellar Evolution. *Astrophys. Space Sci. Libr.* **265** (2001), 343–350
- Meyer, D.M., Lauroesch, J.T., Sofia, U.J., Draine, B.T., Bertoldi, F.: The rich ultraviolet spectrum of vibrationally excited interstellar H₂ toward HD 37903. *Astrophys. J.* **553** (2001), L59–L62
- Moss, D., Shukurov, A., Sokoloff, D., Beck, R., Fletcher, A.: Magnetic fields in barred galaxies. II. Dynamo models. *Astron. Astrophys.* **380** (2001), 55–71
- Motte, F., André, P.: Wide-field (Sub)millimeter continuum surveys of protoclusters: clues to the origin of the IMF. In: Montmerle, T., André, Ph. (eds.): From Darkness to Light: Origin and Evolution of Young Stellar Clusters. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **243** (2001), 301–312
- Muders, D.: Parallel 3D lattice Boltzmann simulations of turbulent dark cloud flows. In: Ebisuzaki, T., Makino, J. (eds.): New Horizons of Computational Science. *Astrophys. Space Sci. Libr.* **263** (2001), 261–264
- Mundell, C.G., Wilson, A.S., Ulvestad, J.S., Roy, A.L.: The nature of flat-spectrum nuclear radio emission in Seyfert galaxies. In: Schilizzi, R., Vogel, S., Parascè, F., Elvis, M. (eds.): Galaxies and their Constituents at the Highest Angular Resolutions. *IAU Symp.* **205** (2001), 72–73
- Nadzhip, A.É., Tatarnikov, A.M., Shenavrin, V.I., Weigelt, G., Yudin, B.F.: Infrared observations of the star R Cas. *Astron. Lett.* **27** (2001), 324–327
- Nagar, N.M., Wilson, A.S., Falcke, H.: Evidence for jet domination of the nuclear radio emission in low-luminosity active galactic nuclei. *Astrophys. J.* **559** (2001), L87–L90
- Öhnaka, K., Balega, Y., Blöcker, T., Efimov, Y.S., Hofmann, K.-H., Ikhsanov, N.R., Shenavrin, V.I., Weigelt, G., Yudin, B.F.: Diffraction-limited speckle interferometry and modeling of the circumstellar envelope of R CrB at maximum and minimum light. *Astron. Astrophys.* **380** (2001), 212–220
- Omont, A., Cox, P., Bertoldi, F., McMahon, R.G., Carilli, C., Isaak, K.G.: A 1.2 mm MAMBO/IRAM-30 m survey of dust emission from the highest redshift PSS quasars. *Astron. Astrophys.* **374** (2001), 371–381
- Orlando, A., De Petris, M., D’Alba, L., Lamagna, L., Melchiorri, F., Rephaeli, Y., Colafrancesco, S., Signore, M., Kreysa, E., Castagnoli, C.: Search for the Sunyaev-Zeldovich effect in the Coma cluster with the MITO experiment. In: Durrer, R. et al. (eds.): Cosmology and Particle Physics: CAPP 2000. *Am. Inst. Phys. Conf. Proc.* **555** (2001), 116–125
- Osterbart, R., Balega, Y., Blöcker, T., Menshchikov, A., Weigelt, G.: The dynamical evolution of the dust shell of IRC+10216. *Mem. Soc. Astron. Ital.* **71** (2001), 701–708
- Ostrowski, M., Fürst, E.: An attempt to identify the extended synchrotron structure associated with the micro-quasar GRS 1915+105. *Astron. Astrophys.* **367** (2001), 613–616
- Ott, M., Whiteoak, J.B., Henkel, C., Wielebinski, R.: Atomic and molecular gas in the starburst galaxy NGC 4945. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), 463–476
- Paredes, J.M., Martí, J., Ribó, M., Massi, M.: Discovery of a microquasar with high-energy gamma-ray emission. In: Ahazonian, F.A., Völk, H. (eds.): High Energy Gamma-Ray Astronomy. *Am. Inst. Phys. Conf. Proc.* **558** (2001), 745–748
- Paredes, J.M., Martí, J., Ribó, M., Massi, M.: Identification of 3EG J1824–1514 as a radio jet x-ray binary. In: Gimenez, A. et al. (eds.): Exploring the Gamma-Ray Universe. *Proc. 4th INTEGRAL Workshop. ESA SP-459* (2001), 433–436

- Paredes, J.M., Martí, J., Ribó, M., Massi, M.: Microquasars and unidentified - EGRET sources: the case of LS 5039. In: Carraminana, A. et al. (eds.): *The Nature of Unidentified Galactic High-Energy Gamma-Ray Sources*. *Astrophys. Space Sci. Libr.* **267** (2001), 263–270
- Paredes, J.M., Ribó, M., Martí, J., Massi, M.: Radio jets in LS 5039. *Astrophys. Space Sci., Suppl.* **276** (2001), 79–82
- Patnaik, A.R., Kembell, A.J.: Sub-milliarcsec-scale structure of the gravitational lens B1600+434. *Astron. Astrophys.* **373** (2001), L25–L28
- Patnaik, A.R., Menten, K.M., Porcas, R.W., Kembell, A.J.: Polarization observations of gravitational lenses. In: Brainerd, T.G., Kochanek, C.S. (eds.): *Gravitational Lensing: Recent Progress and Future Goals*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **237** (2001), 99–100
- Patnaik, A.R., Narasimha, D.: Determination of time delay from the gravitational lens B1422+231. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **326** (2001), 1403–1411
- Peck, A., Taylor, G.B.: Evidence for a circumnuclear disk in 1946+708. *Astrophys. J.* **554** (2001), L147–L150
- Peck, A.B., Taylor, G.B., Menten, K.M.: Parsec-scale imaging of H I absorption in 1946+708. In: Hibbard, J.E., Rupen, M., van Gorkom, J.H. (eds.): *Gas and Galaxy Evolution*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **240** (2001), 418–419
- Peng, B., Nan, R., Kraus, A., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Su, Y., Zhang, H., Jin, C., Qian, S., Britzen, S.: Multiwavelength study of the quasar PKS 0528+134. *Astrophys. J.* **551** (2001), 172–177
- Porcas, R.W.: Finding astrometric reference sources using the NVSS survey. In: Behrend, D., Rius, A. (eds.): *European VLBI for Geodesy and Astrometry*. *Proc. 15th Working Meeting*. *Inst. d'Estudis Espacials de Catalunya, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona* (2001), 201–207
- Preibisch, T., Balega, Y.Y., Schertl, D., Smith, M.D., Weigelt, G.: High-resolution near-infrared study of the deeply embedded young stellar object S140 IRS 3. *Astron. Astrophys.* **378** (2001), 539–545
- Preibisch, T., Guenther, E., Zinnecker, H.: A large spectroscopic survey for young low-mass members of the Upper Scorpius OB association. *Astron. J.* **121** (2001), 1040–1049
- Preibisch, T., Weigelt, G., Zinnecker, H.: Multiplicity of massive stars. In: Zinnecker, H., Mathieu, B. (eds.): *The Formation of Binary Stars*. *IAU Symp.* **200** (2001), 69–78
- Preibisch, T., Zinnecker, H.: Deep Chandra X-Ray Observatory imaging study of the very young stellar cluster IC 348. *Astron. J.* **122** (2001), 866–875
- Przygodda, F., Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: Computer simulations of interferometric imaging with the VLT interferometer and its AMBER instrument. *Opt. Eng.* **40** (2001), 753–760
- Pugliese, G., Falcke, H., Wang, Y., Biermann, P.L.: A jet-disk symbiosis model for gamma ray bursts: fluence distribution, CRs and ν 's. In: Holt, S.S., Zhang, W.W. (eds.): *Cosmic Explosion*. *Proc. 10th Astrophys. Conf., Am. Inst. Phys. Proc.* **522** (2000), 257–260
- Qian, S.J., Kraus, A., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Zensus, J.A.: VSOP observations of the BLLac object 2007+777. *Astrophys. Space Sci.* **27** (2001)8, 97–100
- Qian, S.J., Witzel, A., Kraus, A., Krichbaum, T.P., Zensus, J.A.: Rapid polarization variations at 20 cm in 0917+624. *Astron. Astrophys.* **367** (2001), 770–779
- Qian, S.-J., Zhang, X.-Z., Krichbaum, T.P., Kraus, A., Witzel, A., Zensus, J.A.: Spectral reversal and stratification of the jet in 3C 273. *Chin. J. Astron. Astrophys.* **1** (2001), 296–304

- Qian, S.-J., Zhang, X.-Z., Krichbaum, T.P., Zensus, J.A., Witzel, A., Kraus, A., Britzen, S., Ungerechts, H., Lisenfeld, U.: Periodic variations of the jet flow Lorentz factor in 3C 273. *Chin. J. Astron. Astrophys.* **1** (2001), 236–244
- Reich, P., Testori, J.C., Reich, W.: A radio continuum survey of the southern sky at 1420 MHz: The atlas of contour maps. *Astron. Astrophys.* **376** (2001), 861–877
- Reich, W.: GeV electron acceleration in the Galactic Center region. *Kleinheubacher Ber.* **44** (2001), 435–440
- Reich, W., Wielebinski, R.: Absolute calibration of polarized galactic emission. In: Landecker, T.L. (ed.): *Radio Polarization: a New Probe of the Galaxy*. Natl. Res. Council Canada, Penticton, B.C. (2001), 55–58
- Reichert, L.A., Weferling, B., Esch, W., Kreysa, E.: The fastscanning observing technique for millimeter and submillimeter astronomy. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), 735–739
- Rickett, B.J., Witzel, A., Kraus, A., Krichbaum, T.P., Qian, S.J.: Annual modulation in the intraday variability of quasar 0917+624 due to interstellar scintillation. *Astrophys. J.* **550** (2001), L11–L14
- Rizzo, J.R., Martín-Pintado, J., Henkel, C.: Shocked ammonia in the Wolf-Rayet nebula NGC 2359. *Astrophys. J.* **553** (2001), L181–L184
- Rodríguez-Fernández, N.J., Martín-Pintado, J., Fuente, A., de Vicente, P., Wilson, T.L., Hüttemeister, S.: Warm H₂ in the Galactic center region. *Astron. Astrophys.* **365** (2001), 174–185
- Rodríguez-Franco, A., Wilson, T.L., Martín-Pintado, J., Fuente, A.: A high-density thin layer confining the H II region M42: Heinrich Hertz Telescope measurements. *Astrophys. J.* **559** (2001), 985–992
- Ros, E., Guirado, J.C., Marcaide, J.M., Pérez-Torres, M.A., Falco, E.E., Muñoz, J.A., Alberdi, A., Lara, L.: VLBI imaging of the gravitational lenses B1422+231 and MG J0414+0534. In: Zamarone, J. et al. (eds.): *Highlights of Spanish Astrophysics II*. Kluwer, Dordrecht (2001), 49–52
- Ros, E., Lobanov, A.P.: Opacity in the jet of 3C 309.1. In: Behrend, D., Rius, A. (eds.): *European VLBI for Geodesy and Astrometry*. Proc. 15th Working Meeting. Inst. d'Estudis Espacials de Catalunya, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona (2001), 208–215
- Ros, E., Marcaide, J.M., Guirado, J.C., Pérez-Torres, M.A.: Absolute kinematics of radio source components in the complete S5 polar cap sample. I. First and second epoch maps at 8.4 GHz. *Astron. Astrophys.* **376** (2001), 1090–1105
- Roy, A.L., Wrobel, J.M., Wilson, A.S., Ulvestad, J.S., Norris, R.P., Mundell, C.G., Krichbaum, T.P., Falcke, H., Colbert, E.J.M.: Parsec-scale jets and tori in Seyfert galaxies. In: Schilizzi, R., Vogel, S., Parasce, F., Elvis, M. (eds.): *Galaxies and their Constituents at the Highest Angular Resolutions*. IAU Symp. **205** (2001), 70–71
- Ruf, K.: Radioastronomische Grenzempfindlichkeit und ITU-R Interferenzlimits. *Kleinheubacher Ber.* **44** (2001), 453–457
- Ruf, K.: World radio conference WRC-2000. In: Cohen, R.J., Sullivan, W.T. (eds.): *Preserving the Astronomical Sky*. IAU Symp. **196** (2001), 229–235
- Sarnowski, M., Vaupel, T., Hansen, V., Kreysa, E., Gemuend, H.P.: Characterization of diffraction anomalies in 2-D photonic bandgap structures. In: *Microwave Theory and Techniques*. IEEE Trans. **49** (2001), 1868–1872
- Schilizzi, R.T., Tian, W.W., Conway, J.E., Nan, R., Miley, G.K., Barthel, P.D., Normandeau, M., Dallacasa, D., Gurvits, L.I.: VLBI, MERLIN and HST observations of the giant radio galaxy 3C 236. *Astron. Astrophys.* **368** (2001), 398–407

- Schilke, P., Benford, D.J., Hunter, T.R., Lis, D.C., Phillips, T.G.: A line survey of Orion-KL from 607 to 725 GHz. *Astrophys. J. Suppl.* **132** (2001), 281–364
- Schilke, P., Pineau des Forêts, G., Walmsley, C.M., Martín-Pintado, J.: Observations of SiO towards photon dominated regions. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), 291–301
- Schulz, A., Güsten, R., Köster, B., Krause, D.: The nucleus of the nearby galaxy IC 342. *Astron. Astrophys.* **371** (2001), 25–36
- Siebenmorgen, R., Krügel, E., Laureijs, R.J.: The infrared continuum radiation of NGC 1808. A PAH and polarisation study. *Astron. Astrophys.* **377** (2001), 735–744
- Sina, R., Biermann, P.L., Seo, E.S.: On the description of the turbulent diffusion model. In: Kampert, K.-H., et al. (eds.): *Int. Cosmic Ray Conference*. Copernicus Ges., Katlenburg-Lindau (2001), 1916–1919
- Slee, O.B., Roy, A.L., Murgia, M., Andernach, H., Ehle, M.: Four extreme relic radio sources in clusters of galaxies. *Astron. J.* **122** (2001), 1172–1193
- Soida, M., Urbanik, M., Beck, R., Wielebinski, R., Balkowski, C.: Unusual magnetic fields in the interacting spiral NGC 3627. *Astron. Astrophys.* **378** (2001), 40–50
- Stepanov, A.V., Kliem, B., Zaitsev, V.V., Fürst, E., Jessner, A., Krüger, A., Hildebrandt, J., Schmitt, J.H.M.M.: Microwave plasma emission of a flare on AD Leo. *Astron. Astrophys.* **374** (2001), 1072–1084
- Ter-Antonyan, S.V., Biermann, P.L.: Flux of upward high-energy muons at the multi-component primary energy spectrum. In: Kampert, K.-H., et al. (eds.): *Int. Cosmic Ray Conference*. Copernicus Ges., Katlenburg-Lindau (2001), 1051–1054
- Ter-Antonyan, S.V., Biermann, P.L.: Test of primary model predictions by EAS size spectra. In: Kampert, K.-H., et al. (eds.): *Int. Cosmic Ray Conference*. Copernicus Ges., Katlenburg-Lindau (2001), 253–256
- Testori, J.C., Reich, P., Bava, J.A., Colomb, F.R., Hurrel, E.E., Larrarte, J.J., Reich, W., Sanz, A.J.: A radio continuum survey of the southern sky at 1420 MHz – Observations and data reduction. *Astron. Astrophys.* **368** (2001), 1123–1132
- Tschöke, D., Bomans, D.J., Hensler, G., Junkes, N.: Hot halo gas in the Virgo cluster galaxy NGC 4569. *Astron. Astrophys.* **380** (2001), 40–54
- Uchida, K.I., Fiebig, D., Güsten, R.: Zeeman line splitting measurements sampling dense gas in dark cloud and star-forming cores. *Astron. Astrophys.* **371** (2001), 274–286
- Uyamker, B., Fürst, E., Reich, W., Aschenbach, B., Wielebinski, R.: The Cygnus superbubble revisited. *Astron. Astrophys.* **371** (2001), 675–697
- van Bemmel, I.M., Bertoldi, F.: Millimeter observations of radio-loud active galaxies. *Astron. Astrophys.* **368** (2001), 414–419
- Verdes-Montenegro, L., Yun, M.S., Williams, B.A., Huchtmeier, W.K., Del Olmo, A., Perera, J.: What does H I tell us about Hickson compact groups? In: Hibbard, J.E., Rupen, M., van Gorkom, J.H. (eds.): *Gas and Galaxy Evolution*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **240** (2001), 193–198
- Verdes-Montenegro, L., Yun, M.S., Williams, B.A., Huchtmeier, W.K., Del Olmo, A., Perera, J.: Where is the neutral atomic gas in Hickson groups? *Astron. Astrophys.* **377** (2001), 812–826
- Vollmer, B., Braine, J., Balkowski, C., Cayatte, V., Duschl, W.J.: $^{12}\text{CO}(1-0)$ observations of NGC 4848: a Coma galaxy after stripping. *Astron. Astrophys.* **374** (2001), 824–838
- Vollmer, B., Cayatte, V., Balkowski, C., Duschl, W.J.: RAM pressure stripping and galaxy orbits: The case of the Virgo cluster. *Astrophys. J.* **561** (2001), 708–726
- Vollmer, B., Cayatte, V., van Driel, W., Henning, P.A., Kraan-Korteweg, R.C., Balkowski, C., Woudt, P.A., Duschl, W.J.: H I deficiency in the galaxy cluster ACO 3627. ATCA observations on the great attractor region. *Astron. Astrophys.* **369** (2001), 432–440

- Vollmer, B., Duschl, W.J.: A cloudy model for the circumnuclear disk in the Galactic Centre. *Astron. Astrophys.* **367** (2001), 72–85
- Vollmer, B., Duschl, W.J.: The stability of the circumnuclear disk clouds in the Galactic Centre. *Astron. Astrophys.* **377** (2001), 1016–1022
- Walsh, A.J., Bertoldi, F., Burton, M.G., Nikola, T.: Mid-infrared observations of methanol maser sites and ultracompact H II regions: signposts of high-mass star formation. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **326** (2001), 36–56
- Walsh, W., Thuma, G., Beck, R., Wielebinski, R.: Molecular gas in NGC 6946. In: Funes J.G., Corsini, E.M. (eds.): *Galaxy Disks and Disk Galaxies*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **230** (2001), 387–388
- Wang, Y., Biermann, P.L.: Galaxy evolution, CIB and the upper limit from extragalactic TeV γ ray absorption. In: Zhao, G., Wang, J.J., Qiu, H.M., Börner, G. (eds.): *5th Sino-German Workshop on Astrophysics*. China Sci. Technol. Press, Beijing 2001. SGSC Conf. Ser. **1** (2001), 48–52
- Wang, Y.P., Biermann, P.L.: Gas rich mergers, the strong evolution at IRAS deep survey and the infrared background. *Prog. Astron., Suppl.* **19** (2001), 116–119
- Weigelt, G., Yudin, B.F.: The dust envelope of R Cas. *Astron. Rep.* **45** (2001), 510–516
- Weiß, A., Neininger, N., Henkel, C., Stutzki, J., Klein, U.: First detection of ammonia in M 82. *Astrophys. J.* **554** (2001), L143–L146
- Wex, N.: Pulsar timing – strong gravity clock experiments. In: Lämmerzahl, C. et al. (eds.): *Gyros, Clocks, and Interferometers . . . : Testing Relativistic Gravity in Space*. *Lec. Not. Phys.* **562** (2001), 381–399
- Wielebinski, R.: Magnetic fields in disks of galaxies. In: Funes J.G., Corsini, E.M. (eds.): *Galaxy Disks and Disk Galaxies*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **230** (2001), 165–168
- Wielebinski, R.: Pulsar studies at highest radio frequencies. In: Zhao, G., Wang, J.J., Qiu, H.M., Börner, G. (eds.): *5th Sino-German Workshop on Astrophysics*. China Sci. Technol. Press, Beijing 2001. SGSC Conf. Ser. **1** (2001), 87–94
- Wielebinski, R.: Pulsar studies at highest radio frequencies. *Kleinheubacher Ber.* **44** (2001), 441–444
- Wielebinski, R., Reich, W.: Radio polarization as a method to study the ISM. In: Landecker, T.L. (ed.): *Radio Polarization: a New Probe of the Galaxy*. Natl. Res. Council Canada, Penticton, B.C. (2001), 1–7
- Wiklund, T., Henkel, C.: Molecular gas and dust in NGC 4550. A galaxy with two counter-rotating stellar disks. *Astron. Astrophys.* **375** (2001), 797–804
- Wilson, T.L.: The search for extraterrestrial intelligence. *Nature* **409** (2001), 1110–1114
- Wilson, T.L., Muders, D., Butner, H.M., Gensheimer, P.D., Uchida, K.I., Kramer, C., Tieftrunk, A.R.: Sub-mm science with the Heinrich Hertz Telescope. In: Wootten, A. (ed.): *Science with the Atacama Large Millimeter Array (ALMA)*. Astron. Soc. Pac. Conf. Series **235** (2001), 257–260
- Wilson, T.L., Muders, D., Kramer, C., Henkel, C.: Submillimeter CO line emission from Orion. *Astrophys. J.* **557** (2001), 240–249
- Winn, J.N., Hewitt, J.N., Patnaik, A.R., Schechter, P.L., Schommer, R.A., Lopez, S., Maza, J., Wachter, S.: A nearly symmetric double-image gravitational lens. *Astron. J.* **121** (2001), 1223–1231
- Winters, J.M., Le Bertre, T.: Mass loss characteristics of dust forming long-period variable stars. In: Szczerba, R., Górny, S.K. (eds.): *Post AGB Objects as a Phase of Stellar Evolution*. *Astrophys. Space Sci. Libr.* **265** (2001), 93–100

- Wyrowski, F., Sridharan, T.K., Schilke, P., Menten, K.M.: BIMA observations of early stages of high-mass star formation. In: Wootten, A. (ed.): *Science with the Atacama Large Millimeter Array (ALMA)*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Series* **235** (2001), 183–186
- Xanthopoulos, E., Browne, I.W.A., Wilkinson, P.N., Jackson, N.J., Karidis, A., Porcas, R.W., Patnaik, A.R., Koopmans, L.V.E., Marlow, D.R.: Everything you ever wanted to know about the JVAS gravitational lens system B1030+074 but were afraid to ask. In: Brainerd, T.G., Kochanek, C.S. (eds.): *Gravitational Lensing: Recent Progress and Future Goals*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **237** (2001), 109–110
- Yuan, F.: Luminous hot accretion disks. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **324** (2001), 119–127
- Yudin, B., Balega, Y., Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Schertl, D., Weigelt, G.: Speckle interferometry and radiative transfer modelling of the Wolf-Rayet star WR 118. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), 229–234
- 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. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), L33–L36
- Zier, C., Biermann, P.L.: Binary black holes and tori in AGN. I. Ejection of stars and merging of the binary. *Astron. Astrophys.* **377** (2001), 23–43

7.2 Abstracts

- Attridge, J.M., Wardle, J.F.C., Homan, D.C., Krichbaum, T.P., Greve, A.: A second epoch of 86 GHz CMVA polarimetry observations of the quasars 3C273 and 3C279. *Bull. Am. Astron. Soc.* **33** (2001), 199,98.08
- Baker, A.J., Adelberger, K.L., Bertoldi, F., Dickinson, M.E., Lutz, D., Sanders, D.B., Steidel, C.C.: Long-wavelength observations on Lyman break galaxies. *Bull. Am. Astron. Soc.* **33** (2001), 199,106.06
- Beasley, A.J., Gordon, D.G., Fomalont, E.B., Peck, A., Ma, C., Petrov, L.: The VLBA calibrator survey. *Bull. Am. Astron. Soc.* **33** (2001), 198,05.15
- Beckert, T.: Tangled magnetic fields and turbulence in quasar radio cores. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 83
- Blöcker, T., Driebe, T.: Stellar evolution with rotation: through the AGB towards the stage of white dwarfs. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 184
- Falcke, H., Markoff, S., Fender, R.: X-ray emission from galactic jets: X-ray binaries and Sgr A*. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 8
- Hofmann, K.-H., Blöcker, T., Weigelt, G., Balega, Y.Y.: A multiwavelength study of the AGB star CIT 3: bispectrum speckle interferometry and dust-shell modelling. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 184
- Ikhsanov, N.R.: Propeller vs. accretor state of low luminous accreting neutron stars. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 84
- Ikhsanov, N.R., Beskrovnaya, N.G.: Evidence for the spin-powered pulsar-like white dwarf in AE Aquarii. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 186
- Ikhsanov, N.R., Beskrovnaya, N.G., Larionov, V.M.: Accretion flow geometry during fares in A0535+26. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 166
- Kawamura, J., Hunter, T.R., Tong, C.-Y.E., Blundell, R., Papa, D.C., Patt, F., Peters, W., Wilson, T., Henkel, C., Goltsman, G., Gershenson, E.: Ground-based Terahertz CO spectroscopy towards Orion. *Bull. Am. Astron. Soc.* **33** (2001), 198,59.18
- Koeding, E., Falcke, H., Markoff, S., Fender, R.: Population X – are the super-Eddington sources just beamed jets? In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 223

- Lubowich, D.A., Pasachoff, J.M., Millar, T.J., Roberts, H., Brammer, G.B., Henkel, C.: The chemical composition at the edge of the Galaxy. *Bull. Am. Astron. Soc.* **33** (2001), 199,58.04
- Preibisch, T., Schertl, D., Weigelt, G., Balega, Y.Y., Smith, M.D.: High-resolution near-infrared study of the deeply embedded young stellar object S140 IRS 3. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 146
- Preibisch, T., Zinnecker, H.: Coronal activity in the very young stellar cluster IC 348 as seen by Chandra. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 81
- Pugliese, G., Falcke, H., Biermann, P.L., Wang, Y.: A jet model for gamma ray bursts: cosmological implications. *Bull. Am. Astron. Soc.* **33** (2001), 199,12.02
- Taylor, G.B., Peck, A.B., Smith, H.: A view from the edge: the disk and bidirectional jets of the compact symmetric object 1946+708. *Bull. Am. Astron. Soc.* **33** (2001), 199,98.15
- Vollmer, B.: Turbulent viscosity in clumpy accretion disks - application to galactic disks. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 86
- Weigelt, G., Preibisch, T., Schertl, D., Balega, Y.Y., Smith, M.D.: Bispectrum speckle interferometry of the massive protostellar object S140 IRS 1: evidence for multiple outflows. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 145
- Winters, J.M., Blöcker, T.: On the fading of mass-loss beyond the AGB. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 183
- Winters, J.M., Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: Confronting the evolving clumpy shell structure of IRC+10216 with time dependent dust shell models. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 183

7.3 Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen

- Beck, R.: Magnetfelder in Spiralgalaxien. *Astron. Raumfahrt* **38** Nr. 3 (2001), 12–15
- Falcke, H.: Wie man das Schwarze Loch im Milchstraßenzentrum sichtbar macht. *Sterne Weltraum* **40** (2001), 12–13
- Junkes, N.: Heißes Ammoniak in der Starburstgalaxie Maffei 2. *Sterne Weltraum* **40** (2001), 324–325
- Junkes, N.: Radioaugen mustern Magnetfelder im Weltall. *Max-Planck-Forschung* Nr. 4 (2001), 32–35

Norbert Junkes

