

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 Millimeterwellen-Radioastronomie (MRT) auf dem Pico Veleta (bei Granada, Spanien) ging noch im selben Jahr über an das Institut für Radioastronomie im Millimeterwellenbereich (IRAM), Grenoble. Am 18.09.1993 erfolgte die Einweihung des für den submm-Bereich vorgesehenen 10-m-Heinrich-Hertz-Teleskops (HHT) auf dem Mt. Graham (Arizona/USA), welches gemeinsam mit dem Steward Observatorium der Universität von Arizona betrieben wird (SMTO, SubMillimeter Telescope Observatory). Das Institut ist Mitglied des Europäischen VLBI-Netzwerks (EVN).

Zur Untersuchung der Radiostrahlung bis zu Wellenlängen weit unter 1 mm ist in der chilenischen Atacama-Wüste in einer Höhe von 5000 m über dem Meeresspiegel ein neues Radioteleskop errichtet worden: APEX, das Atacama Pathfinder Experiment. Am 02.07.2001 wurde der Vertrag zum Bau der Antenne unterschrieben. Das 12-m-APEX-Teleskop wurde auf dem Llano de Chajnantor aufgebaut, und erste Tests wurden durchgeführt. Die Inbetriebnahme wird Anfang 2004 erfolgen, und ab Herbst 2004 ist mit der Aufnahme des regulären Beobachtungsbetriebs zu rechnen.

Im April 2002 wurde die "International Max Planck Research School for Radio and Infrared Astronomy at the University of Bonn" (IMPRS) in Zusammenarbeit mit den Astronomischen Instituten der Univ. Bonn eröffnet. Am Ende des Berichtsjahres waren 30 Doktoranden Mitglieder der IMPRS; vier Promotionen wurden abgeschlossen.

1 Personal

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. W. Alef, Dr. R. Beck, Dr. T. Beckert (seit 15.03.), Dipl.-Phys. U. Beckmann (Abteilungsleiter Infrarot-Interferometrie), Dipl.-Phys. J. Behrend, Dr. A. Belloche (seit 01.09.), Dr. F. Bertoldi, Dr. H. Beuther (bis 31.03.), Prof. Dr. P.L. Biermann, Dr. S. Britzen (seit 01.11.), Dipl.-Ing. I. Camara (seit 05.08.), Dr. S. Casanova (bis 10.09.), Dipl.-Ing. M. Ciechanowicz (seit 27.05.), Dr. T. Driebe, Dr. M. Dumke, Priv.-Doz. Dr. H. Falcke

(beurlaubt zu ASTRON, Niederlande), Dipl.-Phys. A. Freihold, Prof. Dr. E. Fürst (Abteilungsleiter Station Effelsberg), Dr. H.-P. Gemünd, Dipl.-Ing. S. Gong, Dr. M. Gotzens (bis 31.03.), Dr. D.A. Graham, Dr. J. Gromke (seit 01.12.), Dr. R. Güsten (Abteilungsleiter mm/submm-Technologie), Dr. H. Hafok, Dr. Y. Hagiwara, Dr. J. Hatchell, Dr. C. Henkel, Dr. S. Heyminck, Dr. K.-H. Hofmann, Priv.-Doz. Dr. W.K. Huchtmeier, Dr. A. Jessner, Dr. N. Junkes, Dr. R. Keller, Dipl.-Ing. B. Klein, Dr. T. Klein, Dr. A. Kraus, Dr. M. Krause, Dr. E. Kreysa, Dr. T. Krichbaum, Priv.-Doz. Dr. E. Krügel, Dipl.-Phys. E. Lahr-Nilles, Dr. A. Lobanov, Dr. O. Löhmer (bis 30.11.), 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. S. Philipp, Dr. R. Porcas, Dr. T. Preibisch, Dr. P. Reich, Dr. W. Reich, Dr. E. Ros Ibarra, Dr. A. Roy, Dr. K. Ruf-Ursprung (bis 31.05.), Dipl.-Phys. F. Schäfer, Dr. D. Schertl, Dr. P. Schilke, Dr. J. Schmidt, Dipl.-Phys. J. Schraml, Dr. R. Schwartz (bis 30.06. Abteilungsleiter Wissenschaftliche und Allgemeine Verwaltung; seit 01.08. Forschungskordinator), Dr. W.A. Sherwood, Dr. T. Stanke, Dipl.-Math. F. Uhlig, Dr. B. Uyaner (seit 01.07.), Dr. F. van der Tak, Dr. P. van der Wal (seit 01.02.), Dr. B. Vollmer (bis 31.07.), Prof. Dr. G. Weigelt (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. R. Wielebinski (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Dr. T.L. Wilson, Dr. A. Witzel, Dr. F. Wyrowski, Dr. J.A. Zensus (Mitglied des Direktoren-Kollegiums; Geschäftsführender Direktor).

Stipendiaten und Gäste:

Dr. I. Agudo Rodríguez (seit 01.07.), Dr. T. Arshakian, Dr. W.J. Altenhoff, I. Balega (20.10. bis 13.12.), Dr. W. Batrla (seit 01.09.), Dr. T. Beckert (bis 14.03.), Dr. E.M. Berkhuijsen, M.Z. Chen (bis 20.12.), Dr. C.-C. Chiong (seit 11.12.), Dr. G. Cimò (01.02. bis 30.06.), Dr. C. Comito (seit 01.05.), A. Curutiu (seit 01.10.), Prof. Dr. W. Duschl, Dr. A. Fletscher, S. Ghosh (seit 21.09.), Prof. Dr. Gopal Krishna (seit 09.10.), Dr. V. Grinin (16.04. bis 25.05.), Dr. J. Han (seit 15.12.), Dr. J. Harnett (20.01. bis 19.03.), Dr. N. Ikhsanov (bis 31.07.), M. Kaufman, Dr. J. Klare (seit 01.06.), Dr. R. Lachaume (seit 01.08.), Dr. R. Lemke, Dr. O. Maron (bis 28.02.), Dr. M. Massi, Dr. A. Maximov (20.10. bis 29.11.), Dr. A. Meli (seit 10.08.), A. Menshchikov (bis 02.08.), Dr. D. Mitra, Dr. M. Mikulics (seit 01.11.), Dr. S. Moiseenko (21.09. bis 06.11.), Dr. F. Munyaneza, Dr. A. Niedzielski (30.06. bis 02.08.), A. Nigl (01.05. bis 30.11.), Dr. A. Odegard (bis 31.07.), Dr. K. Ohnaka, Dr. A. Polatidis, Dr. E. Polehampton, Dr. C. Saxton (seit 20.01.), Prof. Dr. J. Schmid-Burgk, Prof. Dr. J. Seiradakis (01.03. bis 30.06.), Dr. D. Shakhovskoy (03.02. bis 15.03.), Dr. G. Siringo (seit 16.05.), Dr. K. Smith, Dr. F. Schuller, Dr. B.W. Sohn (seit 01.05.), Dr. X. Sun (21.07. bis 20.10.), Dr. J. Testori (29.08. bis 19.12.), Dr. P. van der Wal (bis 31.01.), Dr. K. Weis (bis 28.02.), Prof. Dr. A. Wolszczan (16.05. bis 15.08.), Dr. A. Yar.

Doktoranden:

E. Angelakis (seit 08.09.), U. Bach, C. Böttner (seit 01.03.), M. Bradac, A. Brunthaler, C. Brüns, C.-C. Chiong (bis 10.12.), G. Cimò (bis 31.01.), A. E. Colin (seit 15.01.), C. Comito (bis 30.04.), J. Forbrich (seit 08.09.), S. Friedrich (seit 01.09.), L. Fuhrmann, K. E. Gabányi (seit 09.06.), A. Horneffer, T. Huege, V. Impellizzeri (seit 01.09.), T. Kellmann, M. Kadler, J. Kauffmann (seit 16.02.), H. Kim (seit 01.12.), J. Klare (bis 31.05.), E. Körding, L. La Porta (seit 01.04.), S.-S. Lee (seit 15.12.), S. Leurini, I. C. Maris (bis 30.09.), A. Medici (bis 31.08.), E. Middelberg, R. Mittal (seit 29.01.), O. Nenestyan (bis 30.09.), A. Pagels (seit 01.02.), T. Pillai, A. Raccanelli (bis 06.05.), L. Reuen (bis 30.04.), E. Ripoll, F. Siebe, G. Siringo (bis 15.05.), B.W. Sohn (bis 30.04.), R. M. Ulrich (seit 10.08.), H. Voß, M. Wang (seit 07.01.), M. Wolleben.

Diplomanden:

L.-S. Ancu (seit 01.10.), M. Berger, S.-M. Chita (seit 01.10.), C.-E. Condeescu (seit 01.10.), V. Curtev (seit 13.10.), A. Curutiu (bis 30.09.), I. Dutan (seit 01.10.), M. Eberhard (seit 01.02.), S. Friedrich (bis 31.08.), V. Impellizzeri (bis 31.08.), C. Karow (seit 01.02.), J.

Kauffmann (bis 15.02.), I. Maris, O. Nenestyan (seit 01.10.), A. Odegard, D. Riechers, O. Tascau (bis 30.09.), D. Trompeter (bis 31.08.), V. Tudose, C. Woodruff (bis 30.11.).

2 Instrumente und Rechenanlagen

2.1 100-m-Radioteleskop Effelsberg

Beobachtungen

Die Nachfrage nach Beobachtungszeit mit dem 100-m-Radioteleskop war sehr hoch; es konnte seiner Rolle als internationales Spitzeninstrument der Radioastronomie wiederum gerecht werden. Dabei wurde das Teleskop über einen Wellenlängenbereich von 3,5 mm bis zu 21 cm sehr flexibel betrieben. Ein Schwerpunkt des wissenschaftlichen Interesses, der die Leistungsfähigkeit des Radioteleskops herausfordert, zeigt sich nach wie vor in den kurzwelligen Beobachtungen: Es wurden 23 % der gesamten Messzeit für Beobachtungen bei 1,3 cm oder kürzer genutzt. Auf die verschiedenen Beobachtungsarten verteilte sich die Messzeit wie folgt: Spektroskopie 40 %, VLBI 17 %, Kontinuum 30 %, Pulsare 13 %.

Die Beobachtungszeit wurde in 140 Projekten mit Beobachtern aus 18 Ländern wahrgenommen, wobei 14 % auf Arbeiten von Doktoranden und Postdocs am Institut und 23 % auf Wissenschaftler von auswärtigen deutschen Instituten entfielen. Ausländische Astronomen waren mit rund 45 % der Beobachtungszeit bei Untersuchungen mit dem 100-m-Radioteleskop beteiligt.

Technische Arbeiten

Am 20. Januar wurde in der 1996 installierten Laufschiene des 100-m-Radioteleskops ein Riß entdeckt. Das Überfahren der Rißstelle wurde sofort eingestellt, Beobachtungen waren nur in einem eingeschränkten Azimutbereich möglich. Der Riß trat in einer Übergangsstelle zwischen unterschiedlich dicken Schienenstücken auf. Ursache waren möglicherweise Spannungen infolge großer Temperaturunterschiede (von -20° auf über 0° innerhalb von 24 Stunden). Der Riß wurde bereits im Februar durch Mitarbeiter der Firma EMC (Hamm) geschweißt, die Schiene wie 1996 mit Pagelzement vergossen. Trotz der am 100-m-Radioteleskop beobachteten Schwierigkeiten scheint eine voll verschweißte Laufschiene den günstigsten Kompromiss darzustellen.

Neben den üblichen Korrosionsschutzmaßnahmen nahmen vorbereitende Arbeiten zur Installation eines neuen Kabeltwists zur Fokuskabine einen großen Umfang ein. Der neue Kabeltwist ist u.a. zur Bedienung des im Bau befindlichen 7-Horn-Empfängers bei 21 cm Wellenlänge erforderlich. Zu den vorbereitenden Maßnahmen gehörte die Dachsanierung des A-Turm-Labors im Teleskop und die Einbringung einer neuen Energiekette zur Aufnahme von Versorgungskabeln.

Die Justierung der Paneele im äußeren Bereich des Hauptspiegels wurde fortgesetzt. Eine erneute holographische Vermessung im Sommer diente zur Erstellung einer neuen Justagetabelle. Die Justierarbeiten konnten wegen anderer Arbeiten jedoch im Jahr 2003 nicht abgeschlossen werden.

Die elektrische Verkabelung der neuen Azimutgetriebe wurde abgeschlossen. In Zusammenarbeit mit der Firma Hansen wurden Verbesserungen bei der Ölaufschäumung erreicht. Die Wartung der Motoren für die Azimut- und Elevationsbewegung wurde abgeschlossen.

Die Arbeiten an der Installation von LWL (Lichtwellenleiter) und ProfiBus im Teleskop wurden fortgeführt. LWL-Kabel wurden vom Drehlabor im Teleskop bis zum Rechnerraum des Hauptgebäudes verlegt.

Mit der Firma Alstom wurde begonnen, die bestehende analoge Regelung der Hauptachsen-Antriebssteuerung durch eine digitale Regelung zu ersetzen. Diese Maßnahme ist erforderlich, da die Ersatzteilbeschaffung für das alte System zunehmend schwierig wird. Die Umstellung soll 2004 abgeschlossen werden. Im Hinblick auf den Faraday-Raum wurden Vorarbeiten zur Erweiterung der Niederspannungsversorgung durchgeführt.

Die Arbeiten an dem zentralen Signalschrank im Steuerraum zum Anschluß aller prozessrelevanten Signale vom und zum Teleskop und anderen Geräten wurden weitergeführt. Der ProfiBus wurde mit der S7/300 in Betrieb genommen und steuert bereits über die VME-PowerPc Prozessoren die Frontend-Geräte. Alle Arbeiten berücksichtigen die spätere Anbindung an den Faraday-Raum, der 2004/2005 realisiert werden soll.

Im Zusammenhang mit der Umstellung von Windows-, VAX- und UNIX-Systemen auf Linux wurde die Archivierung der Messdaten und der Zugriff für die Beobachter auf Linuxrechner eingerichtet. Bei der Konzeption für das neue Datenformat für die Effelsberger Messdaten wurde das APEX/ALMA-Konzept (MBFITS) übernommen. Entsprechende Änderungen wurden auch an der Auswertesoftware TOOLBOX vorgenommen. Die Arbeiten auf der VME/VxWorks-Ebene konzentrierten sich auf Erweiterungen im Frontend-Bereich.

Es wurde eine Zusammenarbeit mit dem Institut für "Realtime Computer Systems" der TU München begonnen. Die Zusammenarbeit erstreckt sich auf Linux-Mehrprozessor-Systeme, die auf einem Prozessor ein Standard-Linux-System benutzen und auf einem anderen ein echtzeitfähiges Linux-System auf der Basis von RTAI (Real Time Application Interface) bedienen. Ein solches Doppelprozessorsystem wurde von Mitarbeitern des Münchner Instituts aufbereitet und installiert und wird gegenwärtig am MPIfR getestet.

Für VLBI-Beobachtungen (Very Long Baseline Interferometry) wurde das Mark 4-Terminal mit einem Mark 5-Aufzeichnungssystem ausgestattet. Hierbei handelt es sich um einen Linux-PC, der mit spezieller zusätzlicher Hardware ausgestattet wurde. Damit ist es möglich, die VLBI-Daten - anstelle auf Magnetbänder - auf eine Anordnung handelsüblicher Festplatten zu schreiben. Dieses System wird seit November ausschließlich für die Aufzeichnung der Mark 4 VLBI-Daten genutzt.

2.2 Heinrich-Hertz-Teleskop (HHT)

Am Heinrich-Hertz-Teleskop, das gemeinsam mit dem Steward-Observatorium der Universität von Arizona auf dem Mt. Graham betrieben wird, standen den Mitarbeitern des Instituts wie im Vorjahr 6 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. Mehrere AOS (Akusto-Optische Spektrometer), Filterbänke sowie ein CHIRP-Transform-Spektrometer (entwickelt am MPI für Aeronomie) standen als Backends zur Verfügung.

Das im Herbst 2002 installierte neue Kontrollrechner-System erlaubt die Organisation und Durchführung von Beobachtungen von Bonn aus. Dieses "Remote Observing" wurde im Jahr 2003 getestet und für die Beobachtung mehrerer externer Galaxien in verschiedenen CO-Übergängen angewandt.

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 für astronomische Beobachtungen und die Erstellung von Radiokarten genutzt.

2.3 Elektronik-Abteilung

In der Empfängertechnik wurde am 7-Horn-Empfänger für 9 mm Wellenlänge weitergebaut. Neben den MMIC-Verstärkern erstrecken sich Neuentwicklungen auf Phasendiskriminatoren, 180°-Phasenschalter, Hybride usw. bei 32 GHz. Gleichzeitig wird eine hohe Integrationsrate angestrebt, da das System als Prototyp für ein eventuell zu bauendes 91-Horn-System für den Sekundärfokus des 100-m-Radioteleskops angesehen werden muss.

Daraus ergeben sich Beschränkungen für die Größe der Bauteile. Dies erfordert auch Neuentwicklungen im Bereich der Kryotechnik, da es schwierig werden wird, ein System mit 182 Kanälen und 364 gekühlten Frontend-Verstärkern auf 20 K zu halten und auch gelegentlich zu warten. Dieser Empfänger stellt die erste Entwicklung eines Geradeausempfängers im MPIfR dar.

Es wurden weitere Empfängerprojekte begonnen: ein neuer Empfänger für 11 cm und ein 6 cm-Empfänger für die Partnergruppe in China, welche beide Mitte 2004 fertiggestellt werden sollen. Verschiedene alte Empfänger im Primär- (PFK) und Sekundärfokus (SFK) wurden überholt und auf den aktuellen Stand der Technik gebracht, wie z.B. 5 cm (PFK), 2 cm (SFK), 1,3 cm (SFK).

Die ESA ist an Messungen und der Kartographierung von Weltraumschrott (Space Debris) bei 1,33 GHz interessiert. Da ein neuer Empfänger für den Bereich 1,25–1,7 GHz (21 cm Wellenlänge) im Interesse des MPIfR liegt, wird ein 7-Horn-System bei dieser Wellenlänge für den Primärfokus des 100-m-Teleskops im HF-Labor gebaut, wobei alle Sachmittelkosten von der ESA getragen werden.

Durch eine Kooperation mit der FGAN (Forschungsgesellschaft für Angewandte Naturwissenschaften) und mit Geldern von der ESOC (ESA) wird für diesen Empfänger am MPIfR auch ein passendes digitales Backend entwickelt. Das Gerät wird durch den Einsatz von re-programmierbaren hochkomplexen FPGA-Bausteinen (Field Programmable Gate Array) sowohl die Anforderungen der FGAN/ESOC (Untersuchungen von Weltraumschrott) wie auch die der Radioastronomen (Spektroskopie, Störsignal- (RFI = Radio Frequency Interference) Unterdrückung, Pulsare) erfüllen. Nach der Fertigstellung kann das System die Signale von 2×7 Empfängern mit ~ 50 MHz Bandbreite in 1024 bzw. 4096 Spektralkanäle aufteilen und hierbei Störsignale ausfiltern. Weil die Art der dabei eingesetzten Signalverarbeitung in der Radioastronomie neu ist, dient das Backend auch gleichzeitig zur Evaluierung der neuen Technik für zukünftige Systeme mit GHz-Bandbreiten.

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

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

Für den zukünftigen Betrieb mit APEX wurde am Breitband-Korrelator “MACS” (MPI Array Correlator System) die unflexible Signalverarbeitungseinheit auf Basis von Digitalen Signalprozessoren, erfolgreich durch einen schnellen Linux-PC ersetzt. Nach weiteren Umbaumaßnahmen, die für das erste Halbjahr 2004 geplant sind, wird das Spektrometer über 32 Empfängereingänge mit 1 GHz Bandbreite und jeweils 1024 Kanäle verfügen und durch die Integration in die APEX-Kontroll-Software vollständig *remote* bedienbar sein. Im Zuge dieser Modifikationen wird auch das Kühlkonzept des Korrelators auf einen Betrieb in 5000 Meter Höhe angepaßt.

Die im letzten Jahr begonnene Entwicklung von neuen Empfänger-Steereinheiten für das 100-Meter Radioteleskop wurde mit einem Prototypen abgeschlossen, der zur Zeit in Effelsberg getestet wird. Nach der Testphase werden 10 weitere Einheiten produziert, die dann die anfälligen alten Steuergeräte ersetzen und so zu einem zuverlässigeren Betrieb des Teleskops beitragen werden.

2.4 Submillimeter-Technologie

Heterodyn-Gruppe

CHAMP, das 16-elementige Heterodyn-Array des MPIfR, wurde im Juni des letzten Jahres ein letztes Mal am Caltech Submm Observatory (Mauna Kea) zur Untersuchung des

angeregten warmen CO(4–3) und/oder des atomaren neutralen Kohlenstoffs [C I] eingesetzt. Das Instrument ist nunmehr zurück in den Labors des MPIfR zur Aufrüstung für den Einsatz am APEX. In Zusammenarbeit mit SRON und JPL wird ein 2-Farben-Array entwickelt, mit je 7 Pixeln in den atmosphärischen Fenstern bei 650 und 850 GHz. Die Verschiffung zum APEX ist für Februar 2005 geplant. Für den zeitigen Ersteinsatz am APEX (Frühling 2004) wird parallel - als PI-Instrument - ein 2-Kanal Heterodyn-Empfänger für das 470 und 850 GHz Band aufgebaut.

Die Arbeiten zum Aufbau des Heterodyn-Empfängers für hochauflösende Spektroskopie (GREAT) auf der Flugzeugplattform SOFIA schreiten zügig voran (mit der Univ. Köln, dem MPI für Aeronomie und der DLR WP), die Freigabe und Zertifizierung kritischer Arbeitspakete durch die amerikanische Luftfahrtbehörde FAA (USA) erfolgt. Der Empfänger wird rechtzeitig für die ersten wissenschaftlichen Flüge von SOFIA bereitstehen. In seiner first-light Konfiguration wird das Instrument Beobachtungen in zwei ausgewählten Frequenzbändern ermöglichen, abgezielt auf die Feinstrukturlinie des ionisierten Kohlenstoffs bei 1,9 THz sowie den Übergang des HD-Moleküls bei 2,7 THz. Im Rahmen der begleitenden Technologie-Entwicklungen für GREAT wurden viel versprechende Erfolge mit kryogenisch betriebenen Photomischer auf LTGaAs Basis (mit der KfA Jülich und der Univ. Köln) erzielt.

Die Arbeiten zur Entwicklung der Lokaloszillatoren (L.O.) für HIFI (das Heterodyn-Instrument an Bord des Herschel Space Observatory) verlaufen weiterhin sehr erfolgreich. Das Demonstration Modell wurde im Juni 2003 an das PI-Institut (SRON) geliefert, das Qualifikations-Modell wird derzeit aufgebaut.

Bolometer-Gruppe

Die Bolometerarrays MAMBO und MAMBO-2 (MAx-Planck MIllimeter BOlometer) waren auch im Jahre 2003 am IRAM 30-m-Teleskop im atmosphärischen Fenster bei 1 mm Wellenlänge in fast kontinuierlichem Einsatz. Beide Arrays wurden wieder von vielen Gastbeobachtern erfolgreich genutzt.

Das am 30-m-Teleskop eingesetzte und von uns entwickelte Bolometer-Backend ABBA, auf der Basis von Analog-Digital Konvertern, ist der Prototyp für ein Backend, das zur Zeit zusammen mit dem Astronomischen Institut der Universität Bochum (AIRUB) für APEX entwickelt wird.

Bis zur endgültigen Schliessung des SEST (Swedish European Submm Telescope) im Sommer 2003, wurde das mit der Univ. Bochum (AIRUB), dem Onsala Space Observatory (OSO) und der Europäischen Südsternwarte (ESO) entwickelte Bolometerarray SIMBA dort genutzt. In technischer Hinsicht wurde durch SIMBA die Entwicklung einer neuen Kartierungs-Strategie (“fast scanning”) forciert, die auch für andere Teleskope nützlich sein wird. Eine Dissertation über die Messung des Sunyaev-Zel’dovich-Effekts mit dem HUMBA-Array am 30-m-Teleskop wurde erfolgreich zu Ende geführt.

Eine weitere Dissertation bezüglich der Entwicklung eines Array-Polarimeters wurde mit Messungen am HHT sehr erfolgreich abgeschlossen. Das Polarimeter basiert auf einer abstimmbaren, reflektierenden Verzögerungsplatte großen Durchmessers, die im Prinzip vor jedem Array betrieben werden kann. Während der Messung rotiert die Verzögerungsplatte kontinuierlich auf einem Luftlager und moduliert das polarisierte Signal mit der vierfachen Frequenz der Rotation. Der bewegliche Subreflektor (“chopping secondary”) wird dabei nicht bewegt und es gibt somit auch keine Probleme mit Artefakten aus der Restaurierung von Doppelbeam-Daten. Auf Grund der guten Ergebnisse des neuen Verfahrens soll APEX gleich in der Anfangsphase eine Polarisationsoption bekommen.

Unsere Entwicklung supraleitender Bolometer mit SQUID-(Superconducting Quantum Interference Device) Auslesung wurde mit Unterstützung durch die Verbundforschung beschleunigt fortgesetzt. In Kooperation mit dem Institut für Physikalische Hochtechnologie (IPHT) in Jena, dem AIRUB und dem MPIfR wurden mehrere Demonstrations-Arrays aus sieben supraleitenden Bolometern fertiggestellt und im Labor untersucht. Mit einem dieser

Arrays wurde ein Test am IRAM 30-m-Teleskop durchgeführt. Wegen schlechten Wetters konnten zwar keine astronomischen Daten gewonnen werden, aber es wurde bewiesen, dass die SQUIDs des IPHT in der magnetischen Umgebung einer Empfängerkabine problemlos betrieben werden können.

Die Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. V. Hansen (Universität Wuppertal) wurde fortgesetzt, mit dem Ziel, durch eine signifikante Erhöhung der Anzahl der Schichten die Steilheit der Filter zu verbessern.

Die Entwicklung eines Arrays mit 295 Bolometern bei 0,87 mm Wellenlänge (LABOCA) für APEX wurde fortgesetzt. Diese erste Version von LABOCA wird noch in bewährter Halbleitertechnologie aufgebaut, um sicherzustellen, dass ein grosses Array schon in der Anfangsphase von APEX zur Verfügung steht. Horn-Array und Bolometer-Wafer wurden fertiggestellt. Wegen der schwierigen und teuren Versorgung mit flüssigem Helium am Standort von APEX wird LABOCA mit einem zweistufigen Pulsröhrenkühler in Kombination mit einer weiteren Tiefkühlstufe (< 300 mK) betrieben werden. Wir haben erste positive Erfahrungen mit einem Pulsröhrenkühler der Firma TransMIT im Labor gemacht. Es wurden 45 K beziehungsweise 2,4 K auf der ersten und zweiten Stufe erreicht. Das Vibrationsniveau ist sehr gering, allerdings schwankt die Temperatur im Takt der Pulse. Ob dies ein ernsthaftes Problem ist, wird man erst nach Einbau des zusätzlichen $^4\text{He}/^3\text{He}$ Sorptionskühlers sehen.

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. Deshalb wird seit mehreren Jahren die Entwicklung von optimierten Elektroniken für den Betrieb verschiedener Kameras (Speckle-Masking, Long Baseline-Interferometrie, Dispersed Fringe-Spektrografen) für den infraroten Spektralbereich betrieben. Diese Kamerasysteme sind für den Einsatz an verschiedenen Teleskopen besonders kompakt und leicht aufgebaut.

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

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

In diesem Jahr wurde die Integration des AMBER (Astronomical Multi BEam Recombiner) Instruments in Grenoble, Frankreich, abgeschlossen. AMBER ist der Nah-Infrarot-Detektor des ESO-VLT Interferometers und ermöglicht die Rekonstruktion von echten Bildern mit Hilfe der Phase-Closure-Technik. Das Instrument wurde von einem internationalen Konsortium entwickelt (außer dem MPIfR sind Institute der Universitäten in Nizza, Grenoble und Florenz beteiligt). Der MPIfR-Beitrag ist das Kamera-Subsystem, das vom Infrarot-Detektor (HAWAII-1) bis einschliesslich der Datenaufzeichnung vollständig im Institut

entwickelt und gebaut wurde. Das Instrument wurde inzwischen zum Cerro Paranal nach Chile transportiert, wo es als VLTI-Facility-Instrument von der ESO betrieben wird.

Unsere Arbeitsgruppe ist seit 2003 für die Entwicklung und dem Bau des Fringe-Tracker-Detektors für LINC-NIRVANA verantwortlich, ein LBT-Instrument für die Nah-Infrarot-Interferometrie. Das Instrument wird in Zusammenarbeit mit dem federführenden MPI für Astronomie, dem I. Physikalischen Institut der Universität Köln und dem Arcetri-Observatorium realisiert. Mit dem Preliminary Design Review im April 2003 begann detaillierte Entwicklungsarbeit an den einzelnen Teilsystemen. Eine multi-konjugierte adaptive Optik korrigiert die Strahlen der zwei 8,4 m großen Hauptspiegel des LBT. Die nachfolgende Beam-Combiner-Optik ist als Fizeau-Interferometer aufgebaut. Diese Konfiguration liefert innerhalb eines Gesichtsfeldes von etwa 11 Bogensekunden beugungsbegrenzte Bilder, die der Auflösung eines 23 m-Teleskops entsprechen.

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

2.6 Mark IV VLBI-Korrelator

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

Ein mit Unterstützung des MPIfRs entwickeltes Magnetplatten-Aufzeichnungssystem wurde Anfang 2003 eingeführt und wird zur Zeit parallel zu den alten Spezialbandmaschinen benutzt. Das neue System ist zuverlässiger als die bisherige Aufzeichnung auf Magnetbänder, und es erhöht den Durchsatz des Korrelators signifikant. Die maximale Datenrate bei der Wiedergabe von 1024 Mbit/s ist um einen Faktor vier größer als bisher.

In 2003 wurden Beobachtungen bei 1 mm Wellenlänge mit den Radioteleskopen Pico Veleta (Spanien), Plateau de Bure (Frankreich), HHT und Kitt Peak (beide USA) durchgeführt und in Bonn korreliert. Bei dieser Wellenlänge konnte zum ersten Mal ein Interferenzsignal zwischen Teleskopen in Europa und USA nachgewiesen werden. Dies entspricht einer Auflösung von nur 0,03 Millibogensekunden.

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

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 (Chair);
R. Beck: gewähltes Mitglied der CPT-Sektion der MPG; Mitglied im “Square Kilometer Array - International Science Advisory Committee”;
P.L. Biermann: Gremium des Hochleistungsrechenzentrums der FA Jülich; Gremium Kosmische Teilchenphysik (BMBF, Verbundforschung); EUSO Science Group; APPEC: Theory Group und High Energy Group;
T. Driebe: VLTI AMBER Science Team;
H. Falcke: Westerbork Program Committee; Mitglied im “Square Kilometer Array - International Science Advisory Committee”; IAU Working Group on Black Holes (Vorsitz);
E. Fürst: Kommission J (Radioastronomie) des U.R.S.I.-Landesausschusses Deutschland (Vorsitz); CRAF (Committee on Radio Astronomy Frequencies der European Science Foundation);
C. Henkel: IAU Working Group on Astrochemistry;
E. Kreysa: Evaluation der Instrumentenvorschläge für HSO und PLANCK;
A. Lobanov: EVN Program Committee; RadioNet: Science Workshop and Training Working Group; SKA Science Simulation Working Group; VSOP-2 European Focus Group;
K.M. Menten: SMTO: Council; IRAM: Executive Council und Science Advisory Committee; SOFIA: Scientific Advisory Committee; ALMA: European Scientific Advisory Committee (Vorsitz), and Joint American/European Scientific Advisory Committee (Vorsitz); IAU Commission 34: Astrochemistry Working Group; NAIC and NRAO: Visiting Committee; Gutachter der DFG; Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des AIP;
R. Porcas: EVN Program Committee (Scheduling der Beobachtungen); URSI/IAU Global VLBI Working Group;
T. Preibisch: VLTI Science Demonstration Team;
W. Reich: Kommission J (Radioastronomie) des U.R.S.I.-Landesausschusses Deutschland; Programmkomitee Effelsberg;
K. Ruf: CRAF und IUCAF (Scientific Committee on the Allocation of Frequencies for Radio Astronomy and Space Science);
P. Schilke: IRAM Scientific Advisory Committee;
R. Schwartz: MGIO Verwaltungsrat;
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;

4 Wissenschaftliche Arbeiten

4.1 Millimeter- und Submillimeter-Astronomie

Unsere Galaxis: Molekülwolken und Sternentstehung

Die Physik und Chemie der Dunkelwolken und der in ihnen stattfindenden Sternentstehung stand weiterhin im Zentrum unserer galaktischen Forschungen. Im Bereich der Molekularspektroskopie gelangen einige Erstentdeckungen. So konnte in Richtung auf die galaktische Zentrumsquelle SgrB2, erstmals im interstellaren Medium, das SiN-Molekül beobachtet

werden. In der gleichen Quelle wurde das schon 2002 entdeckte erste interstellare eisenhaltige Molekül, FeO, interferometrisch untersucht. Die Existenz beider Moleküle weist auf starke Schocks hin, die Staubkörner zerstören.

Eine weitere Neuentdeckung ist vibrationsangeregtes HNC in dem protoplanetaren Nebel CRL 618: dieses Molekül kommt normalerweise nur in kaltem Gas vor und ist deswegen noch nie im vibrationsangeregten Zustand gesucht worden. Man vermutet, daß sich die HNC-Moleküle in dieser speziellen Quelle erst während der letzten 50 Jahre durch photoninduzierte Chemie des jungen Weissen Zwerges im Zentrum des Nebels gebildet haben. Ferner gelang die erstmalige Beobachtung eines Rotationsübergangs von ^{17}OH im FIR; aus dem Vergleich anderer Isotopomere dieses Moleküls konnten die Isotopenverhältnisse von Sauerstoff auf der Sichtlinie zu Sgr B2 abgeleitet und als im Wesentlichen konsistent mit anderen Radiobeobachtungen gezeigt werden.

Um die Bedeutung von Magnetfeldern bei der Sternentstehung zu quantifizieren, wurden am 100-m-Teleskop in Effelsberg Erstbeobachtungen des Zeemaneffekts in der SO ($1_0 - 0_1$)-Linie bei 30 GHz durchgeführt. In DR21(OH) konnte damit ein Magnetfeld von $2,1 \pm 1,5$ mG detektiert werden; für Orion B ergab sich lediglich eine obere Grenze von $350 \mu\text{G}$.

In Dunkelwolken frieren kurz vor der Sternentstehung fast alle Moleküle auf Stauboberflächen aus, was die Untersuchung von deren Dynamik erheblich erschwert. Es gilt deshalb als wichtiger Durchbruch, daß in einem Dutzend Dunkelwolken eine besonders hohe Häufigkeit des nichtkondensierenden Moleküls H_2D^+ nachgewiesen werden konnte. Mit dem CSO-Teleskop auf Hawaii wurde bei 372 GHz eine seiner Linien gemessen, die bis zu zehnmal stärker ist als in allen bis dahin bekannten Quellen. Dieses Molekül stellt die erste und wahrscheinlich einzige Möglichkeit dar, die Dynamik der frühen Phasen der Sternentstehung direkt zu beobachten.

Wie in den letzten Jahren klar wurde, bilden sich unter den extremen Bedingungen der Phasen vor der Sternentstehung bevorzugt Molekülsorten, in denen Wasserstoff mehrfach durch Deuterium ersetzt ist. Um solche Molekülsorten im All nachweisen zu können, muss ihr Radiospektrum bekannt sein. Deshalb wurde das Spektrum des völlig deuterierten Methanolisotopomers, CD_3OD , im Labor aufgenommen und danach eine Suchkampagne am IRAM-30m-Teleskop begonnen.

Arbeiten an dem sehr jungen Class 0-Protostern IRAM 04191 in Taurus haben gezeigt, daß im Gegensatz zu theoretischen Voraussagen selbst das N_2H^+ -Molekül in den inneren Bereichen der Hülle sehr unterhäufig weil ausgefroren ist. Daraus ergeben sich Fragen an die Gültigkeit der gegenwärtigen Modelle chemischer Entwicklung während des protostellaren Kollapses.

Neue Stoßraten zwischen CH_3OH und He erlaubten eine genaue Analyse der diagnostischen Möglichkeiten des Methanolmoleküls für dichte Wolken. Mit einem sphärischen LVG-Modell wurde der Zusammenhang zwischen Dichte/Temperatur und verschiedenen Methanolliniengruppen im mm- und submm-Bereich untersucht; das Molekül erwies sich als guter Indikator für Sternentstehungsgebiete sowohl hoher als auch niedriger Masse. Es wurde eine neue Technik entwickelt, die alle betreffenden Linien gleichzeitig verwendet, um durch optimale Anpassung an synthetische Spektren T_{kin} und n_{H_2} festzulegen. Die gleiche Technik fand Anwendung bei der Analyse des Liniensurveys des Hot Core von Orion im atmosphärischen Fenster um $350 \mu\text{m}$; Linien einer Molekülsorte wurden über die gesamte Breite von 100 GHz in einem einzigen zusammenhängenden Schritt approximiert. Dadurch konnten Blending und optische Tiefe konsistent berücksichtigt werden.

Für solche Analysen wurde eine Datenbank molekularer Fundamentaldaten aufgebaut, die über das WorldWideWeb erreichbar ist. Sie enthält Linienfrequenzen und -intensitäten sowie Stoßraten für die wichtigsten interstellaren Moleküle und wird eine wichtige Rolle spielen in der Analyse von HIFI- und ALMA-Daten.

In Cep A, einem Sternentstehungsgebiet hoher Masse, deuten hochauflösende Beobachtungen mit dem IRAM-Interferometer auf die Existenz einer massereichen Gasscheibe hin,

die sich in Keplerrotation um den Protostern befindet. Hier wurden H_2O und CH_3OH entdeckt, Indizien für Stoßfronten, welche vermutlich durch Akkretion auf die Scheibe verursacht werden. Bisher war Wasser nur in den zugehörigen Ausflüssen solcher Objekte entdeckt worden, nicht in einer Einströmregion.

Zum Verständnis massereicher Sternentstehung muß nach den frühesten Phasen des Entstehungsprozesses gesucht werden, während derer die Protosterne tief in Molekülwolken eingebettet sind und noch keine H II -Regionen ausgebildet haben. Mit dem SCUBA-Bolometerarray am JCMT wurde unsere Suche nach solchen Phasen fortgeführt; sie erbrachte weitere Kandidaten massereicher, kalter protostellarer Kondensationen. Diese wurden mit dem BIMA-Interferometer kartiert, um Morphologie und Geschwindigkeitsfelder zu studieren. Auch wurden Beobachtungen von NH_2D mit dem IRAM 30-m-Teleskop an ihnen durchgeführt. Die gemessenen hohen $\text{X}[\text{NH}_2\text{D}]/\text{X}[\text{NH}_3]$ -Verhältnisse bestätigen die tiefen Temperaturen in diesen Klumpen und sind ein Hinweis auf das Ausfrieren von Molekülen auf Staub. Mit dem 100-m-Teleskop wurden in einigen dieser Klumpen Wasser- und Methanolmaser entdeckt, was auf den Beginn des Sternentstehungsprozesses im Inneren der Kondensationen hindeutet.

In Zusammenarbeit mit dem Spitzer Space Telescope Legacy Program “From Molecular Cores to Planet Forming Disks” wurde unsere langfristige Studie von etwa drei Dutzend Dunkelwolken mit dem MPIfR-eigenen MAMBO-Bolometer bei einer Wellenlänge von 1,3 mm fortgesetzt. In Kombination mit zukünftigen Daten des SST (Spitzer Space Telescope) werden diese Bolometerkarten ein ganz neues Licht z.B. auf die Dauer verschiedener Lebensphasen junger Sterne werfen. Der Vergleich von SST-Aufnahmen der Globule L 1014 mit unserer Bolometerkarte enthüllte bereits ein tief in die Globule eingebettetes, zuvor unbekanntes und vermutlich sehr junges Objekt.

Messungen des Submm-Kontinuums und der Moleküllinien zahlreicher massereicher Sternentstehungsgebiete wurden modelliert, wobei sich große Ähnlichkeit in den physikalischen Eigenschaften der Objekte des Surveys ergab. Der Dichteverlauf etwa scheint ganz allgemein einem Entfernungsgesetz zwischen $r^{-1.5}$ und r^{-2} zu folgen.

Im Orion Bar wurden mit dem IRAM-Interferometer dichte molekulare Klumpen gefunden, deren physikalische Eigenschaften konsistent mit Photoevaporations-Modellen in PDRs (photon dominated regions) sind. Es ist noch unklar, ob diese Klumpen lediglich durch äußeren Gasdruck zusammengehalten werden, oder ob die FUV-induzierte Stoßwelle hier gerade einen Gravitationskollaps bewirkt.

Unsere Studien protostellarer Ausströmungen sowohl von massereichen als auch massearmen Objekten wurden mittels Infrarot- und CO-Radiobachtungen fortgesetzt. Dabei wurden ein neues Jet- plus Protosternsystem im IC 348/HH 211-Gebiet beschrieben und eine detaillierte Analyse der stellaren Population des IC 348-Clusters durchgeführt. Auch wurde ein umfangreiches Beobachtungsprogramm an CO-Ausflüssen, die mit Infrarot-Jets in Orion assoziiert sind, abgeschlossen. Die Untersuchung mehrerer massereicher Protosterne ergab weitere Anhaltspunkte für die Existenz kollimierter Ausflüsse auch von diesen Objekten, z.B. von der prototypischen UCH II-Region W3(OH).

Junge Sterne vom Typ Herbig Ae/Be sind von Akkretionsscheiben umgeben. Mittels Strahlungstransportmodellen wurde die Emission solcher Scheiben untersucht. Die PAH-Banden (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon) im mittleren Infrarot sind stark und kommen aus größerer Entfernung (ca. 100 AE) als die Kontinuumsmission bei vergleichbaren Wellenlängen, welche von großen Staubkörnern herrührt und sich auf die innere Scheibe (einige AE) beschränkt. Die PAH-Banden wurden im einzelnen analysiert.

Schließlich zeigten zwei aufeinanderfolgende Radiobeobachtungen des Mikroquasars LSI 61303 mit MERLIN (Multi-Element Radio-Linked Interferometer Network) zum ersten Mal eine schnelle Präzession des relativistischen Jets. Diese Präzession könnte die bisher unverstandene tägliche Variabilität der Gammastrahlung verursachen.

Extragalaktische Systeme, Kosmologie

Mit dem 30-m-Teleskop auf Pico Veleta gelang zum ersten Mal der Nachweis von SO₂, NS und NO in einer Quelle ausserhalb der Milchstrasse, nämlich der Starburstgalaxie NGC 253. Alle drei Moleküle sind wichtige chemische Bestandteile der beobachteten Wolken, insbesondere NO mit $[\text{NO}]/[\text{H}_2] = 10^{-7}$. Mit diesem Wert ist NO in den zentralen 200 pc von NGC 253 relativ häufiger als in Wolken der Milchstraße. Solche Häufigkeiten sind mit großräumigen Stoßwellen verträglich, nicht aber mit PDR-Szenarien.

Die Inversionslinien des Ammoniak erlauben die Bestimmung von kinetischen Temperaturen im dichten ($\geq 10^4 \text{ cm}^{-3}$), kühlen ($\leq 1000 \text{ K}$) interstellaren Medium. Mit dem 100-m-Teleskop wurde NH₃ bis zur (J,K)=(6,6)-Linie in NGC 253 und Maffei 2, und bis zur (9,9)-Linie in IC 342 beobachtet. Diese Beobachtungen zeigen in den Kernregionen der drei Galaxien eine warme molekulare Komponente ($T_{\text{kin}} = 100$ bis 400 K), die in der Starburstgalaxie NGC 253 sogar die gesamte NH₃-Strahlung dominiert. Über die inneren 40" gemittelte $[\text{NH}_3]/[\text{H}_2]$ -Häufigkeitsverhältnisse sind näherungsweise 10^{-8} , während die relative Häufigkeit zu warmem ($T_{\text{kin}} \geq 100 \text{ K}$) H₂ etwa 10^{-7} beträgt. In der Zentralregion der Starburstgalaxie M 82 konnte dagegen eine derartige warme NH₃-Gaskomponente nicht nachgewiesen werden. PDR-Modelle vermögen sowohl den hohen Masseanteil an warmem H₂ als auch die geringe Temperatur und Häufigkeit von NH₃ in M 82 zu erklären. Offenbar befindet sich der Starburst in M 82 in einem späten Stadium, in dem nur noch wenig dichtes, vor der stellaren UV Strahlung geschütztes molekulares Material vorhanden ist.

Die Emission von CO, ¹³CO, C I, C II und O I der Antennengalaxien wurde unter Benutzung von sphärischen und planparallelen PDR-Programmen der Universität Köln modelliert, wobei die Intensitätsverhältnisse mit beiden Modellen gut approximiert werden konnten; die physikalischen Parameter sind sich sehr ähnlich. Die Dichten liegen im Bereich um $3 \times 10^4 \text{ cm}^{-3}$.

Aus der Kombination von ISOCAM mit anderen photometrischen Daten konnte das breitbandige Spektrum heißen Staubes der Kernregionen von 3CR-Radiogalaxien skizziert werden. Interpretation anhand von Strahlungstransportrechnungen ergibt in 75 Prozent der Fälle, daß das mittlere Infrarot von Staub kommt, vorwiegend von PAHs und kleinen ($\leq 50 \text{ \AA}$) Körnern. In leuchtkräftigen Galaxienkernen fehlen im innersten Bereich die PAH-Banden, die in ISO-Spektren (geringe räumliche Auflösung) oft stark sind. Dieser Befund wird theoretisch erklärt durch Staubverdampfung in der Nähe einer sehr hellen und harten Strahlungsquelle.

Mit dem 100-m-Teleskop in Effelsberg konnte zum ersten Mal ein H₂O-Megamaser in einer radiolauten Galaxie (3C403) nachgewiesen werden, und zwar der entfernteste ($z=0.057$) und einer der leuchtkräftigsten Wasserdampfmaser, der je beobachtet wurde. Die Emission stammt aus der dichtesten interstellaren Gaskomponente, die je in einer radiolauten Galaxie gemessen wurde.

H₂O-Megamaser bieten einzigartige Einblicke in die innersten Regionen aktiver Galaxienkerne. Es gelang der Nachweis eines solchen Megamasers in der Mergergalaxie NGC 6240. Ausserdem konnte die Beschleunigung (wachsende Rotverschiebung) der Maserkomponenten in NGC 2639 bestätigt werden. Dies ist ein starker Hinweis auf das Vorhandensein einer nuklearen Akkretionsscheibe, deren Vorderseite zentripetale Beschleunigung zeigt. H₂O-Megamaser werden nicht nur in Akkretionsscheiben supermassiver Schwarzer Löcher, sondern auch in dichten Molekülwolken beobachtet, die mit den nuklearen Jets wechselwirken. Mrk 348 zeigt einen solchen Maser in einer projizierten Entfernung von nur wenigen parsec vom Kern. Systematische Beobachtungen des Radiokontinuums und des Masers mit dem 100-m-Teleskop in Effelsberg, des Radiokontinuums mit dem VLA und Messungen des Kontinuums und des Masers mit dem VLBA erlaubten erstmals die Identifizierung dieses Galaxienkerns sowie einen groben Einblick in die Wechselwirkung zwischen Maser und Jet.

Optische Emissionlinien der H₂O-Megamaser galaxien IC 2560, IC 1386, NGC 1052 und Mrk 1210 wurden auf mögliche Beziehungen zur in H₂O beobachteten innersten Kernregion hin analysiert. Alle vier Quellen zeigten Linientemperaturverhältnisse, die auf das Vorhandensein aktiver galaktischer Kerne hinweisen. NGC 1386 und IC 2560 besitzen eine

näherungsweise von der Kante her gesehene nukleare Scheibe, während bei NGC 1052 und Mrk 1210 nicht auszuschließen ist, daß die Maseremission mit den optisch nachgewiesenen Ausflußregionen assoziiert ist.

Mit dem Interferometer auf dem Plateau de Bure wurden die obere Feinstrukturlinie des neutralen Kohlenstoffs (Ruhefrequenz: 809 GHz), die $J=3-2$ Linie des Kohlenmonoxids (354 GHz) sowie das 1,2 mm-Kontinuum des Kleeblattquasars beobachtet. Mit der schon früher nachgewiesenen unteren Kohlenstofffeinstrukturlinie (492 GHz) ist der Quasar bei Rotverschiebung $z=2,5$ nach M 82 ($z=0,0007$) die zweite extragalaktische Quelle, in der beide [C I]-Linien gemessen werden konnten. Dies erlaubte eine Datenanalyse, die neben den CO-Daten und dem im wesentlichen vom Staub stammenden Radiokontinuum auch [C I] mit einschließt. Die gesamte molekulare Masse wird damit auf 10^{10} Sonnenmassen geschätzt. Die Beobachtungen weisen darauf hin, daß es jenseits einer Region mit Emission von CO(7-6) auch eine geringer angeregte molekulare Komponente geben muß, die die Emission von [C I] und den unteren CO-Rotationslinien dominiert.

Mit MAMBO am IRAM 30-m-Teleskop gelang es, thermische Strahlung von zwei Quasaren mit Rotverschiebung 6,2 bzw. 6,4 zu entdecken. Ferner konnte beim bislang entferntesten bekannten Quasar, J1148+5251, mit dem IRAM- Interferometer und dem VLA zudem Linienemission in drei CO-Übergängen nachgewiesen werden. Die Anregung und Linienbreiten des CO erlauben Rückschlüsse auf die Dichte, Temperatur, Masse und Ausdehnung des molekularen Gases. Die daraus folgende hohe Anreicherung mit schweren Elementen, nur 850 Millionen Jahre nach dem Urknall, erstaunt ebenso wie die hohen Sternentstehungsraten, die einen kontinuierlichen Nachschub von bereits angereichertem Gas nahelegen.

Bei einem schon früher mit MAMBO detektierten Quasar mit $z=4,1$ konnte in hochauflösenden VLA-Beobachtungen ein Einsteinring in CO und in der Kontinuummmission nachgewiesen werden. Ein Vergleich mit der doppelkernförmigen optischen Emission erlaubt es, die Größe der molekularen Region auf mehrere kpc abzuschätzen. Damit konnte erstmals direkt bewiesen werden, daß die in vielen entfernten Quasaren beobachtete Kontinuumsstrahlung von ausgedehnten Regionen kommt und somit wahrscheinlich von Sternentstehung herrührt, nicht aber vom AGN geheizt wird.

Für sieben von 12 Submillimeter-Hintergrundquellen, welche bereits mit SCUBA entdeckt und mittels optischer Keck-Spektroskopie als Starburst-Galaxien bei Rotverschiebungen von 2 bis 3 identifiziert worden waren, konnte mit dem IRAM-Interferometer CO-Linienemission nachgewiesen werden. Die Linienbreiten und Größen einiger dieser Quellen implizieren Gesamtmassen der Objekte von ca. 10^{11} Sonnenmassen. Wenn dies typisch ist für die mit SCUBA und MAMBO entdeckten Starbursts, dann steht die extrapolierte Häufigkeit solch massiver Galaxien im frühen Universum in eklatanter Diskrepanz zu den weit niedrigeren Vorhersagen semianalytischer Modelle der Galaxienentstehung. Das gängige Bild der Entstehung massereicher Galaxien durch hierarchische Verschmelzung kleinerer Objekte wird durch die neuen CO-Beobachtungen mit SCUBA, MAMBO und Plateau de Bure in Frage gestellt.

Nachbeobachtungen der drei hellsten Quellen, die in den MAMBO-Kartierungen des Millimeter-Hintergrundes entdeckt worden waren, belegten die nichtthermische Natur dieser Objekte. Die vierthellste, erst jüngst entdeckte Quelle hingegen scheint ein außergewöhnlich heller Vertreter thermisch dominierter Quellen, wahrscheinlich hochrotverschobener sternbildender Galaxien, zu sein. Diese Beobachtungen erlauben es, den Helligkeitsbereich, in dem die nichtthermischen Objekte die thermischen Quellen zu überwiegen beginnen, genauer zu bestimmen.

Um die Modelle der spektralen Energieverteilungen (SEDs) hochrotverschobener sternbildender Galaxien zu verbessern, wurden MAMBO-Beobachtungen von 76 nahen ultrahellen Infrarotgalaxien (ULIRGs) durchgeführt, für die auch IRAS-Kontinuumsmessungen vorliegen. Die Modellierung der SEDs dieser Objekte mit Hilfe von Staubkomponenten ergab, daß eine Bestimmung von Staubmasse und Temperatur mit den vorhandenen Daten nur

ungenügend möglich ist. Immerhin zeigte sich, daß für eine zufriedenstellende Beschreibung der SED mindestens zwei Staubkomponenten erforderlich sind.

Personal:

W.J. Altenhoff, W. Batrla, A. Belloche, F. Bertoldi, C.C. Chiong, C. Comito, J. Forbrich, M. Gotzens, R. Güsten, F. Gueth, H. Hafok, J. Hatchell, C. Henkel, J. Kauffmann, T. Klein, E. Kreysa, E. Krügel, S. Leurini, M. Massi, K. M. Menten, D. Muders, S. Philipp, T. Pillai, E. Polehampton, A. Raccanelli, L. Reuen, P. Schilke, J. Schmid-Burgk, J. Schraml, F. Schuller, F. Siebe, G. Siringo, T. Stanke, F. v.d. Tak, H. Voß, P. v.d. Wal, M. Wang, T. L. Wilson, F. Wyrowski,
mit M. Albrecht, R. Chini, M. Haas (Univ. Bochum), R. Siebenmorgen, W. Freudling (ESO, Garching), H. Müller, S. Thorwirth, A. Schulz (Univ. Köln),
C. Ceccarelli (Grenoble, Frankreich), J.-P. Baluteau (Marseille, Frankreich), P. Caselli, E. Habart, A. Natta (Arcetri, Florenz, Italien), L.-H. Xu (Univ. of New Brunswick, Kanada),
H. Spoon (Kapteyn, Groningen, NL), E. van Dishoek (Leiden, NL), F. Schöier (Stockholm, Schweden), J. S. Richer (Cambridge, U.K.), D. Flower, J.T. Pottage (Univ. of Durham, U.K.), M. Thompson (Univ. of Kent, U.K.), G.A. Fuller (UMIST, Manchester, U.K.),
J.M. Brown (Oxford University, U.K.), B.M. Swinyard (RAL, U.K.), D. Neufeld (Univ. Baltimore, USA), T. G. Phillips, D. C. Lis (Caltech, USA), A. Gibb (Univ. of Maryland, USA), E. Bergin (Univ. Massachusetts, USA).

4.2 Radiokontinuum und Pulsare

Galaktische Radiostrahlung

Untersuchungen zur Bestimmung der Eigenschaften galaktischer Magnetfelder standen weiterhin im Vordergrund aller Aktivitäten. Der Einsatz eines neuen 8×4 MHz-Polarimeters für den L-Band (21 cm–18 cm) Empfänger am 100-m-Radioteleskop Effelsberg ermöglicht die direkte Messung von Rotationsmassen galaktischer Kontinuumsstrahlung. Testmessungen bestätigten die Rotationsmaße von bereits früher untersuchten Supernova-Überresten und “Faraday Screens” im interstellaren Medium.

Beobachtungen von “Faraday Screens” in Richtung von Molekülwolken wurden fortgesetzt. Tests wurden sowohl mit dem VLA als auch mit dem 100-m-Teleskop unternommen, um über die 21 cm-Wasserstoffabsorption die Entfernung von polarisierter Emission zu bestimmen. Eine systematische Bestimmung der Rotationsmaße in Richtung von 1700 extragalaktischen polarisierten Quellen des NVSS (NRAO VLA Sky Survey) wurde begonnen. Diese Untersuchung soll Aufschlüsse ueber die Struktur des globalen galaktischen Magnetfeldes im Halo der Milchstrasse liefern.

Intensive Diskussionen wurden über die Natur der Depolarisationskanäle in der polarisierten galaktischen Strahlung geführt. Es wurde vorgeschlagen, dass diese durch Faraday-Depolarisation entstehen und ihr mittlerer Abstand von der Turbulenzskala des interstellaren Mediums abhängt. Die Existenz von Depolarisationskanälen ist jedoch fraglich, da die analysierten Daten bislang nicht absolut geeicht werden konnten.

Eine absolut geeichte Polarisationsdurchmusterung des gesamten Nordhimmels bei 21 cm Wellenlänge wurde mit dem 26-m-Teleskop des DRAO (Penticton, Kanada) abgeschlossen. Diese Daten dienen zum einen der Untersuchung lokaler Großstrukturen, zum anderen aber auch der Eichung des Effelsberger “Medium Galactic Latitude Surveys” bei gleicher Wellenlänge. Die Auswertung der Polarisationsdurchmusterung des Südhimmels mit einem 30-m-Teleskop in Villa Elisa, Argentinien wurde weitgehend abgeschlossen. Beide Durchmusterungen ergänzen sich zur ersten Gesamthimmelsdurchmusterung von polarisierter Radioemission. Diese Daten sind für die Bestimmung des Einflusses polarisierter galaktischer Emission auf Messungen des polarisierten kosmischen Mikrowellenhintergrundes (CMB) von grosser Bedeutung.

Polarisationsmessungen am 100-m-Teleskop mit höherer Winkelauflösung außerhalb der galaktischen Ebene wurden zur Bestimmung des Angular-Power Spektrums herangezogen,

um den Einfluss galaktischer Emission auf kleinskalige CMB-Fluktuationen abzuschätzen. Für das BaR-SPOrt Ballonexperiment, das Messungen des polarisierten CMB zwischen 32 GHz und 90 GHz vorsieht, wurde mit dem Effelsberger Teleskop ein Gebiet von $10^\circ \times 10^\circ$ vermessen, um einen Bereich mit möglichst geringer polarisierter Vordergrundemission zu finden.

Beobachtungen in Effelsberg von 10 Supernova-Überresten mit großem Durchmesser bei 31 cm Wellenlänge wurden veröffentlicht. Darunter ist eine Neuentdeckung. Die Messungen dienten hauptsächlich der Bestimmung verbesserter Spektren.

Mittels 157 Pulsaren mit bekannter Entfernung außerhalb der galaktischen Ebene wurden aus Dispersionsmaß und Emissionsmaß der gemittelte Füllfaktor und die Elektronendichte berechnet. Eine statistische Studie ergab, dass die Elektronendichte fast konstant ist und der Füllfaktor mit dem Abstand von der galaktischen Ebene zunimmt.

Pulsare

Abschätzungen über den spezifischen Widerstand in der Radioemissionszone von Pulsaren wurden vorgenommen. Hierbei zeigt sich ein Weg zu einem selbstkonsistenten Modell der Radioemissionszone mit niedrigen Teilchendichten und Lorentzfaktoren, wie sie von den Beobachtungen gefordert werden. Die Subpulsdrift von B0031–07 und anderen Objekten wurde untersucht. Dabei zeigte sich, dass bei höherer Beobachtungsfrequenz (4,85 GHz) zwei unterschiedliche Driftraten sichtbar werden. Bei einem Vergleich der Radioemissionshöhen, die aus den Polarisationswinkelkurven bestimmt wurden, mit denen, die man aus der Profilentwicklung berechnet, stellte sich heraus, dass die maximale Intensität der Radiostrahlung nicht von den Feldlinien kommt, die den Verbindungsmeridian von Rotationspol und Magnetpol schneiden. Genauere Modellierung der Polarisationswinkelkurven legt ausserdem den Schluß nahe, dass die Radioemission in einer Frequenz aus unterschiedlichen Höhen über der Pulsaroberfläche kommt.

Die Polarisationsseigenschaften des Krebspulsars bei 8,35 GHz wurden bestimmt. Der Verlauf des Polarisationswinkels lässt sich mit einer sehr engen Ausrichtung von Spin und Magnetfeldachse ($\alpha \sim 5^\circ$) des Pulsars erklären. Simultane Beobachtungen von “Giant Pulses” des Krebspulsars wurden in einer grossen gemeinsamen Kampagne zusammen mit verschiedenen Stationen durchgeführt. Daran waren ausser Effelsberg (8,6 GHz) noch UTR-2 in der Ukraine (dekametrische Radiostrahlung), Westerbork, Jodrell Bank, La Palma (Nordic Optical Telescope), SAO (6-m Kaukasus) und HESS in Namibia (Cerenkov Höhenstrahlungsexperiment) beteiligt. In Effelsberg gelang dabei die Beobachtung von Giant Pulses bei 8,35 GHz nach dem hochauflösenden direkten Verfahren von T. Hankins. Hier wurden unter anderem dynamische Spektren einzelner Pulse (in 2 Millisekunden 2000 Einzelspektren mit je 1024 Kanälen mit einer Nutzbandbreite von 500 MHz) gemessen. Die gewaltigen Helligkeiten ($\sim 10^{28} \text{ erg s}^{-1}$) und die kurzen Anstiegszeiten ($< 2 \text{ ns}$) und Pulsdauern (ca. $10 \mu\text{s}$) von “Giant Pulses” vom Krebspulsar PSR B0531+21 versuchen wir als extreme Langmuirturbulenzen zu interpretieren.

Das Pulsartiming-Projekt mit der regelmässigen Bestimmung der Ankunftszeiten der Pulse von ca. 30 Quellen wurde weitergeführt. Durch eine Kombination der Beobachtungsergebnisse von Effelsberg mit denen von Jodrell Bank konnte nach insgesamt 10 Jahren erstmalig eine parallaktische Entfernungsbestimmung (500 pc) bei PSR J2145–0750 erreicht werden. Erste Timing- und Profilbestimmungen des neuentdeckten Doppelpulsars PSR J0737–3039 konnten bei 1,41 GHz gemacht werden. Obwohl der Pulsar in Effelsberg in der Kulmination ca. 9° Elevation erreicht, konnten schon bei der ersten Beobachtung beide Komponenten wegen der vorhandenen zwei unabhängigen Beobachtungssysteme simultan beobachtet werden.

Um die Eigenschaften des ISM im Zentralbereich unserer Galaxis zu untersuchen, haben wir Multifrequenz-Beobachtungen von stark dispergierten Pulsaren mit dem Giant Metrewave Radio Telescope (GMRT) in Pune, Indien durchgeführt. Wir konnten zeigen, dass die Streuverbreiterung der Pulsprofile entlang der meisten Sehstrahlen eine Frequenzabhängigkeit zeigt, die sich mit Standard-Theorien des ISM erklären lässt. Lediglich entlang einiger

Sehstrahlen mit den höchsten Dispersionsmaßen weicht das Spektrum der Streuverbreiterung von theoretischen Vorhersagen ab. In einer Untersuchung der Szintillation von Pulsaren wurden dynamische Spektren von Pulsaren bei 1,41 GHz ($2 \times 60 \times 0,67$ MHz) und 4,85 GHz ($2 \times 8 \times 60$ MHz) unter Verwendung der Effelsberger Filterbänke zur Pulsarsuche erstellt. Wir haben Beobachtungen von ausgewählten Pulsaren mit flachen Radiospektren mit dem 100-m-Radioteleskop in Effelsberg bei einer Frequenz von 32 GHz durchgeführt. Wir konnten drei Pulsare, PSR B0144+59, PSR B0823+26 und PSR B2022+50, erstmals bei dieser hohen Radiofrequenz detektieren und darüber hinaus obere Flußgrenzen für weitere 12 Pulsare bestimmen. Ein Review der Morphologie, der Polarisation, der Radiospektren und der Periodenverteilung von Pulsaren wurde erstellt.

Magnetfelder in nahen Galaxien

Es gibt Hinweise, dass sich das Magnetfeld der Andromeda-Galaxie M31 weit über die optisch sichtbare Scheibe erstreckt. Dazu wurde eine Suche mit dem 100-m-Teleskop Effelsberg nach schwacher polarisierter Radiostrahlung bei 4,85 GHz (6 cm) begonnen. Außerdem wurden die ersten Karten der beiden hellsten Spiralarme bei 8,35 GHz (3,6 cm) gemessen. Beide Projekte sind sehr zeitaufwändig und werden nicht vor 2004 abgeschlossen werden.

Eine neue Karte der Spiralgalaxie M51 wurde mit dem 100-m-Teleskop bei 4,85 GHz erstellt und mit unseren Radiobeobachtungen mit dem VLA bei der gleichen Wellenlänge kombiniert. Zusammen mit der kombinierten Effelsberg/VLA-Karte bei 8,35 GHz und der VLA-Karte bei 1,4 GHz liegt nun ein in Auflösung und Empfindlichkeit einmaliges Datenmaterial zur Untersuchung der Magnetfelder und der Kosmischen Strahlung in dieser wichtigen Galaxie vor. Die Auflösung von bis zu $4''$ (rund 200 Parsec) erlaubt es zum ersten Mal, die relative Verteilung der Magnetfelder, des ionisierten Gases, des kalten molekularen Gases sowie des Staubes zu untersuchen. Hochpolarisierte Radiostrahlung wurde sowohl in den Spiralarmen wie auch in zwischen diesen gefunden, wobei einige der höchsten Maxima (d.h. die stärksten ausgerichteten Magnetfelder) mit den scharfen Spiralarmen des molekularen Gases an der Innenkante der optischen Arme zusammenfallen, ein deutlicher Hinweis auf Kompression des Magnetfeldes durch Dichtewellen. Das revidiert die ersten Ergebnisse aus dem Jahr 2002, die auf vorläufigen Karten mit geringerer Auflösung basierten. Es gibt jedoch noch eine zweite, diffuse Komponente polarisierter Strahlung aus dem Zwischenarm-Bereich, wie sie auch in anderen Galaxien beobachtet wurde. Die Magnetfeldstärken in M51 sind die höchsten jemals in Spiralarmen gefundenen: bis zu $30 \mu\text{G}$ im Gesamtfeld und bis zu $15 \mu\text{G}$ im ausgerichteten Feld.

Die Polarisationswinkel in M51 bilden ein Spiralmuster von einigen Kiloparsec Ausdehnung, das genau den Gas-Spiralarmen folgt. Überraschend ist allerdings das Fehlen eines Musters in der Verteilung der Faraday-Rotation zwischen 3 cm und 6 cm Wellenlänge. Vermutlich treten kleinräumige Umkehrungen des Magnetfeldes auf, wie bei der Kompression eines turbulenten Feldes zu erwarten ist. Gleichsinnig ausgerichtete Magnetfelder, wie sie ein Dynamo erzeugt und wie sie z.B. in M31 beobachtet wurden, sind in M51 selten.

Die Methode der Wavelet-Transformation mit anisotropen Wavelet-Funktionen wurde weiterentwickelt und auf die Bestimmung von Anstellwinkeln von Spiralarmen angewandt. Im Fall von M51 erhielten wir erstmals eine Karte der Anstellwinkel an jedem Ort der Spiralarme. Hiermit kann nun untersucht werden, wie genau die Magnetfeldrichtung der Richtung der Gas-Spiralarme folgt.

Messungen der wechselwirkenden Balkengalaxie NGC 2442 mit dem Australia Telescope Compact Array (ATCA) bei 5,2 GHz zeigten eine aussergewöhnliche Struktur: eine "magnetische Insel" von mehr als 5 kpc Ausdehnung in etwa 5 kpc Abstand östlich des nördlichen Spiralarms, mit einem Polarisationsgrad von bis zu 50% und einem hochgeordneten Magnetfeld. Es könnte sich um einen weiteren Fall von "magnetischen Spiralarmen" zwischen den optischen Armen handeln, wie sie in anderen Spiralgalaxien gefunden wurden. Die nördliche Kante von NGC 2442 wird durch Wechselwirkungskräfte komprimiert und deformiert, wie sich an der Position der Radiostrahlung an der Aussenkante sowie dem

hohen Polarisationsgrad ablesen lässt. Radio-Polarisation ist ein empfindliches Nachweisinstrument für Phänomene der Wechselwirkung.

Eine Auswahl extrem junger Starburst-Galaxien wurde mit dem 100-m-Teleskop bei 4,85 und 8,35 GHz gemessen. In einigen Fällen (NGC 1377, NGC 4491 und IC 1953) ist die Synchrotronstrahlung deutlich schwächer als nach der Sternbildungsrate zu erwarten; offensichtlich sind diese Starbursts so jung, dass noch keine Elektronen der Kosmischen Strahlung produziert wurden. Alternativ ist auch denkbar, dass die Magnetfelder noch schwach sind, weil der Dynamo erst noch durch die Turbulenz der Sternbildungsprozesse aktiviert werden muss.

Die Analyse der mit dem 100-m-Teleskop und dem VLA gemessenen Radiokarten des wechselwirkenden Galaxienpaares NGC 4038/4039 (die “Antennen”) wurde abgeschlossen. Es wurden Reste des geordneten Magnetfeldes einer der beiden Galaxien gefunden. Der Polarisationsgrad im südlichen Antennen-Arm nimmt mit Abstand vom Zentrum der zweiten Galaxie zu, was auf eine Abnahme der turbulenten Bewegung und/oder eine Zunahme der Scherungsbewegung hinweist.

Im Fall des Jets von NGC 4258 konnte durch Zuhilfenahme von Effelsberg-Beobachtungen bei 10,55 GHz eine noch bestehende Uneindeutigkeit behoben werden, die bei der Bestimmung der Faraday-Drehung der mit dem VLA bei 8,44 und 4,86 GHz beobachteten Vektoren bestand. Abweichend vom Jahresbericht 2002 sind die nun bestimmten Rotationsmaße negativ ($-800 \text{ rad m}^{-2} < \text{RM} < -400 \text{ rad m}^{-2}$), und damit ist das Magnetfeld im nördlichen Jet hauptsächlich *entlang* der Jetachse. Es gibt aber auch Hinweise dafür, dass eine toroidale Komponente überlagert ist oder dass das Magnetfeld leicht helixförmig ist.

Mit dem 100-m-Teleskop in Effelsberg wurden eine Reihe von Edge-On-Galaxien bei 8,35 GHz mit sehr unterschiedlichen Sternbildungsraten beobachtet. Ziel der Studie ist, die Ausbreitung der Kosmischen Strahlung in den Halo zu untersuchen. Dabei interessiert insbesondere, welchen relativen Anteil dabei Diffusion und Advektion (galaktische Winde) haben. Dies sollte im Prinzip mittels der Spektralindexverteilung senkrecht zur Hauptachse bestimmt werden können. Hierfür fehlten bislang noch empfindliche Beobachtungen bei hohen Frequenzen, die uns nun mit den Effelsberg-Messungen zur Verfügung stehen werden.

Mögliche systematische Fehler bei der Bestimmung von Magnetfeldstärken aus Radio-Synchrotronstrahlung sowie aus Messungen des Rotationsmaßes von Pulsaren unter Berücksichtigung von turbulenten Fluktuationen im interstellaren Medium wurden theoretisch untersucht. Die weit verbreitete Annahme der Energie-Äquipartition zwischen Magnetfeldern und Kosmischer Strahlung führt zu einer Überschätzung der Feldstärke aus der Synchrotron-Intensität. Rotationsmaße von Pulsaren liefern zu geringe (bzw. zu grosse) Feldstärken, wenn die Fluktuationen des Feldes und der Plasmadichte negativ (bzw. positiv) korreliert sind.

Gas und Staub in nahen Galaxien

Die am IRAM 30-m-Teleskop gemessene Durchmusterung der Galaxie M 31 in CO(1–0) wurde weiter analysiert. Das molekulare Gas ist stark konzentriert in zwei logarithmischen Spiralarmen mit Anstellwinkeln von 7–8 Grad. Im Nordwesten ist der mittlere Arm–Interarm Kontrast etwa 20 und damit 5mal höher als für das atomare Gas. Das molekulare Gas ist deutlich besser korreliert mit dem kalten Staub (sichtbar bei $175 \mu\text{m}$) als das atomare Gas.

Die Beobachtung der kalten Staubkomponente bei $\lambda 870 \mu\text{m}$ in insgesamt elf nahen Galaxien wurde abgeschlossen. Die Analyse der Daten ist bei den meisten beobachteten Objekten noch im Gange. Bei den beiden wechselwirkenden Galaxien NGC 3628 und NGC 4631 wurde ein Überschuss der mm-Strahlung (im Vergleich zu sub-mm) gefunden, welcher am ehesten durch ungewöhnliche optische Eigenschaften des Staubes zu erklären ist.

Im südöstlichen Spiralarm der Balkengalaxie NGC 3627 haben Polarisationsmessungen im Radiokontinuum ergeben, dass das geordnete Magnetfeld nicht dem Verlauf des Armes

folgt, sondern diesen in einem gewissen Winkel durchdringt. Die Galaxie wurde daher am Heinrich-Hertz-Teleskop (HHT) in mehreren Molekül-Übergängen beobachtet, da man sich aus den Anregungsbedingungen des molekularen Gases Rückschlüsse darauf erhofft, wie das Magnetfeld an die interstellare Materie gekoppelt ist.

Ferner wurde die Kartierung mehrerer naher Galaxien in mehreren Rotationsübergängen des CO-Moleküls vorangetrieben. Hieraus können nach Komplettierung Informationen über die physikalischen Parameter des molekularen Gases als Funktion verschiedener morphologischer Eigenschaften der Galaxien gewonnen werden.

Galaxienhaufen und isolierte Galaxien

Bei der Virgo-Galaxie NGC 4569 wurden mit dem 100-m-Teleskop bei 4,85 GHz und 8,35 GHz zwei hoch polarisierte Radioblasen entdeckt, die bis etwa 25 kpc Entfernung von der Scheibe hinausreichen. Nachfolgende Beobachtungen mit dem VLA zeigten keinen Jet aus dem Kern, sondern riesige magnetische Bögen, die vermutlich in Wechselwirkung mit dem intergalaktischen Gas des Virgo-Haufens stehen.

Der ISOPHOT Virgo Cluster Deep Survey ist der vollständigste Survey eines Samples von Galaxien im Fern-Infraroten. Um diese Objekte detaillierter zu untersuchen, wurde mit dem HHT ein Survey durchgeführt, welcher eine Untergruppe von 29 dieser Galaxien umfasst. Ein Nachweis gelang für etwa die Hälfte dieser Objekte. Die Verteilung der Emission in den einzelnen Kanälen des verwendeten 19-Kanal Bolometer-Empfängers erlaubt eine Quellenmodellierung und so die Bestimmung von Morphologie und physikalischen Parametern des kalten Staubes in diesem Sample.

Das Projekt “Die Lokale Leuchtkraftfunktion von Galaxien – Suche nach nahen Zwerggalaxien” fand einen vorläufigen Abschluß in der Erstellung eines Kataloges aller nahen Galaxien innerhalb von 10 Mpc. Der Katalog enthält 451 Galaxien mit individuellen Entfernungsbestimmungen oder einer Radialgeschwindigkeit $V_{LG} \leq 550 \text{ km s}^{-1}$ und für diese Objekte globale optische und H I-Parameter. Für den Bereich innerhalb von 8 Mpc wird eine Vollständigkeit von 70 bis 80% geschätzt. Die mittlere lokale Leuchtkraftdichte übertrifft 1,7–2 mal die globale Dichte, trotz des “Lokalen Voids”. Die mittlere lokale H I-Dichte hat das 1,4-fache des “globalen” Wertes, der aus den HIPASS-Daten abgeschätzt wurde.

Wechselwirkungen zwischen Galaxien haben eine große Bedeutung für deren Entwicklung. Zu Vergleichszwecken für den Entwicklungsgrad bzw. zur Bestimmung der Unterschiede zwischen gestörten und ungestörten Galaxien ist die “richtige” Auswahl einer Vergleichsstichprobe sehr wichtig. Wir haben den Katalog isolierter Galaxien (V.E. Karachentseva) editiert und erhalten 770 isolierte Galaxien mit Radialgeschwindigkeiten $< 10000 \text{ km s}^{-1}$. Für diese Galaxien wurden Literaturwerte zu ihrem Gas- und Staubgehalt gesammelt. Diese Daten werden z. Zt. durch Beobachtungen ergänzt. Die Daten umfassen die Emission im Radiokontinuum, im Infrarot sowie Linienemission in H I und CO.

Personal: R. Beck, E.M. Berkhuijsen, M. Dumke, A. Fletcher, E. Fürst, W. Huchtmeier, A. Jessner, A. Karastergiou, B. Klein, M. Krause, O. Löhmer, D. Mitra, P. Müller, L. La Porta, P. Reich, W. Reich, M. Thierbach, B. Uyaniker, B. Vollmer, R. Wielebinski, M. Wolleben, A. Yar, mit M. Albrecht, Z. Banhidi, R. Chini, R.J. Dettmar, S. Hüttemeister (Univ. Bochum), Ch. Fendt (AIP Potsdam), M. Guélin, R. Zylka (IRAM Grenoble), C. Chyzy, K. Otmianowska-Mazur, M. Soida, M. Urbanik (Univ. Krakow), C. Balkowski, V. Cayatte (Obs. Paris), P. Englmaier (Univ. Basel), L. Verdes-Montenegro, D. Espada, A. del Olmo, J. Perea (IAA Granada), M. Kramer, P. Leahy, A. Lyne (Jodrell Bank), A. Shukurov, A. Snodin (Univ. Newcastle), D. Moss (Univ. Manchester), D. Sokoloff (Univ. Moskau), P. Frick, I. Mizyova, I. Patrickeyev (Perm), H. Roussel, G. Helou (Caltech Pasadena), J. van Gorkom (Columbia Univ.), J. Kenney (Yale Univ.), R. Kothes, T. Landecker (DRAO Penticton), A. Wolszczan (Penn State Univ.), J.L. Han, X. Li, X. Zhang (Beijing Observatory), H. Zhang (Urumqi Observatory), J. Harnett (UTS Sydney), B. Koribalski (ATNF Sydney), S. Johnston (RCfTA

Sydney), J.C. Testori (IAR Villa Elisa), I.D. Karachentsev, A. Makarov (Special Astrophysical Observatory), V.E. Karachentseva (Astronomical Observatory, Kiev University).

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

Fortschritte bei der Millimeter-VLBI

Mit dem neu gegründetem globalen 3 mm-VLBI Netzwerk, das neben dem VLBA (Very Long Baseline Array, USA), Effelsberg, den Teleskopen in Schweden (Onsala) und Finnland (Metsähovi) nun auch beide IRAM Antennen (Pico Veleta, Spanien & Plateau de Bure, Frankreich) beinhaltet, konnten 2003 erstmals bis zu dreifach sensitivere VLBI-Beobachtungen von diversen AGK durchgeführt werden. Erstmals konnte die Kinematik im Kern des Quasars NRAO 150 bei 3 mm bestimmt werden. Der Kern von Virgo A (= M 87) konnte zum ersten Mal mit VLBI bei 3 mm verlässlich kartiert werden. Die erreichte Winkelauflösung von ca. 50 Mikro-Bogensekunden entspricht einer räumlichen Auflösung von nur ca. 20 Schwarzschild-Radien. Dies ist mehr als ein Faktor 2 besser als in vorangegangenen Experimenten und bei längeren Wellenlängen erzielt. Dadurch lassen sich nun, mit ähnlicher räumlicher Auflösung wie für das galaktische Zentrum, kleinste Strukturen in einer aktiven Radiogalaxie untersuchen, die mehr als 500-mal weiter entfernt ist als Sgr A*. Insbesondere folgt aus den Abmessungen des Jet-Fusspunktes, dass eine schnelle Rotation des zentralen Schwarzen Lochs in Virgo A wahrscheinlich unvermeidbar ist (Kerr- statt Schwarzschild-Metrik).

Als großer Erfolg kann auch die erstmalige Detektion von Interferenzstreifen bei 230 GHz (1 mm Wellenlänge) vermeldet werden. Die AGK 0716+714 und 3C 454.3 wurden auf der Basislinie zwischen Pico Veleta und dem HHT (Arizona, USA) detektiert. Im Falle von 3C 454.3 zeigt die Messung, dass sich das flache Synchrotron-Spektrum dieses Quasar-Jets bis in den Submillimeter-Bereich erstreckt.

Durchmusterungen, Stichproben von Radioobjekten

Die Beobachtungen einer großen Stichprobe von mehr als 200 AGK bei 2 cm Wellenlänge mit dem VLBA wurden fortgesetzt. Die erlangten Beobachtungsdaten erlauben ein besseres Verständnis der komplexen Kinematik und Magnetfeldstrukturen in extragalaktischen Jets nahe des aktiven Kerns. Basierend auf diesem so genannten VLBA 2 cm Survey und den öffentlich zugänglichen *Chandra* und *XMM-Newton* Archiven wurde eine Stichprobe radiolauter, kern-dominierter AGK definiert, um deren physikalische Eigenschaften mit denen radio-leiser Objekte zu vergleichen, und um Korrelationen von Beobachtungsgrößen im Radio- und Röntgenbereich zu studieren. Die Radio- zu Röntgen-Korrelation von X-ray Binaries zu AGK konnte durch theoretische Studien fortgesetzt werden. So konnte eine Leuchtkraftvereinheitlichung von allen jet-dominierten schwarzen Löchern erreicht werden.

Die kompakten Strukturen in Quellen der VLA-FIRST-Durchmusterung (Faint Images of the Radio Sky at Twenty-cm) wurden mittels Einzelbasislinien-Beobachtungen zwischen Effelsberg und Arecibo untersucht. Bei einer Übertragungsrate von 512 MBit s^{-1} kann in 1-minütigen Beobachtungen bei 21 cm Wellenlänge eine Empfindlichkeitsgrenze von 1 mJy erreicht werden. Von 1000 Quellen wurden insgesamt 225 im Oktober 2003 beobachtet. Die Beobachtungen werden im Jahr 2004 fortgesetzt. Eine kleine Stichprobe von Radiogalaxien wurde mit VLBI bei 2 cm Wellenlänge beobachtet, um ihre Polarisations-eigenschaften auf Skalen unterhalb von 0,5 pc zu untersuchen. Überraschenderweise sind alle Objekte unpolarisiert; dies kann als Nachweis eines Faraday-aktiven Mediums interpretiert werden. Eine ähnliche Beobachtung wurde während vier Epochen auch für die nahe Seyfert 2-Galaxie NGC 3079 durchgeführt.

Variabilität in Galaxienkernen

Die Flussdichtevariabilität einer Stichprobe von 30 Seyfert-Galaxien wurde untersucht. Der Vergleich der Eigenschaften dieser Objekte mit radiolauten AGK wird erlauben, die Unterschiede zwischen beiden Klassen besser zu charakterisieren. Flussdichteausbrüche wurden

bei Mrk 348 und NGC 2639 beobachtet, und Folge-Beobachtungen mit VLBI wurden beantragt, um die Beziehung zwischen den Flussdichteänderungen und der Bildung neuer Jetkomponenten zu untersuchen.

Die physikalischen Prozesse, die zu den beobachteten Langzeitvariationen in AGK führen, können mittels Flussdichtemessungen über große spektrale Bereiche studiert werden. Im November 2003 wurde in einer großangelegten Messkampagne unter Beteiligung von mehr als 50 Radio- und optischen Teleskopen, das BL Lac Objekt 0716+714 für ca. 1 Woche beobachtet. Zeitgleich wurde die Quelle im Röntgen- und γ -Bereich mit dem *INTEGRAL* Satelliten verfolgt. Eine ähnliche Beobachtungskampagne der Quelle 0235+164 mit Teilnahme von *XMM-Newton* im Rahmen der WEBT-Kollaboration (Whole Earth Blazar Telescope) wird von Juli 2003 bis Mai 2004 durchgeführt. Das Ziel ist hier, die Lang- und Kurzzeitvariabilität dieser Quelle im gesamten Bereich des elektromagnetischen Spektrums zu untersuchen. Fünf kurzzeit-variable Quellen wurden auf schnelle Intensitäts- und Polarisationsvariationen in 4 VLBI-Epochen mit dem VLBA und Effelsberg untersucht. Dabei zeigten sich in einzelnen Fällen Polarisationsvariationen auf Zeitskalen von zwei Tagen. Die Beobachtungen dieser Objekte werden weitergeführt.

Das BL Lac-Objekt 0716+714 wurde außerdem mit Hilfe anderer Verfahren beobachtet. Die Variabilität im Sub-Millimeter-Bereich wurde mit dem Heinrich-Hertz-Teleskop untersucht. Hochauflösende Polarisationsuntersuchungen wurden im Abstand von 6 Tagen bzw. einem Tag durchgeführt, zusammen mit Flussdichtenmessungen mit dem Effelsberg 100-m-Radioteleskop. Die Quelle zeigt eine geringe IDV-Aktivität, (Intra Day Variability) wobei die Kernkomponente um ca. 10% in totaler Intensität und um 40% in linearer Polarisation auf dieser Zeitskala variierte. Die Variabilität der totalen Flussdichte hat ihren Ursprung im Kern. VLBI-Daten von 0716+714 aus den letzten 10 Jahren wurden reanalysiert, um ein einheitliches kinematisches Bild des Jets der Quelle zu bekommen. Die Quelle besitzt einen hochrelativistischen Jet mit Geschwindigkeiten bis zu $12c$. Die Messungen lassen sich nur unter der Annahme sehr kleiner Winkel zur Sichtlinie erklären. Die Analyse dreier *XMM-Newton* Röntgen-Beobachtungen zeigt ausgeprägte spektrale Variabilität auf der Zeitskala von Monaten. Die Energieabhängigkeit der Lichtkurve eines starken Flussdichteausbruchs im März 2002 deutet auf eine räumliche Trennung der Regionen hin, in denen die harte bzw. weiche Röntgenstrahlung erzeugt wird. Hinweise auf eine schwache Eisen-Emissionslinie implizieren eine unerwartet geringe Rotverschiebung von $z = 0,1$.

Detaillierte Messungen an kompakten Himmelskörpern

Aus 3 mm-Beobachtungen des AGK von 3C 454.3 in Verbindung mit Archivdaten wurde ein kinematisches Modell für den Jet auf parsec-Skala entwickelt, welcher von $6c$ bei einem Kernabstand von 1 mas (Millibogensekunde) auf $21c$ bei 5 mas Abstand beschleunigt. Das Röntgen-Spektrum des Kerns ist ungewöhnlich flach mit einem Photonenindex von $\Gamma = 0,9$. Eine absorbierende Säulendichte von $N_{\text{H}} = 0,15 \times 10^{22} \text{ cm}^{-2}$ weist auf einen dichten, den Kern umgebenden Torus hin. Nach einem starken Ausbruch im mm- und cm-Bereich wird die Quelle 1633+384 mit Effelsberg und dem VLBA alle 2 – 3 Monate zwischen 3 und 13 mm Wellenlänge beobachtet. Vorläufige Karten deuten starke Strukturvariationen im Jet an, und insbesondere eine systematische Änderung des Auswurfwinkels. Ob dies als Präzession eines rotierenden Schwarzen Loches gedeutet werden kann, ist noch unklar. Alternative Modelle werden diskutiert (z.B. die Rotation schiefer Stoßfronten am Fußpunkt des Jets).

Beobachtung des Quasars 3C 345 mit höchster VLBI-Auflösung zur Untersuchung der innersten parsec-Struktur zeigen eine Periodizität von rund 9 Jahren in den Flussdichtemaxima, den Auswurfwinkeln und den Laufbahnen der Jet-Komponenten. Es gibt Hinweise darauf, dass dieser Quasar zwei umeinander kreisende supermassive Schwarze Löcher enthält. Weiterführende Beobachtungen, vor allem bei 43 und 86 GHz, wurden und werden durchgeführt, um nach weiteren Signaturen dieses vermuteten doppelten Schwarzen-Loch-Systems zu suchen.

Aus neuesten VLBI-Beobachtungen von Cygnus A bei $\lambda 2$ cm, ergänzt durch Archivdaten, wurde ein kinematisches Modell für Jet und Counterjet in diesem System entwickelt. Der Jet beschleunigt sich auf den inneren 2 pc von $0,1c$ auf $0,5c$. Mögliche Erklärungen dafür wären eine tatsächliche Beschleunigung des Plasmas durch Expansion oder eine Strukturierung des Jets in unterschiedlich schnelle Schichten, wobei der Jet radial von innen nach aussen langsamer würde. Beobachtungen im Phasenreferenzverfahren bei 15 GHz und 22 GHz zeigen ein stark invertiertes Spektrum im kernnahen Bereich des Counter-Jets und liefern mit weiteren Indizien Hinweisen darauf, dass die Strahlung aus dem kernnahen Bereich des Counter-Jets durch den aus dem Standardmodell vorgeschlagenen Torus zum Teil absorbiert wird. Die daraus abgeleitete Elektronendichte ist innerhalb der Fehler konsistent mit der gemessenen Absorption im Röntgenbereich.

Multifrequenz-Radiobeobachtungen im Phasenreferenzverfahren deuten ein stark invertiertes Spektrum im kernnahen Bereich des Counterjets an, was auf einen absorbierenden Torus hindeutet. Dieses Ergebnis ist auch mit der im Röntgenbereich gemessenen Absorption konsistent. Ein dichter, absorbierender Torus in unmittelbarer Umgebung des Kerns ist auch im Falle der Galaxie NGC 1052 aus Beobachtungen mit MERLIN (Multi-Element Radio Linked Interferometer Network), *Hubble Space Telescope*, *Chandra* und VLBI zu finden. Die ausgedehnte Röntgenstrahlung lässt auf eine starke Wechselwirkung zwischen dem Jet und dem ihn umgebenden interstellaren Medium schließen. Das nukleare Röntgenspektrum zeigt deutlich den Einfluss eines dichten, absorbierenden, zirkumnuklearen Torus in guter Übereinstimmung mit unabhängigen VLBI Messungen.

Die innere Struktur des Jets in M 87 zeigt Hinweise auf Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten auf Skalen von mehreren Parsec bis über 1 Kiloparsec. Dieses Modell erklärt sowohl die Struktur als auch die Geschwindigkeiten im Jet. Die Jet-Geschwindigkeiten im Falle klassischer Doppel-Radioquellen wurden im Rahmen von Vereinheitlichungsmodellen für AGK untersucht. Für FR I-Radioquellen (Fanaroff-Riley Typ I) wurde eine durchschnittliche Jet-Geschwindigkeit von ca. $0,54c$ bestimmt, während FR II-Quellen Werte von $0,40c$ bei niedrigen und $0,60c$ bei mittleren Rotverschiebungen zeigen.

Im Rahmen der Studien zum Einfluss des interstellaren Mediums auf die Struktur von AGK werden 2005+403 und weitere sieben Quellen im Cygnus-Himmelsgebiet untersucht. Die Quelle 2005+403 zeigt bei langen Wellenlängen eine Vergrößerung ihres Winkeldurchmessers, bedingt durch interstellare Szintillation. Oberhalb von 10 GHz beginnt die intrinsische Struktur zu dominieren. Die Quelle zeigt einen gekrümmten Jet mit Strukturänderungen. Durch Multifrequenz-VLBI-Messungen wird untersucht, ob und wie diese Strukturvariabilität die Szintillations-Eigenschaften der Quelle beeinflusst.

Studien der Supernova SN 1993J in M 81 bei 6 und 18 cm Wellenlänge, 10 Jahre nach der Explosion, wurden fortgesetzt. Ein neues Verfahren zur Bestimmung des Strahlungsprofils und zur Rekonstruktion der dreidimensionalen Absorptions- und Emissionsschichten durch Green-Funktionen ist entwickelt worden. Die Ausdehnung der Quelle folgt einem Potenzgesetz mit einem Index 0,8 bis zu einem Zeitpunkt 1000 Tage nach der Explosion, gefolgt von einer stabilen gebremsten Ausdehnung.

Die Gravitationslinse B0218+357 wurde bei 5 Frequenzen mit dem VLBA und dem 100-m-Radioteleskop Effelsberg beobachtet. Das inverse Phasenreferenzverfahren wurde angewandt, um die absolute Position von B0218+357 in Bezug auf 3 Nachbarquellen zu bestimmen. Ziel ist die Bestimmung der Beziehung der frequenzabhängigen Struktur der Hintergrundquelle zum beobachteten Flussdichte-Verhältnis der einzelnen Komponenten. Vorläufige Karten, durch GPS-Daten für den Einfluss der Ionosphäre korrigiert, wurden erstellt.

Jetgeschwindigkeiten und Jet-Gegenjet-Flussasymmetrien in klassischen doppelseitigen Radiogalaxien wurden modelliert. Dazu wurde angenommen, dass die Jets intrinsisch symmetrisch sind und beobachtete Asymmetrien auf relativistisches Beaming zurückzuführen sind. Vor dem Hintergrund von Vereinheitlichungstheorien verschiedener AGK-Klassen wurde ein analytischer Ausdruck für den kritischen Winkel des Jets zur Sichtlinie ermittelt,

der Quasare von Radiogalaxien trennt. Typische Jetgeschwindigkeiten in FR I-Radioquellen von $\sim (0,54 \pm 0,03)c$ wurden gemessen, während in nahen FR II-Radiogalaxien und in Quasaren mit mittleren Rotverschiebungen Werte um $\sim (0,40 \pm 0,06)c$, bzw. $> 0,6c$ auftreten.

Kontinuums-Beobachtungen von ausserordentlich leuchtkräftigen Infrarot-Galaxien oder ULIRGs (UltraLuminous InfraRed Galaxies) wurden mit EVN (European VLBI Network) und MERLIN durchgeführt. Zwischen 2001 und 2002 erfolgten kombinierte $\lambda 18$ cm Radio-kontinuums-Beobachtungen einer ULIRG-Stichprobe mit EVN und MERLIN. Die Analyse der fünf hellsten Galaxien zeigt leicht aufgelöste Strukturen. In zwei dieser Galaxien sind die Helligkeitstemperaturen und Spektren konsistent mit der Annahme eines schwachen AGK, während die Radiostruktur der übrigen drei Galaxien auf ein gehäuftes Auftreten von Supernovae hindeutet. Eine Analyse der verbleibenden acht schwächeren Galaxien wird derzeit durchgeführt.

Technische Fortschritte

Der Erfolg der wissenschaftlicher Studien basiert massgeblich auf technischen Entwicklungen. Auf diesem Gebiet wurde ein Phaseneichungsverfahren entwickelt, bei dem kurze Beobachtungen bei niedriger Frequenz genutzt werden, um die Phase der höheren Frequenz zu korrigieren. Dieses so genannte *Fast-Frequency-Switching*-Verfahren erhöht die Anzahl der mit 3 mm-VLBI beobachtbaren Quellen von zur Zeit etwa 150 auf über 1000. Bei cm-Wellenlängen wurde ein Verfahren entwickelt, um durch die Atmosphäre erzeugte Phasenfehler zu korrigieren. Mit Hilfe dieses Verfahrens konnte die Eigenbewegung von Wasserdampfmasern in Galaxien der Lokale Gruppe bestimmt werden. Des weiteren ermöglicht die Entwicklung eines Wasserdampf-Radiometers für Effelsberg die Messung atmosphärischer Turbulenzen. Das Radiometer wurde im März 2003 installiert und arbeitet seit Juni im normalen Betrieb. Es ist vorgesehen, die atmosphärischen Messungen dieses Instruments auch zu Eichungsmessungen im europäischen VLBI-Netzwerk zu nutzen.

Im Rahmen des LOPES-Projekts, eines Software-Radio-Interferometers, wird die durch kosmische Strahlung in der Erdatmosphäre hervorgerufene Radiostrahlung untersucht. Simulationsrechnungen konnten den Strahlungsmechanismus erfolgreich als kohärente Synchrotronstrahlung von im Erdmagnetfeld abgelenkten Elektron-Positron-Paaren erklären. Die erste Ausbaustufe des Projekts arbeitet zusammen mit Teilchendetektoren am Forschungszentrum Karlsruhe (KASCADE-Grande), um den Effekt experimentell nachzuweisen. Diese Arbeiten stellen eine Vorbereitung auf das LOFAR (LOW Frequency ARray) und SKA (das Square Kilometer ARray) dar.

Personal: I. Agudo Rodríguez, W. Alef, T. Arshakian, E. Angelakis, U. Bach, S. Britzen, A. Brunthaler, H. Falcke, S. Friedrichs, L. Fuhrmann, K.E. Gabányi, D.A. Graham, A. Horneffer, T. Huege, V. Impellizzeri, M. Kadler, J. Klare, T.P. Krichbaum, E. Koerding, S.S. Lee, A.P. Lobanov, A. Medici, E. Middellberg, R. Mittal, A. Nigl, A. Pagels, A.G. Polatidis, R.W. Porcas, A. Roy, E. Ros Ibarra, B.W. Sohn, A. Witzel, J.A. Zensus mit A. Alberdi (IAA, Spanien), H. Aller (Univ. Michigan, USA), M. Aller (Univ. Michigan, USA), A. Biggs (JIVE, Niederlande), R. Booth (Onsala Space Obs., Schweden), M. Bremer (IRAM, Frankreich), I.W.B. Browne (Jodrell Bank, England), M.H. Cohen (CalTech, USA), E.J.M. Colbert (Goddard/NASA, USA), J.E. Conway (Onsala Space Obs., Schweden), V. Dhawan (NRAO, USA), P.J. Diamond (Jodrell Bank, England), S. Doleman (MIT/Haystack Obs., USA) J. Eilek (NMIMT Socorro USA), H. Fagg (Steward Obs., USA), H. Falcke (seit Oktober, ASTRON, Niederlande), S. Garrington (Jodrell Bank, England), J.L. Gómez (IAA, Spanien), T. Gosh (Arecibo, Puerto Rico), A. Greve (IRAM, Frankreich/Spanien), M. Grewing (IRAM, Frankreich/Spanien), L.J. Greenhill (Harvard-CfA, USA), J.C. Guirado (Univ. Valencia, Spanien), P. Hardee (Univ. Alabama, USA), A. Haungs (FZ Karlsruhe), D.C. Homan (Denison Univ., USA), S. Jorstad (Boston Univ., USA), G.W. Kant (ASTRON, Niederlande), K.I. Kellermann (NRAO, USA), J. Kerp (Astron. Inst. Univ. Bonn), P. Könönen (Metsähovi Obs., Finland), Y.Y. Kovalev (NRAO, USA), L. Lara (Univ. Granada, Spanien), M.L. Lister (Purdue Univ., USA), M.S. Longair (Cambridge Univ., England), R. Lucas (IRAM, Frankreich/Spanien),

F. Mantovani (IRA/CNR, Italien), J.M. Marcaide (Univ. València, Spanien), S. Markoff (MIT, USA), A. Marscher (Boston Univ., USA), I. Martí-Vidal (Univ. València, Spanien), J. Peltonen (Metsähovi Obs., Finland), M.A. Pérez-Torres (Univ. València, IAA & IRAM, Spanien), B. Phillips (MIT/Haystack Obs., USA), Y. Pihlström (NRAO, USA), R.W. Pogge (Ohio State Univ., USA), R.A. Preston (JPL/NASA, USA), C. Raiteri (Torino Obs., Italien), F. Rantakyö (Onsala Space Obs., Schweden), M.J. Reid (Harvard-CfA, USA), A.R. Rogers (MIT/Haystack Obs., USA), J. Roland (Obs. Paris, Frankreich), M. Russo (CalTech, USA), C.S. Salter (Arecibo, Puerto Rico), H. Schieler (FZ Karlsruhe), R.T. Schilizzi (SKA/NFRA, Niederlande), I.I. Shapiro (Harvard-CfA, USA), R.A. Sramek (NRAO, USA), P. Strittmatter (Steward Obs., USA), R. Strom (NFRA, Niederlande), H. Teraesranta (Metsähovi Obs., Finland), M. Titus (MIT/Haystack Obs., USA), C. Trigilio (IRA/CNR, Italien), J. Ulvestad (NRAO, USA), H. Ungerechts (IRAM, Frankreich/Spanien), S. Urpo (Metsähovi Obs., Finland), S. Van Dyk (UCLA, USA), H.J. van Langevelde (JIVE, Niederlande), R.C. Vermeulen (ASTRON, Niederlande), B. Vila-Vilaro (Steward Obs., USA), M. Villata (Torino Obs., Italien), S. Wagner (Landessternwarte Heidelberg), R.C. Walker (NRAO, USA), K.W. Weiler (NRL, USA), A.R. Whitney (MIT/Haystack, USA), T.L. Wilson (Steward Obs., USA), O. Wucknitz (Univ. Potsdam), L. Ziurys (Steward Obs., USA).

4.4 Infrarot–Astronomie, Theorie

Junge Sterne

Mit dem 6-m-Teleskop des Special Astrophysical Observatory wurden beugungstheoretische Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen von mehreren jungen stellaren Objekten mit Ausströmungen (u.a. AFGL 2591, K3-50A) bei nahinfraroten Wellenlängen durchgeführt.

Unsere Speckle-Rekonstruktionen des massiven Protosterns AFGL 2591 zeigen neue Details in den bogenförmigen Strukturen westlich des Sterns in bisher unerreichter Auflösung. Diese Strukturen wurden höchstwahrscheinlich vom starken Wind oder von den Jets des zentralen Protosterns erzeugt. Die zentrale Infrarotquelle wurde klar aufgelöst, und ein Durchmesser von 40 mas (Millibogensekunden), entsprechend etwa 40 AE, wurde bestimmt. Mit 2D-Strahlungstransportsimulationen konnten wir zeigen, dass die beobachtete Struktur höchstwahrscheinlich dem inneren Rand der staubhaltigen dicken Scheibe oder Hülle um den Protostern am StaubsUBLIMATIONS-RADIUS entspricht.

Bei der Infrarotquelle in der ultrakompakten H II-Region K3-50A konnten wir die zentrale $1'' \times 1''$ -Region in mindestens 7 Punktquellen auflösen. Dabei wurden für vier der fünf kürzlich entdeckten $10 \mu\text{m}$ -Quellen in K3-50A Gegenstücke bei $2,2 \mu\text{m}$ gefunden. Diese Ergebnisse unterstützen die Vermutung, dass die H II-Region nicht von einem einzelnen O-Stern ionisiert wird, sondern von einer kompakten Gruppe aus mehreren massiven Sternen. Unsere Beobachtungen zeigten auch zahlreiche Details in der Feinstruktur des diffusen Nebel um K3-50A, die auf eine starke Wechselwirkung der molekularen Ausströmungen mit der umgebenden Materie der Molekülwolke hindeuten. Der diffuse Nebel hat eine kegelförmige Struktur, und die hellste K-Band-Quelle sitzt genau in der Kegelspitze. Deswegen kann der beobachtete Nebel als die klumpige innere Oberfläche einer durch die starken Ausströmungen vom zentralen Protostern erzeugten Öffnung in der zirkumstellaren Hülle gedeutet werden.

Ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeiten war die Untersuchung der jungen stellaren Populationen in verschiedenen Sternentstehungsgebieten. Dazu wurden die Sternentstehungsregionen in der Serpens-Dunkelwolke, in NGC 1333 und in IC 348 mit dem Röntgensatelliten *XMM-Newton* beobachtet. Damit konnten zahlreiche neue Röntgenquellen entdeckt werden, bei denen es sich mehrheitlich um junge Sterne handelt. Auch über die Eigenschaften und den Ursprung der Röntgenemission der jungen Sterne konnten damit neue Einblicke gewonnen werden.

Mit dem Multiobjekt-Spektrographen 2dF am Anglo-Australian-Observatory wurde eine umfangreiche spektroskopische Suche nach bislang unentdeckten sehr massearmen Mitgliedern der Upper Scorpius OB Assoziation durchgeführt. Dabei konnten auch einige Objekte mit Massen von nur etwa $0,05 M_{\odot}$, also junge braune Zwerge, identifiziert werden.

Sterne in späten Entwicklungsphasen

Mit dem 6-m-Teleskop des Special Astrophysical Observatory wurden Speckle-Interferometrie-Messungen von einigen entwickelten Sternen mit beugungstheoretischer Auflösung bei nahinfraroten Wellenlängen durchgeführt.

Speckle-Interferometrie des sauerstoffreichen OH/IR-Sterns OH 104.9+2.4 im K' -Band zeigt eine deutlich aufgelöste Staubhülle, deren Staubverteilung keine Abweichung von sphärischer Symmetrie erkennen läßt. Unter Hinzunahme photometrischer und spektrophotometrischer Daten konnten die spektrale Energieverteilung (SED), welche ihr Maximum im Infraroten hat, und die Visibilität im K' -Band durch Rechnungen mit dem Strahlungstransportprogramm DUSTY erfolgreich simultan und für mehrere Pulsationsperioden modelliert werden. Der globale Verlauf der SED sowie deren prominentes SiO-Absorptionsfeature bei $9,7 \mu\text{m}$ konnten dabei durch die Modelle reproduziert und zahlreiche physikalische Parameter wie beispielsweise die optische Tiefe der Staubhülle ($\tau_{0,55 \mu\text{m}} = 158$, $\tau_{2,2 \mu\text{m}} = 6,5$, $\tau_{9,7 \mu\text{m}} = 14$), und deren Temperatur am Innenrand ($T_{\text{in}} = 1000 \text{ K}$), die Effektivtemperatur des Zentralsterns ($T_{\text{eff}} = 2500 \text{ K}$), die Staubkorngrößen und deren Verteilungsfunktion sowie das Dichteprofil innerhalb der Staubschale abgeleitet werden. Mit aus der Literatur bekannten Referenzwerten für die Entfernung des Objektes und der Ausflußgeschwindigkeit der Materie konnten dann nach Bestimmung der Pulsationsperiode von OH 104.9+2.4 zu $P \simeq 1600$ Tagen Größen wie der bolometrische Fluß und die entsprechende Leuchtkraft zu mehreren Phasen, Radius und Masse des Zentralsterns ($R_{\star} \simeq 600 R_{\odot}$, $M_{\star} \simeq 1 M_{\odot}$), sowie die absoluten Dimensionen der Staubhülle und die Massenverlustrate ($\dot{M} \simeq 2,2 \times 10^{-5} M_{\odot}/\text{Jahr}$) bestimmt werden. Zahlreiche der gefundenen Parameter konnten durch Rechnungen mit dem RGD-Programm (Men'shchikov et al. 1997) bestätigt werden.

Die zirkumstellare Staubhülle des Kohlenstoffsterns LP And konnte im K' - und H -Band mit Hilfe von Speckle-Interferometrie-Messungen aufgelöst werden. LP And befindet sich in 700 pc Entfernung, pulsiert mit einer Periode von etwa 620 Tagen und zeichnet sich u.a. durch eine hohe Massenverlustrate von der Größenordnung von $10^{-5} M_{\odot}/\text{Jahr}$ aus. Die Staubhülle von LP And wurde mit Hilfe von Strahlungstransportrechnungen untersucht, bei denen neben der bereits bekannten SED gleichzeitig die räumlich hochaufgelösten Speckle-Interferometrie-Messungen im H - und K' -Band berücksichtigt worden sind. Auf Grundlage der simulierten Modellierung der H - und K' -Band-Visibilitäten sowie der SED konnten Aussagen über die chemische Zusammensetzung, den Dichte- und Temperaturverlauf sowie die Staubkorngrößenverteilung innerhalb der zirkumstellaren Staubhülle getroffen werden.

Seyfert-Galaxien

Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Untersuchungen der Seyfert 2 Galaxie NGC 1068 wurden fortgesetzt. Die H- und K-Band Rekonstruktionen zeigen eine sehr kompakte Struktur mit einer Ausdehnung von $20 \times 40 \text{ mas}$ (entsprechend $1,5 \times 3 \text{ pc}$). Der Fluß dieses Kerns bei $2,2 \mu\text{m}$ beträgt etwa $0,5 \text{ Jy}$. Weiterhin sind ausgedehnte Strukturen in den K-Band Messungen erkennbar, die den inneren Emissionslinien-Regionen in optischen Aufnahmen entsprechen und mit dem Radio-Jet in Beziehung stehen.

Zum Verständnis der Emission von Seyfert-Kernen im nahen Infraroten wurden Berechnungen des Strahlungstransports in stark strukturierten zirkumnuklearen Staubverteilungen begonnen. In Zusammenhang damit konnte ein dynamisches Modell für geometrisch dicke, ringartige Staubverteilungen entwickelt werden, wie sie im vereinheitlichten Schema der Struktur aktiver galaktischer Kerne vorgeschlagen werden. Es ergaben sich Kriterien für

den Aufbau von Staubwolken und ihre Verteilung, die als Grundlage für den Strahlungstransport dienen. Die Klassifizierung von Seyfert-Galaxien und anderen aktiven Galaxienkernen nach der Stärke der Absorption der direkten Strahlung des aktiven Kerns durch Gas und Staub ist demnach nicht nur eine Konsequenz aus der Position des Beobachters zur Rotationsachse der Staubverteilung. Das Erscheinungsbild des aktiven Kerns wird zusätzlich durch die stellare Massenverteilung im Zentrum und die Massentransportrate durch die Staubregion zum zentralen Schwarzen Loch hin mitbestimmt.

Infrarot-Interferometrie

Mira (oCet) wurde mit dem VINCI-Strahlvereinigungsinstrument am ESO Very Large Telescope Interferometer (VLTI) beobachtet. Durch das Anpassen verschiedener theoretischer Visibility-Funktionen (Bessel-Scholz-Wood-Modelle) an die gemessenen Visibilities wurden Rosseland-Winkelradien ermittelt. Mit diesen Winkelradien und mittels der aus allen verfügbaren photometrischen und spektrophotometrischen Daten ermittelten spektralen Engverteilung wurde eine Effektivtemperatur von $T_{\text{eff}} = 3190$ K bei der Phase 0,13 und eine Effektivtemperatur von $T_{\text{eff}} = 2920$ K bei der Phase 0,4 bestimmt. Der Vergleich der Rosseland-Radien, Effektivtemperaturen und der Form der Visibility-Funktion mit Modellvorhersagen deutet darauf hin, dass oCet ein Fundamental-Mode-Pulsator ist. Der Rosseland-Durchmesser von oCet vergrößerte sich von 29 mas bei der Phase 0,13 auf 35 mas bei der Phase 0,4.

Der Mira-Stern RR Sco wurde im Rahmen der Science Demonstration Time mit dem VLTI/MIDI Interferometer bei Wellenlängen zwischen 8 und 13 μm mit einer spektralen Auflösung von 20 beobachtet. Die Beobachtung ermöglichte die Untersuchung der Wellenlängenabhängigkeit der Visibility und somit des Uniform-Disk-Winkeldurchmessers von RR Sco. Während der Winkeldurchmesser bei Wellenlängen zwischen 8 und 10 μm nahezu durchgehend bei 18 mas liegt, vergrößert er sich jenseits von 10 μm kontinuierlich bis auf 24 μm bei einer Wellenlänge von 13 μm . Die mit MIDI gemessenen Durchmesser sind alle signifikant größer als der *K*-Band-Durchmesser von 11 mas, welcher mit VLTI/VINCI gemessen wurde. Unsere Modellrechnungen zeigen, dass der Visibility-Verlauf zwischen 8 und 13 μm erklärt werden kann, wenn man annimmt, dass RR Sco im Abstand von 2 Sternradien von einer optisch dicken, vergleichsweise warmen Hülle umgeben ist, die aus Wasser- und SiO-Molekülen besteht, sowie einer optisch dünnen Hülle im Abstand von ca. 8 Sternradien, die hauptsächlich aus Silikaten und Al_2O_3 zusammengesetzt ist. Die Emission der optisch dicken Hülle bestimmt den Radius zwischen 8 und 10 μm und erklärt gleichzeitig den gegenüber dem Kontinuum deutlich größer ausfallenden Radius. Die zwischen 10 und 13 μm gemessene Radiusänderung ist hingegen auf die Emission der weiter außen angesiedelten optisch dünnen Hülle zurückzuführen.

Ein Arbeits-Schwerpunkt der Gruppe ist die Mitarbeit an der AMBER-Kamera für das VLTI. AMBER wurde von einem Konsortium gebaut, das aus Gruppen der Universität Nizza und Grenoble, des Arcetri-Observatoriums und des MPIfR besteht. AMBER ist ein Phase-Closure-Instrument, das mit 3 Teleskopen im Nahinfrarot arbeitet. Bei einer Wellenlänge von 1 μm und mit Basislinien von bis zu 200 Metern kann die bisher unerreichte Winkelauflösung von einer Millibogensekunde erzielt werden. Die Glasfaseroptik des AMBER-Instruments erlaubt die präzise Messung von Visibilities und Closure Phases. Beispielsweise können Visibilities mit einer Genauigkeit von $\sim 0,1\%$ bestimmt werden. Die spektral dispergierten Interferogramme erlauben die differentielle Messung von Visibilities bei verschiedenen Wellenlängen mit Fehlern, die im Bereich von nur $\sim 0,01\%$ liegen. Die Grenzhelligkeit des Instruments im *K*-Band beträgt voraussichtlich 14^{m} .

Unsere vorrangigen wissenschaftlichen Ziele im Zusammenhang mit AMBER sind VLTI-Untersuchungen von jungen stellaren Objekten, entwickelten Sternen sowie aktiven Galaxienkernen mit hoher räumlicher und spektraler Auflösung ($\lambda/\Delta\lambda$ 100 bis 10 000). Die hohe Genauigkeit der gemessenen Visibilities wird mit großer Wahrscheinlichkeit das interferometrische Entdecken extrasolarer Planeten und die Auflösung der Broad-Line-Region aktiver Galaxienkerne im Infraroten ermöglichen. Im Februar 2004 wird AMBER nach Chile transportiert und im Mai 2004 beginnt die erste Commissioning-Phase.

Ein weiterer IR-Interferometrie-Schwerpunkt in unserer Gruppe ist die Mitarbeit beim Bau des LINC-NIRVANA-Interferometrie-Instruments für das Large Binocular Telescope (LBT), bei dem das einfallende Licht der beiden 8,4m-Spiegel des LBT nach dem Fizeau-Prinzip zur Interferenz gebracht wird. LINC-NIRVANA operiert zwischen 0,5 und 2,4 μm und zeichnet sich u.a. durch ein großes Bildfeld (11''), eine hohe Sensitivität (Grenzhelligkeit im K -Band $m_K > 26$) sowie eine sehr gute Abdeckung der uv -Ebene aus. Das Instrument wird Bilder mit einer Auflösung liefern, die der Beugungsgrenze eines 23-m-Teleskops entspricht. Unsere Gruppe steuert für LINC-NIRVANA den NIR-Fringe-Tracker-Detektor und die wissenschaftliche Datenreduktionssoftware bei.

Hochenergiephysik und aktive Galaxienkerne

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

1) Wir schlagen vor, dass der EeV-Exzess ($1 \text{ EeV} = 10^{18} \text{ eV}$), der in der Kosmischen Strahlung aus der Nähe des Galaktischen Zentrums entdeckt wurde, herrührt von den Teilchen des letzten oder der beiden letzten Gamma Ray Bursts (GRBs) in unserer Galaxis. Die eigentliche Idee ist, dass GRBs zwei einander entgegengesetzte Strahlen von Teilchen aussenden, von denen die meisten zu Neutronen konvertiert wurden nach einer Wechselwirkung von Protonen mit Photonen. Diese Neutronen zerfallen zurück zu Protonen, welche dann wiederum im Galaktischen Magnetfeld gefangen wurden, und so eine Zeit lang in der Galaktischen Scheibe gefangen sind. Dabei wechselwirken einige wenige der Protonen wiederum mit dem interstellaren Gas, und erzeugen dabei erneut Neutronen. Diese zweite Generation der Neutronen wird isotrop emittiert, und kann so beobachtet werden. Daraus können dann die Eigenschaften des Beitrages der GRBs zu der Population Kosmischer Strahlung abgeschätzt werden. Das gesamte Konzept kann mit AUGER (dem "Pierre Auger Observatorium" zur Untersuchung der Kosmischen Strahlung bei höchsten Energien) getestet werden.

2) Die höchstenergetischen Teilchen jenseits des Cut-Offs, der von der Wechselwirkung mit der kosmischen Hintergrundstrahlung induziert wird, können alle den Quellen M 87 für die höchsten Energien (oberhalb 100 EeV), und Cen A fuer die niedrigeren Energien (nahe 20 EeV) zugeordnet werden. Die nächststärkste Quelle ist NGC 1068 in diesem Modell; sie trägt bei 1 EeV nur vernachlässigbar bei. Mit einem Modell des Magnetfelds im Galaktischen Halowind, welches allen Bedingungen der Beobachtung genügt, wie Drehimpulstransport, beobachtetes Rotationsmaß und Röntgenemission, simulieren wir die Ausbreitung dieser Teilchen. In der Grenze starker Streuung sind die Ankunftsrichtungen dieser Teilchen nahezu isotrop um 30 EeV, zeigen aber eine zunehmend anisotrope Verteilung am Himmel bei den höchsten Energien. Auch dieses Konzept kann mit AUGER geprüft werden.

3) Wir sagen eine TeV ($1 \text{ TeV} = 10^{12} \text{ eV}$) Gamma-Emission der Galaxis voraus durch Wechselwirkung der Kosmischen Strahlung in der Galaxis. Dabei berücksichtigen wir alle bekannte Bedingungen für die Teilchen der Kosmischen Strahlung auch bei sehr hohen Energien (über das "Knie" hinaus), wie zum Beispiel in den KASKADE-Daten für vertikale und schiefe Schauer. In unserem Modell werden fünf wesentliche Beiträge berücksichtigt: i) Wechselwirkung der Kosmischen Strahlung im allgemeinen interstellaren Medium. ii) Wechselwirkung der Kosmischen Strahlung in der Nähe von Roten Überriesensternen kurz nach der Explosion. iii) Wechselwirkung der Kosmischen Strahlung in der Nähe von Blauen Überriesen bzw. Wolf-Rayet-Sternen. iv) Beitrag der inversen Comptonstreuung mit dem allgemeinen Photonenfeld. v) Bremsstrahlungsemission der Elektronen der Kosmischen Strahlung. Dieses Modell ist konsistent mit allen bekannten Messungen der Gammastrahlung der inneren und äusseren Bereiche der Galaxis, der Breiten- wie der Höhenverteilung. Dieses Modell kann mit den Gamma-Teleskopen HESS und MAGIC getestet werden.

Personal: M. Berger, P. Biermann, S. Casanova, A. Curutiu, T. Driebe, M. Eberhardt, S. Gong, K.-H. Hofmann, N. Ikhsanov, C. Karow, T. Kellmann, T. Kneiske, H. Lee, I. Maris, S. Markoff, A. Meli, A. Men'shchikov S. Moiseenko, F. Munyaneza, N. Nemes, O.

Nenestyan, A. Odegard, K. Ohnaka, G. Pavalas, T. Preibisch, D. Riechers, R. Roman, D. Schertl, K. Smith, O. Tascau, S. Ter-Antonyan, V. Tudose, A. Vasile, G. Weigelt, K. Weiss, J.M. Winters, C. Woodruff, F. Yuan, C. Zier,
mit K. Jeong, E. Sedlmayr (Univ. Berlin), U. Klein, H. Rottmann (Univ. Bonn), T. Enßlin, G. Pugliese (MPA Garching), W. Duschl, M. Scholz (Univ. Heidelberg), G. Schäfer (Univ. Jena), H. Blümer, R. Engel (FZ Karlsruhe), H. Holweger, W. Stolzmann (Univ. Kiel), B. Freytag, H.-G. Ludwig (Univ. Kopenhagen), D. Schönberner, H. Zinnecker (AIP, Potsdam), F. Herwig (Univ. Potsdam), E. Guenther (Sternwarte Tautenburg), J. Becker, K.-H. Kampert, W. Rhode (Univ. Wuppertal), T. Kneiske, K. Mannheim (Univ. Würzburg), 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), P. Mathias, R. Petrov (Univ. Nizza), L. Testi, A. Marconi (Arcetri), R. Foy (Univ. Lyon), P. Stee (OCA), D. Fraix-Burnet, 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), R. Fender, R. Waters (Univ. Amsterdam), B. Yudin (Sternberg Institut, Moskau), G. Herbig (Univ. of Hawaii), E.-J. Ahn (Univ. Chicago), Z. Cao (Univ. Utah), A. Donea (Univ. Adelaide, Australien), H. Kang (Pusan Nat. Univ., Korea), G. Krishna (Nat. Center for Radio Astron., Pune, India), P. Kronberg (Univ. Toronto, Canada), N. Langer (Univ. Utrecht, Netherlands), G. Medina-Tanco (Univ. Sao Paolo), S. Moiseenko (Space Research Inst., Moscow), B. Nath (Raman Res. Inst., Bangalore, India), K. Petrovay (Univ. Budapest), R. Protheroe (Univ. of Adelaide, Australia), M. Rusu (Univ. of Bucarest, Romania), D. Ryu (Chungnam Nat. Univ., Daejeon, Korea), N. Sanchez (Observ. de Paris), G. Sigl (Inst. for Astrophys., Paris), S. Ter-Antonyan (Univ. Erewan, Armenia), Y. Wang (Purple Mountain Obs., Nanjing, China), H. de Vega (Univ. of Paris, Frankreich), A. Wandel (Hebrew Univ., Jerusalem, Israel), S. Westerhoff (Columbia Univ., New York, USA) E.S. Seo, R. Sina (Univ. Maryland, USA), T. Stanev (Bartol Res. Inst., Newark, USA),

5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

5.1 Diplomarbeiten

Abgeschlossen:

Friedrich, S.: Polarisationsmessungen am BL Lac-Objekt 0954+658 mittels Space-VLBI. Bonn 2003.
Impellizzeri, V.: BL Lac 0716+714 : a study of short term variations. Bonn 2003.
Kauffmann, J.: The structure and stability of star-forming molecular clouds. Bonn 2003.
Curutiu, A.: Bending of the orbit of ultra high energy cosmic rays in a magnetic halo-wind of the Galaxy. Bukarest 2003.
Maris, I.: Pointing of ultra high energy cosmic rays, and source identification. Bukarest 2003.
Nenestyan, O.: Jet-Disk symbiosis and high energy particles. Cluj-Napoca 2003.
Tascau, O.: Ultra high energy cosmic rays from quiescent black holes. Bukarest 2003.
Trompeter, D. P.: Entwicklung eines Rausch- und Sweepsignal-Senders zur Kalibration eines radioastronomischen Empfängers für eine Bandbreite von 30 GHz bis 34 GHz. Bonn 2003.
Woodruff, C.: IR-Interferometrie von Mira mit dem VLTI/VINCI-Instrument. Bonn 2003.

Laufend:

Ancu, L.: The cosmic contributions to cosmic rays from radio galaxies.
Berger, M.: Speckle-Interferometrie und Strahlungstransportmodellierung des Kohlenstoff-Sterns LP And.
Chita, S.: The heating of clusters of galaxies by particles and waves from intermittent jets of radio galaxies.

Condeescu, C.: The cosmic evolution of gamma ray bursts and their cosmic ray contribution.
 Curtev, V.: The forcing of regular magnetic fields in the Galaxy through sheet currents.
 Dutan, I.: The efficiency of accretion to spinning black holes.
 Eberhardt, M.: Messungen der Durchmesservariation von Omicron Ceti mit dem VLTI-Interferometer.
 Karow, C.: IR-Interferometrie von entwickelten Sternen mit dem VLTI/VINCI-Instrument.
 Nemes, N.: Contributions of Galactic Mergers to the Gravitational Wave Background.
 Odegard, A.: Echoes from a Gamma Ray Burst.
 Pavallas, G.: Energetics and Structure of AGN Jets.
 Popescu, A.: Abundances in cosmic rays.
 Reuen, L.: Interstellare Molekülwolken.
 Riechers, D.: Speckle-Interferometrie und Strahlungstransportmodellierung von Sternen in späten Entwicklungsstadien: Der OH/IR-Stern OH 104.9+2.4.
 Tudose, V.: Anisotropic jets in blazars and GRBs.
 Vasile, A.: Diffusion model for cosmic ray interaction.

5.2 Dissertationen

Abgeschlossen:

Cimò, G.: Multi-frequency analysis of intraday variable radio sources. Bonn 2003.
 Chiong, Ch.: Zeeman Measurements using SO(1–0 0–1) Transition and Heterodyne Observations towards the W 51 region.
 Comito, C.: Exploring the submillimeter sky : molecular line studies at 350 μm . Bonn 2003.
 Klare, J.: Quasi-periodicity in the parsec-scale jet of the quasar 3C 345 : A high resolution study using VSOP and VLBA. Bonn 2003.
 Raccanelli, A.: HUMBA : the Hundred Millikelvin Bolometer Array for 2 mm Continuum Observations. Bonn 2003.
 Siringo, G.: PolKa : a polarimeter for submillimeter bolometer arrays. Bonn 2003.
 Sohn, B.W.: Asymmetrien von Radiogalaxien. RAIUB, Bonn 2003.

Laufend:

Angelakis, E.: Elimination of a major fraction of fore-ground sources in the CBI field.
 Bach, U.: VLBI studies of Cygnus A and S5 0716+714, two prototype AGN.
 Böttner, C.: Dust and Gas in Cirrus Cloud Cores (RAIUB).
 Bradac, M.: Cluster mass reconstruction using weak lensing analysis (IAEF).
 Brunthaler, A.: Proper motion of galaxies in the local group measured with VLBI.
 Forbrich, J.: Interstellar Magnetic Fields.
 Fuhrmann, L.: Variabilität und Struktur extragalaktischer Radioquellen.
 Friedrich, S.: Structure and Kinematics in VLBI Jets.
 Gabányi, K.E.: High Resolution Studies of scatter-affected Quasars.
 Ghosh, S.: The connection of jets to disks.
 Haroyan, L.: Monte-Carlo Simulationen der PeV Luftschauber.
 Horneffer, A.: Design and operation of digital radio antennas for measuring low-frequency radio emission from cosmic ray air showers.
 Huege, T.: Geosynchrotron emission from cosmic ray induced extensive air showers.
 Impellizeri, V.: Polarisation Variability in ultracompact AGN.
 Jin, C.: Highest resolution studies of intraday variable radio sources.
 Kadler, M.: Radio and X-ray observations of AGN.
 Kauffmann, J.: Probing the Structure of Star-Forming Molecular Clouds.
 Kellmann, T.: Neutrino und UHECR-Produktion in AGN.
 Klein, B.: Die Suche nach hochdispersierten Radio-Pulsaren in Richtung des Galaktischen Zentrums.
 Körtling, E.: X-ray and radio Variability of microquasars.

La Porta, L.: The influence of Galactic foreground emission on the determination of cosmic microwave background fluctuations.
 Lee, H.: The topology of interstellar magnetic fields.
 Leurini, S.: Excitation of interstellar methanol. Observations and models.
 Mao, R.: Study of Molecular Spectra in Massive Star Forming Regions.
 Medici, A.: Broadband Distribution of Brightness Temperature of Radio Emission from Compact Extragalactic Jets.
 Middelberg, E.: Hochauflösende Beobachtungen von Radiogalaxien.
 Mittal, R.: Multifrequency VLBI Observations of Gravitational Lenses.
 Mikulics, M.: Entwicklung von LTGaAs Fotomischern zum Einsatz auf SOFIA.
 Pagels, A.: Millimeter VLBI Monitoring of bright Radio Sources.
 Pillai, T.: Molecular observations of infrared dark clouds.
 Siebe, F.: Optimierung von Fotomischern für den Einsatz in Terahertz-Lokaloszillator-Quellen.
 Ulrich, R.: High energy cosmic ray interaction in the Galaxy, specifically the cosmic rays from gamma ray bursts.
 Voß, H.: The Nature of the Far-Infrared/Millimeter Background Population.
 Wang, M.: Astrochemistry of Nuclear Starbursts
 Wolleben, M.: Calibration and Analysis of Galactic Polarized Emission.

6 Tagungen, Kooperationen, Öffentlichkeitsarbeit

6.1 Tagungen und Veranstaltungen

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

Am 20. Februar wurde an der Forschungsstation Effelsberg ein Workshop über Laufschienen großer Teleskope abgehalten (E. Fürst).

Vom 22. bis 26. April fand das IAU Symposium 192: Supernovae (10 years of SN 1993J) in Valencia (Spanien) statt (E. Ros, Mitorganisation).

Am 24. und 25. April wurde ein zweitägiger “Bonn-München-Workshop” zum Thema “Multiwavelength Approach of Neutron Stars and Supernova Remnants” am Institut durchgeführt (R. Wielebinski, O. Löhmer mit W. Becker, MPE Garching).

Vom 10. bis 14. Mai wurde in Mayschoss (Ahrtal) die 1. ENIGMA-Konferenz (European Network for the Investigation of Galactic nuclei through Multifrequency Analysis) organisiert (A. Witzel, A. Zensus mit S. Wagner, LSW Heidelberg).

Am 23. Juli wurde innerhalb des Programms der 25. General Assembly der IAU in Sydney/Australien eine “Joint Discussion” (JD21) zum Thema “The Astrochemistry of External Galaxies” durchgeführt (C. Henkel, chair).

Vom 8. bis 12. September wurde die internationale Konferenz “The Magnetized Interstellar Medium” in Antalya/Türkei veranstaltet (W. Reich, B. Uyaniker, R. Wielebinski).

Vom 16. bis 19. September fand die XXXIII. Young European Radio Astronomers Conference beim CJD (Christliches Jugenddorfwerk Deutschland e.V.) in Bonn statt (A.G. Polatidis, E. Lahr-Nilles, C. Brüns, C. Comito). Ca. 40 Doktoranden bzw. junge Postdocs aus 12 europäischen Länder nahmen daran teil.

Am 5. November fand der diesjährige Bonn-Dwingeloo Workshop ASTRON/JIVE in den Niederlanden statt (R. Porcas mit L. Gurvits/JIVE).

6.2 Kooperationen

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

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

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

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

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

Der gemeinsame Betrieb des Heinrich-Hertz-Teleskops bedingt eine enge Zusammenarbeit mit dem Steward-Observatorium der Univ. Arizona.

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

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

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

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

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

In Zusammenarbeit mit der ESO und den Universitäten Nizza, Grenoble und Florenz wird eine Infrarotkamera (AMBER-Projekt) für das VLTI entwickelt (G. Weigelt).

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

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

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

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

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

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

Eine Kollaboration erfolgte mit dem Dominion Radio Astrophysical Observatory (DRAO) in Penticton/Kanada zur Installation eines Polarimeters an das dortige 26-m Teleskop und der Durchführung eines 21 cm Polarisations surveys des Nordhimmels (W. Reich).

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

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

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

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

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

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

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

6.3 Öffentlichkeitsarbeit

Im Besucherpavillon, direkt am Standort des 100-m-Radioteleskops, fanden von April bis Oktober 320 einstündige Informationsveranstaltungen mit knapp 10000 Teilnehmern für sehr unterschiedliche Besuchergruppen statt.

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

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

Die Reihe "Neues aus dem All" wird seit drei Jahren gemeinsam vom MPIfR, den Astronomischen Instituten der Universität Bonn und dem Deutschen Museum Bonn durchgeführt. Im Jahr 2003 gab es drei Veranstaltungen zum Thema "Die Chemie des Universums".

Im Berichtszeitraum wurden sieben Pressemeldungen herausgegeben, vier davon gemeinsam mit der MPG in deutscher und englischer Sprache.

Beim "Tag der Offenen Tür" des Campus Birlinghoven am 10. Mai war das MPIfR mit einer Präsentation ("Zukunft der Radioastronomie") vertreten.

Ein eingeladener Vortrag zum Thema "Radioastronomie - von der Erde bis zu den Grenzen des Universums" wurde bei den "Tagen der Sachsenastronomie" (Lehrerfortbildung, 14.-16. Juli in Sohland/Spree) präsentiert.

Zum "Tag der Astronomie" am 23. August wurde eine Serie von sechs Themenvorträgen im Besucherpavillon am Radioteleskop Effelsberg präsentiert.

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

7 Veröffentlichungen

7.1 In Zeitschriften und Büchern

Abidin, Z. Z., Leahy, J. P., Wilkinson, A., Reich, P., Reich, W., Wielebinski, R.: Synchrotron polarization at high galactic latitude. *New Astronomy Reviews* 47, 1151-1157 (2003).

Alef, W., Krichbaum, T. P., Roy, A. L., Middelberg, E., Graham, D. A., Porcas, R. W., Teuber, U., Keller, R., Zensus, J. A.: mm-VLBI : a major field of research at MPIfR. In: *New Technologies in VLBI*. (Ed.) Minh, Y. C. ASP Conf. Series No. 306, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 39-52.

Argon, A. L., Reid, M. J., Menten, K. M.: A class of interstellar OH masers associated with protostellar outflows. *Astrophys. J.* 593, 925-930 (2003).

Batrla, W., Wilson, T. L.: Kinetic temperatures in the Orion bar. *Astron. Astrophys.* 408, 231-235 (2003).

Beck, R., Shukurov, A., Sokoloff, D., Wielebinski, R.: Systematic bias in interstellar magnetic field estimates. *Astron. Astrophys.* 411, 99-107 (2003).

Beckert, T.: Circular polarization and magnetic fields in jet models. *Astrophys. Space Science* 288, 123-132 (2003).

Berkhuijsen, E. M., Beck, R., Hoernes, P.: The polarized disk in M31 at λ 6 cm. *Astron. Astrophys.* 398, 937-948 (2003).

Bertoldi, F., Bonn, M., Frail, D. A., Berger, E., Menten, K. M., Kulkarni, S.: GRB031026 : 1.2 mm upper limit with MAMBO at the IRAM 30m. GRB Coordinates Network, Circular Service No. 2440. Internet: <http://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/2440.gcn3>.

Bertoldi, F., Carilli, C. L., Cox, P., Fan, X., Strauss, M. A., Beelen, A., Omont, A., Zylka, R.: Dust emission from the most distant quasars. *Astron. Astrophys.* 406, L55-L58 (2003).

Bertoldi, F., Cox, P., Neri, R., Carilli, C. L., Walter, F., Omont, A., Beelen, A., Henkel, C., Fan, X., Strauss, M. A., Menten, K. M.: High-excitation CO in a quasar host galaxy at $z = 6.42$. *Astron. Astrophys.* 409, L47-L50 (2003).

Bertoldi, F., Frail, D. A., Berger, E., Menten, K. M., Kulkarni, S.: GRB030115 : 1.2 mm upper limits with MAMBO @ IRAM 30m. GRB Coordinates Network, Circular Service No. 1835. Internet: <http://gcn.gsfc.nasa.gov/gcn3/1835.gcn3>

Beuther, H., Schilke, P., Stanke, T.: Multiple outflows in IRAS 19410+2336. *Astron. Astrophys.* 408, 601-610 (2003).

Biermann, P. L.: Origin and physics of the highest energy cosmic rays observed in the universe. *Progress in Astronomy* 21, 53-63 (2003).

Biermann, P. L., Enlin, T. A., Kang, H., Lee, H., Ryu, D.: Cosmic rays in clusters of galaxies. Matter and energy in clusters of galaxies. (Eds.) Bowyer, S.; Hwang, C. - Y. ASP Conf. Series No. 301, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, Cal. 2003, 293-311.

Biermann, P. L., Galea, C.: Origin of cosmic magnetic fields. In: *The Early Universe and the Cosmic Microwave Background : Theory and Observations*. (Eds.) Sánchez, N. G.; Parijskij, Y. N. NATO ASI Series No. 130, Kluwer, Dordrecht 2003, 471-488.

Biermann, P. L., Medina-Tanco, G.: Ultra high energy cosmic ray sources & experimental results. *Nuclear Physics B (Proc. Suppl.)* 122, 86-97 (2003).

Biermann, P. L., Moiseenko, S., Ter-Antonyan, S., Vasile, A.: Cosmic rays from PeV to ZeV, stellar evolution, supernova physics and gamma ray bursts. In: *The Early Universe and the Cosmic Microwave Background : Theory and Observations*. (Eds.) Sánchez, N. G.; Parijskij, Y. N. NATO ASI Series No. 130, Kluwer, Dordrecht 2003, 489-516.

- Biggs, A. D., Wucknitz, O., Porcas, R. W., Browne, W. A., Jackson, N., Mao, S., Patnaik, A. R., Wilkinson, P. N.: Global 8.4-GHz VLBI observations of JVAS B0218+357. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 338, 599-608 (2003).
- Blöcker, T.: H- and He-burning central stars and the evolution to white dwarfs. In: *Planetary Nebulae and their Role in the Universe*. (Eds.) Kwok, S.; Dopita, M.; Sutherland, R. IAU Symp. No. 209, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 101-108.
- Blöcker, T., Balega, Y., Hofmann, K. - H., Menshchikov, A., Weigelt, G., Winters, J. M.: Bispectrum speckle interferometry and future long-baseline interferometry of the carbon star IRC +10216. In: *Interferometry for Optical Astronomy II*. (Ed.) Traub, W. A. SPIE Proceedings No. 4838, SPIE, Bellingham 2003, 1055-1060.
- Blöcker, T., Hofmann, K. - H., Weigelt, G.: Spectral observations of envelopes around stars in late stages of stellar evolution. In: *Observing with the VLT Interferometer*. (Eds.) Perrin, G.; Malbet, F. EAS publication series No. 6, EDP Sciences, Les Ulis 2003, 203-212.
- Bower, G. C., Wright, M. C. H., Falcke, H., Backer, D. C.: Interferometric detection of linear polarization from Sagittarius A* at 230 GHz. *Astrophys. J.* 588, 331-337 (2003).
- Braatz, J. A., Wilson, A. S., Henkel, C., Gough, R., Sinclair, M.: A survey for H₂O megamasers III : monitoring water vapor masers in active galaxies. *Astrophys. J. Suppl.* 146, 249-265 (2003).
- Brown, J. C., Taylor, A. R., Wielebinski, R., Müller, P.: On large-scale magnetic field reversals in the outer Galaxy. *Astrophys. J.* 592, L29-L32 (2003).
- Brunthaler, A., Falcke, H., Bower, G. C., Aller, M. F., Aller, H. D., Teräsranta, H., Krichbaum, T. P.: III Zw 2 : evolution of a radio galaxy in a nutshell. *Publications of the Astronomical Society of Australia* 20, 126-128 (2003).
- Carilli, C. L., Lewis, G. F., Djorgovski, S. G., Mahabal, A., Cox, P., Bertoldi, F., Omont, A.: A molecular Einstein ring : imaging a starburst disk surrounding a quasi stellar object. *Science* 300, 773-775 (2003).
- Caselli, P., van der Tak, F. F. S., Ceccarelli, C., Bacmann, A.: Abundant H₂D+ in the pre-stellar core L1544. *Astron. Astrophys.* 403, L37-L42 (2003).
- Chini, R., Brown, D., Hoffmeister, V. H., Manthey, E., Scheyda, C. M., Schmidthuisen, O., Krügel, E., Kürster, M., Testi, L.: The stellar content of the young cluster in M 17. In: *Galactic Star Formation Across the Stellar Mass Spectrum*. (Eds.) De Buizer, J. M.; van der Blik, N. S. ASP Conf. Series No. 287, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 415-420.
- Chini, R., Kämpgen, K., Reipurth, B., Albrecht, M., Kreysa, E., Lemke, R., Nielbock, M., Reichertz, L. A., Sievers, A., Zylka, R.: SIMBA observations of the R Corona Australis molecular cloud. *Astron. Astrophys.* 409, 235-244 (2003).
- Chyzy, K. T., Knapik, J., Bomans, D., Klein, U., Beck, R., Soida, M., Urbanik, M.: Magnetic fields and ionized gas in the local group irregular galaxies IC 10 and NGC 6822. *Astron. Astrophys.* 405, 513-524 (2003).
- Cohen, M. H., Russo, M. A., Homan, D. C., Kellermann, K. I., Lister, M. L., Vermeulen, R. C., Ros, E., Zensus, J. A.: Variability and velocity of superluminal sources. In: *Radio Astronomy at the Fringe*. (Eds.) Zensus, J. A.; Cohen, M. H.; Ros, E. ASP Conf. Series No. 300, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 177-184.
- Comito, C., Schilke, P., Gerin, M., Phillips, T. G., Zmuidzinas, J., Lis, D. C.: The line-of-sight distribution of water in the Sgr B2 complex. *Astron. Astrophys.* 402, 635-645 (2003).
- Cusumano, G., Hermsen, W., Kramer, M., Kuiper, L., Löhmer, O., Massaro, E., Mineo, T., Nicastro, L., Stappers, B. W.: The phase of the radio and X-ray pulses of PSR B1937+21. *Astron. Astrophys.* 410, L9-L12 (2003).

- de Pater, I., Butler, B. J., Green, D. A., Strom, R., Millan, R., Klein, M. J., Bird, M. K., Funke, O., Neidhöfer, J., Maddalena, R., Sault, R. J., Kesteven, M., Smits, D. P., Hunstead, R.: Jupiter's radio spectrum from 74 MHz up to 8 GHz. *Icarus* 163, 434-448 (2003).
- Eales, S., Bertoldi, F., Ivison, R., Carilli, C., Dunne, L., Owen, F.: SCUBA observations of the sources detected in the MAMBO 1200- μ m survey. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 344, 169-180 (2003).
- Eilek, J., Hardee, P., Lobanov, A.: Particle acceleration in the M87 jet. *New Astronomy Reviews* 47, 505-507 (2003).
- Eislöffel, J., Froebrich, D., Stanke, T., McCaughrean, M. J.: Molecular outflows in the young open cluster IC 348. *Astrophys. J.* 595, 259-265 (2003).
- Falcke, H., Gorham, P.: Detecting radio emission from cosmic ray air showers and neutrinos with a digital radio telescope. *Astroparticle Physics* 19, 477-494 (2003).
- Falcke, H.: Radio and X-ray emission from the galactic black hole. In: *The Galactic Black Hole : Lectures on General Relativity and Astrophysics*. (Eds.) Falcke, H.; Hehl, F. W. Institute of Physics, Bristol 2003, 310-342.
- Falcke, H., Bennert, N., Schulz, H., Wilson, A. S., Wills, B. J.: Structure of ionized gas around AGN. In: *Active Galactic Nuclei : From Central Engine to Host Galaxy*. (Eds.) Collin, S.; Combes, F.; Shlosman, I. ASP Conf. Series No. 290, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 203-204.
- Fish, V. L., Reid, M. J., Argon, A. L., Menten, K. M.: Interstellar hydroxyl masers in the Galaxy : II. Zeeman pairs and the galactic magnetic field. *Astrophys. J.* 596, 328-343 (2003).
- Fletcher, A., Harnett, J. I., Frick, P., Beck, R., Berkhuijsen, E. M., Patrickeyev, I.: Scaling and correlation analysis of the spiral galaxy M51. In: *EMAC 2003 Proceedings*. (Eds.) May, R. L.; Blyth, W. F. UTS Printing Service for ANZIAM, Sydney 2003, 55-60.
- Fürst, E.: The 100-m Effelsberg telescope and the Milky Way. *Acta Astronomica Sinica Supplement Issue* 44, 5-12 (2003).
- Furuya, R. S., Walmsley, C. M., Nakanishi, K., Schilke, P., Bachiller, R.: Interferometric observations of FeO towards Sagittarius B2. *Astron. Astrophys.* 409, L21-L24 (2003)
- Gopal-Krishna, Biermann, P. L., Wiita, P. J.: The origin of X-shaped radio galaxies : clues from the Z-symmetric secondary lobes. *Astrophys. J.* 594, L103-L106 (2003).
- Haas, M., Klaas, U., Müller, S. A. H., Bertoldi, F., Camenzind, M., Chini, R., Krause, O., Lemke, D., Meisenheimer, K., Richards, P. J., Wilkes, B. J.: The ISO view of Palomar-Green quasars. *Astron. Astrophys.* 402, 87-111 (2003).
- Hatchell, J.: High $\text{NH}_2\text{D}/\text{NH}_3$ ratios in protostellar cores. *Astron. Astrophys.* 403, L25-L28 (2003).
- Hatchell, J., van der Tak, F. F. S.: The physical structure of high-mass star-forming cores. *Astron. Astrophys.* 409, 589-598 (2003).
- Helmich, F. P., Roelfsema, P. R., Stark, R., van der Tak, F. F. S.: W 3 and K 3-50 : probing the column density peaks. In: *Galactic Star Formation Across the Stellar Mass Spectrum*. (Eds.) De Buizer, J. M.; van der Bliet, N. S. ASP Conf. Series No. 287, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 242-246.
- Henkel, C., Braatz, J. A.: Megamasers. *Acta Astronomica Sinica Supplement Issue* 44, 55-60 (2003).
- Hofmann, K. - H., Beckmann, U., Berger, J., Blöcker, T., Brewer, M. K., Lacasse, M., Malanushenko, V., Millan-Gabet, R., Monnier, J., Ohnaka, K., Pedretti, E., Schertl, D.,

- Schloerb, P., Scholz, M., Traub, W. A., Weigelt, G., Yudin, B.: Near-infrared IOTA interferometry of the symbiotic star CH Cyg. In: *Interferometry for Optical Astronomy II*. (Ed.) Traub, W. A. SPIE Proceedings No. 4838, SPIE, Bellingham 2003, 1043-1046.
- Hofmann, K.-H., Blöcker, T., Weigelt, G., Balega, Y.: A multi-wavelength study of the oxygen-rich AGB star CIT 3 : bispectrum speckle interferometry and dust-shell modeling. In: *Planetary Nebulae and their Role in the Universe*. (Eds.) Kwok, S.; Dopita, M.; Sutherland, R. IAU Symp. No. 209, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 121.
- Homan, D. C., Lister, M. L., Kellermann, K. I., Cohen, M. H., Ros, E., Zensus, J. A., Kadler, M., Vermeulen, R. C.: Jet collimation in action : realignment on kiloparsec scales in 3C279. *Astrophys. J.* 589, L9-L12 (2003).
- Huchtmeier, W. K., Karachentsev, I. D., Karachentsev, V. E.: H I observations of nearby galaxies. V. Narrow (H I) line galaxies. *Astron. Astrophys.* 401, 483-489 (2003).
- Huege, T., Falcke, H.: Radio emission from cosmic ray air showers : coherent geo-synchrotron radiation. *Astron. Astrophys.* 412, 19-34 (2003).
- Huege, T., Falcke, H.: Radio emission from EAS - coherent geosynchrotron radiation. In: *Proceedings of the 28th International Cosmic Ray Conference (ICRC) : Vol. 1*. (Eds.) Kajita, T. et al. Universal Academy Press, Tokyo 2003, 291-294.
- Ikhsanov, N. R.: On the accretion luminosity of isolated neutron stars. *Astron. Astrophys.* 399, 1147- 1150 (2003).
- Jessner, A.: Pulsars : some observational constraints on theoretical models. *Acta Astronomica Sinica Supplement Issue 44*, 198-206 (2003).
- Jin, C., Garrett, M. A., Nair, S., Porcas, R. W., Patnaik, A. R., Nan, R.: Changes in the measured image separation of the gravitational lens system PKS 1830–211. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 340, 1309-1316 (2003).
- Kadler, M., Ros, E., Kerp, J., Falcke, H., Zensus, J. A., Pogge, R. W., Bicknell, G. V.: The twin-jet of NGC 1052 at radio, optical, and X-ray frequencies. *New Astronomy Reviews* 47, 569-572 (2003).
- Kadler, M., Ros, E., Kerp, J., Lobanov, A. P., Falcke, H., Zensus, J. A.: Radio and X-ray observations of NGC 1052. In: *Highlights of Spanish Astrophysics III*. (Eds.) Gallego, J.; Zamorano, J.; Cardiel, N. Kluwer, Dordrecht 2003, 482.
- Kadler, M., Ros, E., Zensus, J.A., Lobanov, A.P., Falcke, H.: NGC 1052 - A study of the pc-scale twin jet. In: *SRT : the Impact of Large Antennas on Radioastronomy and Space Science*. (Eds.) D'Amico, N.; Fusi Pecci, F.; Porceddu, I.; Tofani, G. Italian Physical Society, Bologna 2003, 219-226.
- Kamp, I., van Zadelhoff, G. - J., van Dishoeck, E. F., Stark, R.: Line emission from circumstellar disks around A stars. *Astron. Astrophys.* 397, 1129-1141 (2003).
- Karastergiou, A., Johnston, S., Mitra, D., van Leeuwen, A. G. J., Edwards, R. T.: — V — : New insight into the circular polarization of radio pulsars. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 344, L69-L73 (2003).
- Karastergiou, A., Johnston, S., Kramer, M.: Simultaneous single-pulse observations of radio pulsars : III. The behaviour of circular polarization. *Astron. Astrophys.* 404, 325-332 (2003).
- Karastergiou, A., Kramer, M., Lyne, A. G., Johnston, S., Bhat, R., Gupta, Y.: Simultaneous, single pulse observations of radio pulsars : observing single pulses at a broad frequency range. In: *Radio Pulsars*. (Eds.) Bailes, M.; Nice, D. J.; Thorsett, S. E. ASP Conf. Series No. 302, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 195-198.
- Kellermann, K. I., Lister, M. L., Homan, D. C., Ros, E., Zensus, J. A., Cohen, M. H., Russo, M., Vermeulen, R. C.: Superluminal motion and relativistic beaming in blazar jets.

- In: High Energy Blazar Astronomy. (Eds.) Takalo, L. O.; Valtaoja, E. Astronomical Society of the Pacific Conference Series No. 299, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 117-124.
- Kemper, F., Stark, R., Justtanont, K., de Koter, A., Tielens, A. G. G. M., Waters, L. B. F. M., Cami, J., Dijkstra, C.: Mass loss and rotational CO emission from asymptotic giant branch stars. *Astron. Astrophys.* 407, 609-629 (2003).
- Khanzadyan, T., Smith, M. D., Davis, C. J., Gredel, R., Stanke, T., Chrysostomou, A.: A multi-epoch near-infrared study of the HH 7-11 protostellar outflow. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 338, 57-66 (2003).
- Kharb, P., Gabuzda, D., Alef, W., Preuss, E., Shastri, P.: Magnetic field geometry of the broad line radio galaxy 3C111. *New Astronomy Reviews* 47, 621-624 (2003).
- Kothes, R., Reich, W., Foster, T., Byun, D.-Y.: The distance to the supernova remnant CTB87 and the radial velocity of the Perseus arm toward $l=75^\circ$, derived from HI and CO observations. *Astrophys. J.* 588, 852-861 (2003).
- Kramer, M., Karastergiou, A., Gupta, Y., Johnston, S., Bhat, N. D. R., Lyne, A. G.: Simultaneous single-pulse observations of radio pulsars : IV. Flux density spectra of individual pulses. *Astron. Astrophys.* 407, 655-668 (2003).
- Kramer, M., Löhmer, O., Karastergiou, A.: Geodetic precession in PSR B1913+16. In: Radio Pulsars. (Eds.) Bailes, M.; Nice, D. J.; Thorsett, S. E. Astronomical Society of the Pacific Conference Series No. 302, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 99-102.
- Kramer, M., Lyne, A. G., Hobbs, G., Löhmer, O., Carr, P., Jordan, C., Wolszczan, A.: Proper motion, age and initial spin period of PSR J0538+2817 in S 147. *Astrophys. J.* 593, L31-L34 (2003).
- Kraus, A., Krichbaum, T. P., Wegner, R., Witzel, A., Cimò, G., Quirrenbach, A., Britzen, S., Fuhrmann, L., Lobanov, A. P., Naundorf, C. E., Otterbein, K., Peng, B., Risse, M., Ros, E., Zensus, J. A.: Intraday variability in compact extragalactic radio sources. II. Observations with the Effelsberg 100m radio telescope. *Astron. Astrophys.* 401, 161-172 (2003).
- Krause, M.: Radio observations of the magnetic fields in galaxies. *Acta Astronomica Sinica Supplement Issue* 44, 123-129 (2003).
- Kreysa, E., Bertoldi, F., Gemünd, H.-P., Menten, K. M., Muders, D., Reichertz, L. A., Schilke, P., Chini, R., Lemke, R., May, T., Meyer, H.-G., Zakosarenko, V.: LABOCA, a first generation bolometer camera for APEX. In: Millimeter and Submillimeter Detectors for Astronomy. (Eds.) Phillips, T. G.; Zmuidzinas, J. Proceedings of SPIE No. 4855, SPIE, Bellingham 2003, 41-48.
- Krichbaum, T. P., Graham, D. A., Witzel, A., Zensus, J. A., Greve, A., Ungerechts, H., Grewing, M.: Millimeter VLBI and variability in AGN jets. In: High Energy Blazar Astronomy. (Eds.) Takalo, L. O.; Valtaoja, E. Astronomical Society of the Pacific Conference Series No. 299, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 249-254.
- Krichbaum, T. P., Witzel, A., Zensus, J. A.: The role of millimeter VLBI observations in AGN research. In: SRT : the Impact of Large Antennas on Radioastronomy and Space Science. (Eds.) D'Amico, N.; Fusi Pecci, F.; Porceddu, I.; Tofani, G. Italian Physical Society, Bologna 2003, 161-173.
- Kudrya, Y. N., Karachentseva, V. E., Karachentsev, I. D., Mitronova, S. N., Jarrett, T. H., Huchtmeier, W. K.: The bulk motion of flat edge-on galaxies based on 2 MASS photometry. *Astron. Astrophys.* 407, 889-898 (2003).
- Li, D., Goldsmith, P. F., Menten, K.: Massive quiescent cores in Orion : I. Temperature structure. *Astrophys. J.* 587, 262-277 (2003).
- Lis, D. C., Schilke, P.: Dense molecular clumps in the Orion bar photon-dominated region. *Astrophys. J.* 597, L145-L148 (2003).

- Lister, M. L., Kellermann, K. I., Homan, D. C., Ros, E., Zensus, J. A., Kadler, M., Cohen, M. H., Russo, M., Vermeulen, R. C.: Kinematics of relativistic jets in active galactic nuclei : the 2 cm VLBA survey. In: *Active Galactic Nuclei : From Central Engine to Host Galaxy*. (Eds.) Collin, S.; Combes, F.; Shlosman, I. ASP Conf. Series No. 290, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 345-346.
- Lister, M. L., Kellermann, K. I., Vermeulen, R. C., Cohen, M. H., Zensus, J. A., Ros, E.: 4C+12.50 : a superluminal precessing jet in the recent merger system IRAS 13451+1232. *Astrophys. J.* 584, 135-146 (2003).
- Lobanov, A., Hardee, P., Eilek, J.: Internal structure and dynamics of the kiloparsec-scale jet in M87. *New Astronomy Reviews* 47, 629-632 (2003).
- Malbet, F., Blöcker, T., Foy, R., Fraix-Burnet, D., Mathias, P., Marconi, A., Monin, J.-L., Petrov, R. G., Stee, P., Testi, L., Weigelt, G.: Astrophysical potential of the AMBER/VLTI instrument. In: *Interferometry for Optical Astronomy II*. (Ed.) Traub, W. A. SPIE Proceedings No. 4838, SPIE, Bellingham 2003, 917-923.
- Marecki, A., Barthel, P. D., Polatidis, A., Owsianik, I.: 1245+676 - a CSO/GPS source being an extreme case of a double-double structure. *Publ. Astron. Soc. Australia* 20, 16-18 (2003).
- Markoff, S., Nowak, M., Corbel, S., Fender, R., Falcke, H.: Exploring the role of jets in the radio/X-ray correlations of GX 339-4. *Astron. Astrophys.* 397, 645-658 (2003).
- Markoff, S., Nowak, M., Corbel, S., Fender, R., Falcke, H.: Modeling the X-ray contribution of XRB jets. *New Astronomy Reviews* 47, 491-493 (2003).
- Martín, S., Mauersberger, R., Martín-Pintado, J., García-Burillo, S., Henkel, C.: First detections of extragalactic SO₂, NS and NO. *Astron. Astrophys.* 411, L465-L468 (2003).
- Massi, M., Ribó, M., Paredes, J. M., Peracaula, M., Martí, J., Garrington, S. T.: Subarc-second radio structure of LSI+61 303. In: *Proceedings of the 4th Microquasar Workshop*. (Eds.) Durouchoux, P.; Fuchs, Y.; Rodríguez, J. Center for Space Physics, Kolkata 2003, 238-240.
- Matveyenko, L. I., Zakharin, K. M., Diamond, P. J., Graham, D. A.: The star formation structure and H₂O supermaser radiation in Orion KL. *Astrophys. Space Science* 287, 187-190 (2003).
- Matveyenko, L. I., Zakharin, K. M., Diamond, P. J., Graham, D. A.: The star-forming region in Orion KL. *Astronomy Letters* 29, 641-643 (2003).
- Mauersberger, R., Henkel, C., Weiß, A., Peck, A. B., Hagiwara, Y.: Dense gas in nearby galaxies : XV. Hot ammonia in NGC 253, Maffei 2 and IC 342. *Astron. Astrophys.* 403, 561-571 (2003).
- May, T., Zakosarenko, V., Boucher, R., Kreysa, E., Meyer, H. - G.: Superconducting bolometer array with SQUID readout for submillimeter wavelength detection. *Superconductor Science & Technology* 16, 1430-1433 (2003).
- Meli, A., Quenby, J. J.: Particle acceleration in ultra-relativistic oblique shock waves. *Astroparticle Physics* 19, 649-666 (2003).
- Meli, A., Quenby, J. J.: Particle acceleration in ultra-relativistic parallel shock waves. *Astroparticle Physics* 19, 637-648 (2003).
- Mitra, D., Wielebinski, R., Kramer, M., Jessner, A.: The effects of H II regions on rotation measure of pulsars. *Astron. Astrophys.* 398, 993-1005 (2003).
- Moscadelli, L., Menten, K. M., Walmsley, C. M., Reid, M. J.: A high spectral resolution VLBI study of the 12 GHz methanol masers in W3(OH) : their submilliarcsecond structure and clues on saturation. *Astrophys. J.* 583, 776-788 (2003).
- Motte, F., Schilke, P., Lis, D. C.: From massive protostars to a giant H II region : submillimeter imaging of the galactic ministarburst W 43. *Astrophys. J.* 582, 277-291 (2003).

- Nagar, N. M., Falcke, H., Wilson, A. S.: Unveiling hidden AGNs in ULIRGs and low-luminosity AGN through high-frequency radio observations. In: Active Galactic Nuclei : From Central Engine to Host Galaxy. (Eds.) Collin, S.; Combes, F.; Shlosman, I. ASP Conf. Series No. 290, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 397-398.
- Nagar, N. M., Wilson, A. S., Falcke, H., Veilleux, S., Maiolino, R.: The AGN content of ultraluminous IR galaxies : high resolution VLA imaging of the IRAS 1 Jy ULIRG sample. *Astron. Astrophys.* 409, 115-121 (2003).
- Neri, R., Genzel, R., Ivison, R. J., Bertoldi, F., Blain, A. W., Chapman, S. C., Cox, P., Greve, T. R., Omont, A., Frayer, D. T.: Interferometric observations of powerful CO emission from three submillimeter galaxies at $z = 2.39, 2.51, \text{ and } 3.35$. *Astrophys. J.* 597, L113-L116 (2003).
- Nürnberg, D. E. A., Stanke, T.: Infrared observations of NGC 3603. II. A $11.9 \mu\text{m}$ and $18 \mu\text{m}$ survey. *Astron. Astrophys.* 400, 223-239 (2003).
- Ohnaka, K., Beckmann, U., Berger, J. - P., Brewer, M. K., Hofmann, K. - H., Lacasse, M. G., Malanushenko, V., Millan-Gabet, R., Monnier, J. D., Pedretti, E., Schertl, D., Schloerb, F. P., Shenavrin, V., Traub, W. A., Weigelt, G., Yudin B.: IOTA observation of the circumstellar envelope of R CrB. In: Interferometry for Optical Astronomy II. (Ed.) Traub, W. A. SPIE Proceedings No. 4838, SPIE, Bellingham 2003, 1068-1071.
- Ohnaka, K., Beckmann, U., Berger, J. - P., Brewer, M. K., Hofmann, K. - H., Lacasse, M. G., Malanushenko, V., Millan-Gabet, R., Monnier, J. D., Pedretti, E., Schertl, D., Schloerb, F. P., Shenavrin, V. I., Traub, W. A., Weigelt, G., Yudin, B. F.: JHK'-band IOTA interferometry of the circumstellar environment of R CrB. *Astron. Astrophys.* 408, 553-558 (2003).
- Ohnaka, K., Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Ikhsanov, N. R., Weigelt G., Balega, Y., Shenavrin, V. I., Yudin, B. F., Efimov, Y. S.: Diffraction-limited speckle interferometry and modeling of the circumstellar envelope of R CrB at maximum and minimum light. In: Planetary Nebulae and their Role in the Universe. (Eds.) Kwok, S.; Dopita, M.; Sutherland, R. IAU Symp. No. 209, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 88.
- Omont, A., Beelen, A., Bertoldi, F., Cox, P., Carilli, C. L., Priddey, R. S., McMahon, R. G., Isaak, K. G.: A 1.2 mm MAMBO/IRAM-30 m study of dust emission from optically luminous $z \approx 2$ quasars. *Astron. Astrophys.* 398, 857-865 (2003).
- Omont, A., Cox, P., Beelen, A., Bertoldi, F., Carilli, C. L.: AGN and starbursts at high redshift through millimeter detection of dust and molecules. In: Active Galactic Nuclei : From Central Engine to Host Galaxy. (Eds.) Collin, S.; Combes, F.; Shlosman, I. ASP Conf. Series No. 290, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 583-586.
- Otmianowska-Mazur, K., Vollmer, B.: Magnetic field evolution in galaxies interacting with the intracluster medium : 3D numerical simulations. *Astron. Astrophys.* 402, 879-889 (2003).
- Ott, T., Schödel, R., Genzel, R., Eckart, A., Lacombe, F., Rouan, D., Hofmann, R., Lehnert, M., Alexander, T., Sternberg, A., Reid, M., Brandner, W., Lenzen, R., Hartung, M., Gendron, E., Clénet, Y., Léna, P., Rousset, G., Lagrange, A.-M., Ageorges, N., Hubin, N., Lidman, C., Moorwood, A. F. M., Renzini, A., Spyromilio, J., Tacconi-Garman, L. E., Menten, K. M., Mouawad, N.: Inward bound : studying the Galactic Centre with NAOS/CONICA. *The ESO Messenger* 111, 1-8 (2003).
- Paredes, J. M., Ribó, M., Martí, J., Ros, E., Massi, M.: A search for new microquasars in the Galaxy. In: Highlights of Spanish Astrophysics III. (Eds.) Gallego, J.; Zamorano, J.; Cardiel, N. Kluwer, Dordrecht 2003, 321-324.
- Peck, A. B., Henkel, C., Ulvestad, J. S., Brunthaler, A., Falcke, H., Elitzur, M., Menten, K. M., Gallimore, J. F.: The flaring H₂O megamaser and compact radio source in Markarian 348. *Astrophys. J.* 590, 149-161 (2003).

- Pérez-Torres, M. A., Alberdi, A., Guirado, J. C., Marcaide, J. M., Lara, L., Mantovani, F., Ros, E., Weiler, K. W.: High-resolution radio observations of supernova SN1986J. In: Highlights of Spanish Astrophysics III. (Eds.) Gallego, J.; Zamorano, J.; Cardiel, N. Kluwer, Dordrecht 2003, 325-328.
- Perinotto, M., Calonaci, C., Schönberner, D., Steffen, M., Blöcker, T.: Formation and evolution of planetary nebulae : a radiation hydrodynamics study. In: Planetary Nebulae and their Role in the Universe. (Eds.) Kwok, S.; Dopita, M.; Sutherland, R. IAU Symp. No. 209, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 157-158.
- Petric, A. O., Carilli, C. L., Bertoldi, F., Fan, X., Cox, P., Strauss, M. A., Omont, A., Schneider, D. P.: Sensitive observations at 1.4 and 250 GHz of $z > 5$ QSOs. *Astron. J.* 126, 15-23 (2003).
- Petrov, R. G.: Introducing the near infrared VLTI instrument AMBER to its users. *Astrophys. Space Science* 286, 57-67 (2003).
- Petrov, R. G., Malbet, F., Weigelt, G., Lisi, F., Puget, P., Antonelli, P., Beckmann, U., Lagarde, S., Lecoarer, E., Robbe-Dubois, S., Duvert, G., Gennari, S., Chelli, A., Dugue, M., Rousselet-Perraut, K., Vannier, M., Mourard, D.: Using the near infrared VLTI instrument AMBER. In: Interferometry for Optical Astronomy II. (Ed.) Traub, W. A. SPIE Proceedings No. 4838, SPIE, Bellingham 2003, 924-933.
- Polatidis, A. G., Conway, J. E.: Proper motions in compact symmetric objects. *Publ. Astron. Soc. Australia* 20, 69-74 (2003).
- Polehampton, E. T., Brown, J. M., Swinyard, B. M., Baluteau, J. P.: Far-infrared detection of 17OH towards Sagittarius B2. *Astron. Astrophys.* 406, L47-L50 (2003).
- Porcas, R. W., Alef, W., Rioja, M.-J., Desmurs, J.-F., Gurvits, L. I., Schilizzi, T.: Multi-view VLBI with arrays in cluster-cluster mode. In: New Technologies in VLBI. (Ed.) Minh, Y. C. ASP Conf. Series No. 306, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003,
- Porcas, R. W., Rioja, M. J.: Phase-reference astrometry investigations using 86 GHz VLBI. In: Proceedings of the 16th Working Meeting on European VLBI for Geodesy and Astrometry. (Eds.) Schwegmann, W.; Thorand, V. BKG, Leipzig 2003, 121-128.
- Preibisch, T.: XMM-Newton study of the Serpens star-forming region. *Astron. Astrophys.* 410, 951- 959 (2003).
- Preibisch, T.: XMM-Newton study of the star forming region NGC 1333. *Astron. Astrophys.* 401, 543-555 (2003).
- Preibisch, T., Balega, Y. Y., Schertl, D., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: Bispectrum speckle interferometry and future long-baseline interferometry of the young bipolar outflow source S140 IRS1. In: Interferometry for Optical Astronomy II. (Ed.) Traub, W. A. SPIE Proceedings No. 4838, SPIE, Bellingham 2003, 1047-1054.
- Preibisch, T., Balega, Y. Y., Schertl, D., Weigelt, G.: Bispektrum speckle interferometry of the massive protostellar outflow source AFGL 2591. *Astron. Astrophys.* 412, 735-743 (2003).
- Preibisch, T., Schertl, D., Weigelt, G.: High-resolution infrared imaging of young outflow-sources. *Astrophys. Space Science* 287, 179-182 (2003).
- Preibisch, T., Stanke, T., Zinnecker, H.: Constraints on the IMF and the brown dwarf population of the young cluster IC 348. *Astron. Astrophys.* 409, 147-158 (2003).
- Qian, S. J., Zhang, X. Z.: Polarization position angle swings caused by relativistic effects. *Chinese Journal of Astronomy & Astrophysics* 3, 75-86 (2003).
- Raiteri, C. M., Villata, M., Tosti, G., Nesci, R., Massaro, E., Aller, M. F., Aller, H. D., Teräsranta, H., Kurtanidze, O. M., Nikolashvili, M. G., Ibrahimov, M. A., Papadakis, I. E., Krichbaum, T. P., Kraus, A., Witzel, A., Ungerechts, H., Lisenfeld, U., Bach, U., Cimò, G., Ciprini, S., Fuhrmann, L., Kimeridze, G. N., Lanteri, L., Maesano, M., Montagni,

- F., Nucciarelli, G., Ostorero, L.: Optical and radio behaviour of the BL Lacertae object 0716+714. *Astron. Astrophys.* 402, 151-169 (2003).
- Reich, P.: Large scale surveys of the Galaxy. *Acta Astronomica Sinica Supplement Issue 44*, 130-135 (2003)
- Reich, W.: G0.087-0.087, the twin of the Galactic Centre Arc. *Astron. Astrophys.* 401, 1023-1026 (2003).
- Reich, W.: Observations of Galactic magnetic fields. *Acta Astronomica Sinica Supplement Issue 44*, 136-143 (2003).
- Reich, W., Zhang, X., Fürst, E.: 35 cm observations of a sample of large supernova remnants. *Astron. Astrophys.* 408, 961-969 (2003).
- Reid, M. J., Menten, K. M., Genzel, R., Ott, T., Schödel, R., Brunthaler, A.: The position, motion, and mass of Sgr A. *Astronomische Nachrichten* S1, 3-9 (2003).
- Reid, M. J., Menten, K. M., Genzel, R., Ott, T., Schödel, R., Eckart, A.: The positions of Sagittarius A*: II. Accurate positions and proper motions of stellar SiO masers near the Galactic Center. *Astrophys. J.* 587, 208-220 (2003).
- Ridge, N. A., Wilson, T. L., Megeath, S. T., Allen, L. E., Myers, P. C.: A ^{13}CO and C^{18}O survey of the molecular gas around young stellar clusters within 1 kpc of the sun. *Astron. J.* 126, 286-310 (2003).
- Rodríguez, L. F., Carral, P., Kurtz, S. E., Menten, K., Cantó, J., Arceo, R.: Radio detection of the exciting sources of shell H II regions in NGC 6334. In: *Winds, Bubbles, and Explosions: a Conference to Honor John Dyson.* (Eds.) Arthur, S. J.; Henney, W. J. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica Serie de Conferencias No. 15*, Instituto de Astronomía, México 2003, 194-196.
- Ros, E.: The VLBA 2 cm survey : kinematics of pc-scale structures in active galactic nuclei. In: *Highlights of Spanish Astrophysics III.* (Eds.) Gallego, J.; Zamorano, J.; Cardiel, N. Kluwer, Dordrecht 2003, 235-238.
- Ros, E., Lobanov, A. P.: A multi-frequency study of 3C 309.1. In: *Highlights of Spanish Astrophysics III.* (Eds.) Gallego, J.; Zamorano, J.; Cardiel, N. Kluwer, Dordrecht 2003, 504.
- Roussel, H., Helou, G., Beck, R., Condon, J. J., Bosma, K., Matthews, K., Jarrett, T. H.: Nascent starbursts in synchrotron-deficient galaxies with hot dust. *Astrophys. J.* 593, 733-759 (2003).
- Roy, A. L., Teuber, U., Keller, R.: Tropospheric delay measurement at Effelsberg with water-vapour radiometry. In: *Proceedings of the 16th Working Meeting on European VLBI for Geodesy and Astrometry.* (Eds.) Schwegmann, W.; Thorandt, V. BKG, Leipzig 2003, 53-59.
- Ruf, K., Fürst, E., Grypstra, K., Neidhöfer, J., Schumacher, M.: Response of the Effelsberg 100m Radio Telescope to signals in the near-field at 24 GHz. *Advances in Radio Science* 1, 329-333 (2003)
- Ryu, D., Kang, H., Biermann, P. L.: Dynamical role of cosmic rays in clusters of galaxies. Matter and energy in clusters of galaxies. (Eds.) Bowyer, S.; Hwang, C. - Y. *ASP Conf. Series No. 301*, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, Cal. 2003, 327-335.
- Schertl, D., Balega, Y. Y., Preibisch, T., Weigelt, G.: Orbital motion of the massive multiple stars in the Orion Trapezium. *Astron. Astrophys.* 402, 267-275 (2003).
- Schieler, H., Antoni, T., Apel, W. D., Badea, F., Bekk, K., Bercuci, A., Bertaina, M., Bülmer, H., Bozdog, H., Brancus, I. M., Büttner, C., Chiavassa, A., Daumiller, K., de Vos, C. M., Doll, P., Engler, J., Falcke, H., Fessler, F., Ghia, P. L., Gils, H. J., Glasstetter, R., Haeusler, R., Haungs, A., Heck, D., Hörandel, J. R., Horneffer, A., Huege, T., Iwan, A., Kampert, K. - H., Kant, G. W., Klages, H. O., Maier, G., Mathes, H. J., Mayer, H. J., Milke,

- J., Morello, C., Müller, M., Navarra, G., Obenland, R., Oehlschläger, J., Ostapchenko, S., Petcu, M., Rebel, H., Risse, M., Roth, M., Schatz, G., Scholz, J., Thouw, T., Trincherro, G. C., Ulrich, H., Weber, J. H., Weindl, A., Wentz, J., Wochele, J., Zabierowski, J., Zagromski, S.: KASCADE extensive air shower experiment. In: Particle Astrophysics Instrumentation. (Ed.) Gorham, P. W. Proceedings of the SPIE No. 4858, SPIE, Bellingham 2003, 41-55.
- Schilke, P., Comito, C., Thorwirth, S.: First detection of vibrationally excited HNC in space. *Astrophys. J.* 582, L101-L104 (2003).
- Schilke, P., Leurini, S., Menten, K. M., Alcolea, J.: Interstellar SiN. *Astron. Astrophys.* 412, L15-L18 (2003).
- Schilke, P., Menten, K. M.: Detection of a second, strong submillimeter HCN laser toward carbon stars. *Astrophys. J.* 583, 446-450 (2003).
- Schröder, K. - P., Wachter, A., Winters, J. M.: The IR-colour-mass-loss relation of carbon-rich, dust- driven superwinds and a synthetic (J–K, M_{Bol}) diagram. *Astron. Astrophys.* 398, 229-237 (2003).
- Schulz, H., Henkel, C.: Rotation and outflow in the central kiloparsec of the water-megamaser galaxies IC 2560, NGC 1386, NGC 1052, and Mrk 1210. *Astron. Astrophys.* 400, 41-62 (2003).
- Schwan, D., Bertoldi, F., Cho, S., Dobbs, M., Güsten, R., Halverson, N. W., Holzappel, W. L., Kreysa, E., Lanting, T. M., Lee, A. T., Lüker, M., Mehl, J., Menten, K., Muders, D., Myers, M., Plagge, T., Raccanelli, A., Schilke, P., Richards, P. L., Spieler, H., White, M.: APEX-SZ : a Sunyaev-Zel'dovich galaxy cluster survey. *New Astronomy Reviews* 47, 933-937 (2003).
- Sheth, K., Frail, D. A., White, S., Das, M., Bertoldi, F., Walter, F., Kulkarni, S. R., Berger, E.: Millimeter observations of GRB 030329 : continued evidence for a two-component jet. *Astrophys. J.* 595, L33-36 (2003).
- Shishov, V. I., Smirnova, T. V., Sieber, W., Malofeev, V. M., Potapov, V. A., Stinebring, D., Kramer, M., Jessner, A., Wielebinski, R.: Measurements of the interstellar turbulent plasma spectrum of PSR B0329+54 using multi-frequency observations of interstellar scintillation. *Astron. Astrophys.* 404, 557-567 (2003).
- Shukurov, A., Berkhuijsen, E. M.: Faraday ghosts : depolarization canals in the Galactic radio emission. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 342, 496-500 (2003). Erratum 345, 1392 (2003).
- Smith, K., Pestalozzi, M., Güdel, M., Conway, J., Benz, A. O.: VLBI observations of T Tauri South. *Astron. Astrophys.* 406, 957-967 (2003).
- Sohn, B. W., Klein, U., Mack, K.-H.: The spectral-curvature parameter : an alternative tool for the analysis of synchrotron spectra. *Astron. Astrophys.* 404, 133-144 (2003).
- Stanke, T.: Observations of molecular jets in Orion A. *Astrophys. Space Science* 287, 149-160 (2003).
- Tarchi, A., Henkel, C., Chiaberge, M., Menten, K. M.: Discovery of a luminous water megamaser in the FR II radiogalaxy 3C 403. *Astron. Astrophys.* 407, L33-L36 (2003).
- Thierbach, M., Klein, U., Wielebinski, R.: The diffuse radio emission from the Coma cluster at 2.675 GHz and 4.85 GHz. *Astron. Astrophys.* 397, 53-61 (2003).
- Thorwirth, S., Wyrowski, F., Schilke, P., Menten, K. M., Brünken, S., Müller, H. S. P., Winnewisser, G.: Detection of HCN direct L-type transitions probing hot molecular gas in the proto-planetary nebula CRL 618. *Astrophys. J.* 586, 338-343 (2003).
- Tokovinin, A., Balega, Y. Y., Pluzhnik, E. A., Shatsky, N. I., Gorynya, N. A., Weigelt, G.: Fundamental parameters and origin of the very eccentric binary 41 Dra. *Astron. Astrophys.* 409, 245-250 (2003).
- Traub, W. A., Ahearn, A., Carleton, N. P., Berger, J.-P., Brewer, M. K., Hofmann, K.-H., Kern, P., Lacasse, M. G., Malbet, F., Millan-Gabet, R., Monnier, J. D., Ohnaka, K.,

- Pedretti, E., Ragland, S., Schloerb, F. P., Souccar, K., Weigelt, G.: New beam-combination techniques at IOTA. In: *Interferometry for Optical Astronomy II*. (Ed.) Traub, W. A. SPIE Proceedings No. 4838, SPIE, Bellingham 2003, 45-52.
- Tschöke, D., Hensler, G., Junkes, N.: An X-ray halo in the “hot spot” galaxy NGC 2903. *Astron. Astrophys.* 411, 41-53 (2003).
- Uyaniker, B., Landecker, T. L., Gray, A. D., Kothes, R.: Radio polarization from the Galactic plane in Cygnus. *Astrophys. J.* 585, 785-800 (2003).
- van der Tak, F. F. S., Boonman, A. M. S., Braakman, R., van Dishoeck, E. F.: Sulphur chemistry in the envelopes of massive young stars. *Astron. Astrophys.* 412, 133-145 (2003).
- Vaupel, T., Hansen, V., Schäfer, F.: Radiation efficiency analysis of submillimeter-wave receivers based on a modified spectral domain integration technique. *Radio Science* 38,4, 13.1-13.12 (2003).
- Vermeulen, R. C., Ros, E., Kellermann, K. I., Cohen, M. H., Zensus, J. A., van Langevelde, H. J.: The shroud around the “compact, symmetric” radio jets in NGC 1052. *Publ. Astron. Soc. Australia* 20, 65-68 (2003).
- Vermeulen, R. C., Ros, E., Kellermann, K. I., Cohen, M. H., Zensus, J. A., van Langevelde, H. J.: The shroud around the twin radio jets in NGC 1052. *Astron. Astrophys.* 401, 113-127 (2003).
- Vermeulen, R. C., Ros, E., Zensus, J. A., Kellermann, K. I., Cohen, M. H., van Langevelde, H. J.: Ionised, atomic, and molecular gas around the twin radio jets of NGC 1052. In: *Radio Astronomy in the Fringe*. (Eds.) Zensus, J. A.; Cohen, M. H.; Ros, E. ASP Conf. Series No. 300, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 119-122
- Vollmer, B.: NGC 4654 : a Virgo cluster spiral after a major interaction with the intracluster medium. *Astron. Astrophys.* 398, 525-539 (2003).
- Vollmer, B., Beckert, T.: Turbulent viscosity in clumpy accretion disks II : supernova driven turbulence in the Galaxy. *Astron. Astrophys.* 404, 21-34 (2003).
- Vollmer, B., Huchtmeier, W. K.: Atomic gas far away from the Virgo cluster core galaxy NGC 4388 : a possible link to isolated star formation in the Virgo cluster? *Astron. Astrophys.* 406, 427-434 (2003).
- Vollmer, B., Zylka, R., Duschl, W. J.: The line-of-sight distribution of the gas in the inner 60 pc of the Galaxy. *Astron. Astrophys.* 407, 515-526 (2003).
- Walsh, A. J., Macdonald, G. H., Alvey, N. D. S., Burton, M. G., Lee, J. K.: Observations of warm dust near methanol masers. *Astron. Astrophys.* 410, 597-610 (2003).
- Walter, F., Bertoldi, F., Carilli, C., Cox, P., Lo, K. Y., Neri, R., Fan, X., Omont, A., Strauss, M. A., Menten, K. M.: Molecular gas in the host galaxy of a quasar at redshift $z=6.42$. *Nature* 424, 406- 408 (2003).
- Weigelt, G., Beckmann, U., Berger, J., Blöcker, T., Brewer, M. K., Hofmann, K.-H., Lacasse, M., Malanushenko, V., Millan-Gabet, R., Monnier, J., Ohnaka, K., Pedretti, E., Schertl, D., Schloerb, P., Scholz, M., Traub, W. A., Yudin B.: JHK-band spectro-interferometry of T Cep with the IOTA interferometer. In: *Interferometry for Optical Astronomy II*. (Ed.) Traub, W. A. SPIE Proceedings No. 4838, SPIE, Bellingham 2003, 181-184.
- Weigelt, G., Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Men’shchikov, A., Winters, J. M., Balega, Y.: Near- infrared monitoring of the carbon star IRC+10216 : a high spatial-resolution time sequence of dust-shell evolution. In: *Planetary Nebulae and their Role in the Universe*. (Eds.) Kwok, S.; Dopita, M.; Sutherland, R. IAU Symp. No. 209, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 83-84.
- Weis, K.: LBV (candidate) nebulae : bipolarity and outflows. In: *A Massive Star Odyssey : From Main Sequence to Supernova*. (Eds.) van der Hucht, K. A.; Herrero, A.; Esteban, C. IAU Symposium No. 212, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 757-758.

- Weis, K.: On the structure and kinematics of nebulae around LBVs and LBV candidates in the LMC. *Astron. Astrophys.* 408, 205-229 (2003).
- Weis, K.: The physical structure of the outer ejecta and the strings. In: *Eta Carinae : Reading the Legend Mt. Rainier.* (Ed.) Balick, B. Internet: <http://www.astro.ruhr-uni-bochum.de/kweis/paper/etacarmeeting.pdf>
- Weis, K., Corcoran, M. F., Davidson, K., Humphreys, R. M.: A high-resolution study of eta Carinae's outer ejecta. In: *A Massive Star Odyssey : From Main Sequence to Supernova.* (Eds.) van der Hucht, K. A.; Herrero, A.; Esteban, C. IAU Symposium No. 212, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 759-760.
- Weis, K., Duschl, W. J., Bomans, D. J.: An outflow from the nebula around the LBV candidate S119. *Astron. Astrophys.* 398, 1041-1048 (2003).
- Weiß, A., Henkel, C., Downes, D., Walter, F.: Gas and dust in the cloverleaf quasar at redshift 2.5. *Astron. Astrophys.* 409, L41-L45 (2003).
- Wick, S. D., Kephart, T. W., Weiler, T. J., Biermann, P. L.: Signatures for a cosmic flux of magnetic monopoles. *Astroparticle Physics* 18, 663-687 (2003).
- Wielebinski, R.: The new era of large paraboloidal antennas : the life of Prof. Dr. Otto Hachenberg. *Advances in Radio Science* 1, 321-324 (2003)
- Wielebinski, R.: The 'tomography' of the magnetic interstellar medium. *Acta Astronomica Sinica Supplement Issue* 44, 144-147 (2003).
- Wielebinski, R.: Warm CO gas and cold dust in galaxies. *Acta Astronomica Sinica Supplement Issue* 44, 50-54 (2003).
- Wielebinski, R., Mitra, D.: Galactic magnetic fields and foreground effects. In: *Radio Pulsars.* (Eds.) Bailes, M.; Nice, D. J.; Thorsett, S. E. Astronomical Society of the Pacific Conference Series No. 302, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 257-261.
- Wilson, T. L., Boboltz, D. A., Gaume, R. A., Megeath, S. T.: High resolution continuum imaging at 1.3 and 0.7 centimeters of the W3IRS5 region. *Astrophys. J.* 597, 434-442 (2003).
- Wilson, T. L., Hanson, M. M., Muders, D.: Two molecular clouds near M17. *Astrophys. J.* 590, 895- 905 (2003).
- Winn, J. N., Patnaik, A. R., Wrobel, J. M.: Interferometric phase calibration sources in the declination range 0° to -30° . *Astrophys. J. Suppl.* 145, 83-87 (2003).
- Winters, J. M., Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: Interpreting the evolving clumpy shell structure of IRC+10216 in terms of time-dependent dust shell models. In: *Planetary Nebulae and their Role in the Universe.* (Eds.) Kwok, S.; Dopita, M.; Sutherland, R. IAU Symp. No. 209, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 2003, 127-128.
- Wittkowski, M., Duschl, W. J., Hofmann, K.-H., Menshchikov, A., Weigelt, G.: Interferometric studies of nearby galactic centers. In: *Interferometry for Optical Astronomy II.* (Ed.) Traub, W. A. SPIE Proceedings No. 4838, SPIE, Bellingham 2003, 1378-1388.
- Wünsch, S., Crocoll, E., Neuhaus, M., Scherer, T. A., Stassen, A., Wermund, H. J., Jutzi, W., Lochner, O.: A 9 pole bandpass filter at 2.7 GHz with $Y_1Ba_2Cu_3O_{7-\delta}$ coplanar wave guides on a sapphire substrate. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity* 13,2, 276-279 (2003).
- Wyrowski, F., Schilke, P., Thorwirth, S., Menten, K.M., Winnewisser, G.: Physical conditions in the protoplanetary nebula CRL 618 derived from observations of vibrationally HC_3N . *Astrophys. J.* 586, 344-355 (2003).
- Xi-Zhen Zhang, Reich, W., Reich, P., Wielebinski, R.: On the spectral index-flux density relation for large samples of radio sources. *Chinese Journal of Astronomy and Astrophysics* 3, 347-358 (2003)

Yuan, F., Markoff, S., Falcke, H., Biermann, P. L.: Jet-disk coupling model for low luminosity AGNs. *New Astronomy Reviews* 47, 705-707 (2003).

Zensus, J. A., Ros, E., Kadler, M., Kellermann, K. I., Lister, M. L., Homan, D. C., Cohen, M. H., Vermeulen, R. C.: The 2 cm VLBA survey. In: *Radio Astronomy at the Fringe*. (Eds.) Zensus, J.A.; Cohen, M.H.; Ros, E. ASP Conf. Series No. 300, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2003, 27-34.

Zhang, X. Z., Reich, W., Reich, P., Wielebinski, R.: New results on the spectral index-flux density relation from the WENSS/NVSS catalogs. *Astron. Astrophys.* 404, 57-62 (2003).

Zhang, X. Z., Reich, W., Reich, P., Wielebinski, R.: On the spectral index - flux density relation for large samples of radio sources. *Chinese J. Astron. Astrophys.* 3, 347-358 (2003).

Zhang, X. Z., Strom, R. G., Reich, W.: Unusual polarization properties of supernova remnant G4.8+6.2 at 1400 MHz. *Chinese Physics Letters* 20, 969-971 (2003).

7.2 Abstracts

Bennert, N., Falcke, H., Schulz, H., Wilson, A. S., Wills, B. J.: Size of quasar emission-line regions. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 25 (2003).

Bertoldi, F., Carilli, C. L., Walter, F., Omont, A., Cox, P., Beelen, A. et al.: Dust and molecular emission from high-redshift quasars. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 51 (2003).

Bicknell, G. V., Sutherland, R., Saxton, C.: Jet interactions with the ISM of young radio galaxies. In: *Abstract Book : International Astronomical Union 25th General Assembly*. IAU, Sydney 2003, 29.

Biermann, P. L.: Binary black holes. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 147 (2003).

Bomans, D. J., Rossa, J., Weis, K., Dennerl, K.: The XMM-Newton view of the LMC superbubble N51D. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 31 (2003).

Briggs, K. R., Güdel, M., Audard, M., Smith, K., Rewe, R., den Boggende, T.: X-ray emission from pre-main sequence stars in the Orion star-forming region. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 9 (2003)

Brunthaler, A.: Proper motions in the local group. In: *XXXIII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Book*. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2003, 9.

Chin, Y.-N., Whiteoak, J., Henkel, C., Wang, M., Hunt, M.: NGC 4945 : the starburst galaxy as a chemical laboratory. In: *Abstract Book : International Astronomical Union 25th General Assembly*. IAU, Sydney 2003, 265.

Eberhardt, M., Woodruff, H. C., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Schöller, M., Scholz, M., Weigelt, G., Wittkowski, M.: VINCI VLTI interferometry of Mira stars and determination of stellar parameters. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 136 (2003).

Espada, D., Verdes-Montenegro, L., Huchtmeier, W. K., Leon, S., Fisher, R.: ISM in isolated galaxies. In: *XXXIII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Book*. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2003, 14.

Falcke, H., Körding, E., Markoff, S.: Power unification of black holes. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 45 (2003).

Falcke, H., Markoff, S., Yuan, F.: Jet-domination in sub-Eddington black holes. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 24 (2003).

Haas, M., Müller, S., Siebenmorgen, R., Bertoldi, F., Chini, R., Egner, S., Freudling, W., Klaas, U., Krause, O., Lemke, D., Meisenheimer, K.: Unification and evolution of 3CR radio galaxies and quasars as seen by ISO. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 43 (2003).

- Henkel, C., Peck, A. B., Mauersberger, R., Lebron, M. E., Tarchi, A., Weiss, A., Hagiwara, Y., Lubowich, D., Menten, K. M.: Hot ammonia in NGC 253, Maffei 2, IC 342 and B0218+357. In: Abstract Book : International Astronomical Union 25th General Assembly. IAU, Sydney 2003, 263.
- Hofmann, K.-H., Beckmann, U., Blöcker, T., Ohnaka, K., Schertl, D., Weigelt, G., Brewer, M. K., Schloerb, F., Efimov, Y. N., Shenavrin, V., Yudin, B., Berger, J., Lacasse, M., Millan-Gabet, R., Monnier, J., Morel, S., Pedretti, E., Traub, W., Malanushenko, V., Mennesson, B., Scholz, M.: Near-infrared IOTA interferometry of the symbiotic star CH Cyg. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 68 (2003).
- Hofmann, K.-H., Ikhsanov, N. R., Weigelt, G., Miroshnichenko, A. S.: Bispectrum speckle interferometry of the B[e] star MWC 349A. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 69 (2003).
- Horneffer, A., Falcke, H., Kampert, K. H.: LOPES - Detecting radio emission from cosmic ray air showers. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 52 (2003).
- Huege, T., Falcke, H.: LOPES - Theory of radio emission from cosmic ray air showers. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 52 (2003)
- Kadler, M.: Compact radio cores in AGN : the X-ray connection. In: XXXIII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Book. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2003, 25.
- Kauffmann, J.: Structure and stability of starless cores. In: XXXIII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Book. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2003, 27.
- Körding, E., Falcke, H.: Power unification of accreting black holes. In: XXXIII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Book. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2003, 29.
- Körding, E., Falcke, H.: Time lags hole candidates. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 23 (2003).
- Krips, M., Eckart, A., Neri, R., Pott, J.-U., Krichbaum, T. P., Scharwaechter, J., Zuther, J., Bertram, T., Planesas, P.: Feeding monsters - a study about active galaxies. In: XXXIII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Book. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2003, 30.
- La Porta, L., Burigana, C., Reich, W.: Polarization of the diffuse galactic emission at radio frequencies. In: XXXIII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Book. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2003, 32.
- Laine, S., Kotilainen, J. K., Reunanen, J., Ryder, S. D., Norris, R. P., Beck, R.: Seyfert : starburst connection in radio continuum. *Bull. American Astron. Soc.* 35, 203,56.12 (2003).
- Lubowich, D., Brammer, G., Helen, R., Millar, T., Henkel, C., Pasachoff, J., Ruffle, P.: The composition at the outer edge of the Galaxy. In: Abstract Book : International Astronomical Union 25th General Assembly. IAU, Sydney 2003, 231.
- Markoff, S., Falcke, H.: Flares in Sgr A* : a comparison of jet-based models with the data. *Bull. American Astron. Soc.* 35, 35,17.34 (2003).
- Markoff, S., Nowak, M., Falcke, H., Maccarone, T.: Jets in X-ray binaries and low-luminosity AGN : modeling reflection, misalignment and flares. *Bull. American Astron. Soc.* 35, 203,92.10 (2003).
- Middelberg, E.: Approaching NGC 3079 with VLBI. In: XXXIII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Book. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2003, 34.
- Müller, S. A. H., Haas, M., Klaas, U., Bertoldi, F., Camenzind, M., Chini, R., Krause, O., Lemke, D., Meisenheimer, K., Richards, P., Wilkes, B.: Evolution of the dust emission

- of Palomar-Green quasars. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 46 (2003).
- Ohnaka, K., Beckmann, U., Berger, J.-P., Brewer, M. K., Hofmann, K.-H., Lacasse, M. G., Millan-Gabet, R., Monnier, J. D., Pedretti, E., Schertl, D., Schloerb, F. P., Scholz, M., Traub, W. A., Weigelt, G.: JHK'-band IOTA interferometry of the Mira star T Cep and the circumstellar environment of R CrB. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 61-62 (2003).
- Ohnaka, K., Beckmann, U., Hofmann, K.-H., Malanushenko, V., Schertl, D., Weigelt, G., Ahearn, A., Berger, J.-P., Lacasse, M. G., Millan-Gabet, R., Monnier, J. D., Traub, W. A., Brewer, M. K., Schloerb, F. P., Shenavrin, V., Yudin B.: IOTA observation of the circumstellar envelope of R CrB. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 66 (2003).
- Peck, A. B., Henkel, C., Peck, A., Sakamoto, K., Matsushita, S., Iono, D., Menten, K., Mao, R., SMA Nearby Galaxy Team: Tracers of star formation - H₂O masers and CO emission. In: Abstract Book : International Astronomical Union 25th General Assembly. IAU, Sydney 2003, 143.
- Peck, A. B., Tarchi, A., Henkel, C., Nagar, N., Braatz, J., Moscadelli, L.: Newly detected H₂O masers in Seyfert and starburst galaxies. In: Abstract Book : International Astronomical Union 25th General Assembly. IAU, Sydney 2003, 265.
- Pillai, T.: Ammonia towards infrared dark clouds. In: XXXIII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Book. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2003, 40.
- Polatidis, A. G.: Compact symmetric objects : the youngest radio galaxies. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 25 (2003).
- Popescu, C., Banhidi, Z., Chini, R., Dumke, M., Tuffs, R. J., Völk, H. J., Wielebinski, R.: Submillimeter photometry of the ISOPHOT virgo cluster deep sample. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 163 (2003).
- Preibisch, T.: A deep XMM/EPIC image of the star forming region NGC 1333. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 86 (2003).
- Preibisch, T.: The coronae of very young solar-like stars. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 17 (2003).
- Preibisch, T., Balega, Y. Y., Schertl, D., Weigelt, G.: The massive multiple star in the Orion trapezium : orbital motion, physical properties, and implications on star formation scenarios. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 41 (2003).
- Preibisch, T., Brown, G. A., Bridges, T., Guenther, E., Zinnecker, H.: The star formation process in the Upper Scorpius OB association and implications for planet formation. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 3 (2003).
- Preibisch, T., Schertl, D., Weigelt, G., Balega, Y.: Bispectrum speckle interferometry of young jet- and outflow-sources. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 16 (2003).
- Riechers, D., Berger, M., Balega, Y., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: High-resolution near-infrared speckle interferometry and radiative transfer modeling of the OH/IR star OH 104.9+2.4. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 3, 136 (2003).
- Ruf, K.: Radio pollution and RFI : regulation and recent developments. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 13 (2003).
- Smith, K. W., Pestalozzi, M., Conway, J., Güdel, M., Benz, A. O.: Resolving the magnetosphere of T Tauri south B. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 70 (2003).

Takano, S., Nakai, N., Kawaguchi, K., Takano, T., Schilke, P., Winnewisser, G.: Systematically peculiar molecular composition in M 82. In: Abstract Book : International Astronomical Union 25th General Assembly. IAU, Sydney 2003, 264.

Wang, M., Henkel, C., Chin, Y.-N., Whiteoak, J. B., Hunt Cunningham, M., Mauersberger, R.: The nuclear starburst in NGC 4945. In: XXXIII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Book. Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn 2003, 48.

Weigelt, G., Beckmann, U., Blöcker, T., Hofmann, K. - H., Ohnaka, K., Schertl, D., Brewer, M. K., Schloerb, F., Efimov, Y. N., Shenavrin, V., Yudin, B., Berger, J., Lacasse, M., Millan-Gabet, R., Monnier, J., Morel, S., Pedretti, E., Traub, W., Malanushenko, V., Mennesson, B., Scholz, M.: Spectro-interferometry of the Mira star T Cep with the IOTA interferometer and comparison with models. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 71 (2003).

Weigelt, G., Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Menshchikov, A., Winters, J. M., Balega, Y. Y.: Bispectrum speckle interferometry of IRC +10 216 : the dynamic evolution of the circumstellar environment from 1995 to 2001. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 67 (2003).

Weigelt, G., Hofmann, K.-H., Preibisch, T., Balega, Y.: Diffraction-limited bispectrum speckle interferometry of the Herbig Be star R Mon. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 68 (2003).

Weis, K.: Strings, jets and shocks in η Carinae's ejecta. *Astronomische Nachrichten* 324, Supplementary Issue 2, 69 (2003).

Whiteoak, J. B., Hunt, M., Henkel, C., Chin, Y., Lazendic, J.: LMC complex N 159 : a different star- formation environment. In: Abstract Book : International Astronomical Union 25th General Assembly. IAU, Sydney 2003, 149.

7.3 Bücher

Falcke, H., Hehl, F. W.: *The galactic black hole : Lectures on general relativity and astrophysics*. Institute of Physics, Bristol; Philadelphia 2003, 353 S.

Krügel, E.: *Physics of interstellar dust*. Institute of Physics, Bristol 2003, 559 S.

7.4 Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen

Benkő, J. M., Gabányi, K. É.: V516 Cas, an RR ab star at the galactic plane. *Information Bulletin on Variable Stars* No. 5433, 1-3 (2003).

Falcke, H., Menten, K. M.: Ein schwarzes Loch und seine Umgebung im Radiolicht. *Sterne u. Weltraum* 42, 28-35 (2003).

Junkes, N., Henkel, C.: Wasser-Maser in Mrk 1419. *Sterne u. Weltraum* 42, 21-22 (2003).

Middelberg, E., Fuhrmann, L.: Radioastronomie in der Schule. *Astronomie und Raumfahrt im Unterricht* 76, 16-18 (2003).

Norbert Junkes