

## Bonn

### Max-Planck-Institut für Radioastronomie

Auf dem Hügel 69, 53121 Bonn  
Tel.: (0228) 525-0, Telefax: (0228) 525-229  
Electronic Mail: [username@mpifr-bonn.mpg.de](mailto:username@mpifr-bonn.mpg.de)  
World Wide Web: <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/>

#### 0 Allgemeines

Das Institut wurde zum 1. Januar 1967 gegründet und zog 1973 in das heutige Gebäude um. Am 12. Mai 1971 wurde das 100-m-Radioteleskop in Bad Münstereifel-Effelsberg eingeweiht. Der astronomische Meßbetrieb begann am 1. August 1972. Das 1985 in Betrieb genommene 30-m-Teleskop für mm-Wellen-Radioastronomie (MRT) auf dem Pico Veleta (bei Granada, Spanien) ging noch im selben Jahr über an das Institut für Radioastronomie im Millimeterwellenbereich (IRAM), Grenoble. Am 18. September 1993 erfolgte die Einweihung des für den submm-Bereich vorgesehenen 10-m-Heinrich-Hertz-Teleskops (HHT) auf dem Mt. Graham (Arizona/USA), welches gemeinsam mit dem Steward Observatorium der Universität von Arizona betrieben wird. Das Institut ist Mitglied des Europäischen VLBI-Netzwerks (EVN).

#### 1 Personal und Ausstattung

##### 1.1 Personalstand

###### *Wissenschaftliche Mitarbeiter:*

Dr. W. Alef, Dr. J.W.M. Baars (beurlaubt zur ESO), Dr. R. Beck, Dipl.-Phys. U. Beckmann (Abteilungsleiter Optische und Infrarot-Interferometrie), Dr. E.M. Berkhuisen, Dr. F. Bertoldi, Prof. Dr. P.L. Biermann, Dr. T. Blöcker, Dr. O. Doroshenko (seit 01.12.), Dipl.-Ing. A. Dreß, Dr. M. Dumke (tätig am SMTO, Tucson), G. Ediss, M.Sc. (beurlaubt zum NRAO), Priv.-Doz. Dr. H. Falcke, Dipl.-Phys. A. Freihold, Prof. Dr. E. Fürst (Abteilungsleiter Station Effelsberg), Dr. H.-P. Gemünd, Dipl.-Ing. M. Geng, Dipl.-Ing. S. Gong, Dr. M. Gotzens (seit 01.04.), Dr. D.A. Graham, Dr. F. Gueth (seit 01.03.), Dr. R. Güsten (Abteilungsleiter mm/submm-Technologie), Prof. Dr. O. Hachenberg (emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied), Dr. C.G.T. Haslam, Dr. J. Hatchell, Dr. C. Henkel, Dr. K.-H. Hofmann, Priv.-Doz. Dr. W.K. Huchtmeier, Dipl.-Phys. H. Hutfließ, Dr. A. Jessner, Dipl.-Phys. A. von Kap-herr, Dr. R. Keller, Dr. T. Klein, Dr. A. Kraus, Dr. M. Krause, Dr. T. Krichbaum, Dr. E. Kreysa, Priv.-Doz. Dr. E. Krügel, Dr. A. Lobanov, Dr. H. Mattes (Abteilungsleiter Elektronik), Prof. Dr. K.M. Menten (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. P.G. Mezger (emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied), Dr. D. Muders, Dr. P. Müller, Dr. J. Neidhöfer, Dr. A. Oberreuter (Abteilungsleiter EDV), Dr. A. Patnaik, Dr. I.I.K. Pauliny-Toth (bis 01.11.), Dr. S. Philipp, Dr. R. Porcas, Dr. T. Preibisch, Dr. E. Preuss, Dr. P. Reich, Dr. W. Reich, Dr. L. Reichertz, Dr. E. Ros Ibarra, Dr. K. Ruf-Ursprung,

Dipl.-Phys. F. Schäfer, Dr. D. Schertl, Dr. P. Schilke, Prof. Dr. J. Schmid-Burgk, Dr. J. Schmidt, Dipl.-Phys. J. Schraml, Dr. R. Schwartz (Leiter der Wissenschaftlichen und Allgemeinen Verwaltung), Dr. W.A. Sherwood, Dr. Th. Stanke (seit 01.02.), Dr. R. Stark, Dr. H. Stürer (seit 01.04.), Dr. M. Thierbach (seit 01.08.), Dipl.-Math. F. Uhlig, Dr. F. van der Tak (seit 01.10.), Dr. B. Vollmer (seit 01.07.), Prof. Dr. G. Weigelt (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Dr. N. Wex (bis 30.04.), Prof. Dr. R. Wielebinski (Mitglied des Direktoren-Kollegiums; Geschäftsführender Direktor), Dr. T.L. Wilson (abgeordnet als Stationsleiter zum SMTO, Tucson), Dr. A. Witzel, Dipl.-Phys. S. Wongsowijoto, Dr. J.A. Zensus (Mitglied des Direktoren-Kollegiums).

#### *Stipendiaten und Gäste:*

Dr. W.J. Altenhoff, Dr. D. Banhatti (seit 09.10.), Dr. T. Beckert (seit 15.02.), Dr. J. Darmo (seit 28.01.), Dr. O. Doroshenko (bis 30.11.), Prof. Dr. W. Duschl, Dr. F. Gueth (bis 29.02.), Dr. Y. Hagiwara, Dr. N. Ikhsanov (seit 01.08.), Dr. M. Kraus (seit 01.07.), Dr. M. Lebron (seit 20.09.), Dr. R. Lemke, Dr. R. Mao (bis 11.07.), Dr. S. Markoff, Dr. M. Massi, Dr. F. Motte (bis 30.09.), Dr. P. Nedialkov (bis 31.05.), Dr. K. Ohnaka (seit 01.04.), Dr. A. Peck, Prof. Dr. B. Peng (bis 31.01.), Prof. Dr. Sh. Qian, Dr. M. Reid (bis 24.01.), Dr. I. Rottmann, I. Roussev, Dr. A. Roy, Dr. P. van der Wal, Prof. Dr. S. Wagner, Prof. Dr. C.M. Walmsley, Dr. A. Walsh, Dr. W. Walsh, D. Yang (bis 29.06.), Dr. F. Yuan (seit 09.11.), Dr. C. Zier (seit 01.11.), Dr. R. Zylka.

#### *Doktoranden:*

Dipl.-Phys. M. Aye (bis 30.06.), Dipl.-Phys. G. Bayer (seit 01.04.), Dipl.-Phys. A. Bertarini, Dipl.-Phys. H. Beuther, Dipl.-Phys. Ch. Chiong (seit 11.09.), Dipl.-Phys. G. Cimò, Dipl.-Phys. C. Comito (seit 23.03.), Dipl.-Phys. T. Driebe, Dipl.-Phys. L. Fuhrmann, Dipl.-Phys. J. Gromke (bis 30.04.), Dipl.-Phys. A. Karastergiou, Dipl.-Phys. J. Klare, Dipl.-Ing. B. Klein, Dipl.-Phys. M. Kraus (bis 30.06.), Dipl.-Phys. C. Lange, Dipl.-Phys. O. Löhmer, Dipl.-Phys. A. Medici (seit 01.11.), Dipl.-Phys. M. Mikulics (seit 13.10.), Dipl.-Phys. Ch. Nieten, Dipl.-Phys. G. Pugliese (bis 31.05.), Dipl.-Phys. A. Racanelli (seit 07.02.), Dipl.-Phys. H. Rottmann (bis 30.09.), Dipl.-Phys. G. Schniggenberg (bis 30.08.), Dipl.-Phys. F. Siebe, Dipl.-Phys. G. Siringo (seit 14.02.), Dipl.-Phys. M. Thierbach (bis 31.07.), Dipl.-Phys. G. Thuma, Dipl.-Phys. B. Weferling, Dipl.-Phys. C. Zier (bis 31.10.).

#### *Diplomanden:*

U. Bach (seit 01.05.), A. Beling (bis 30.09.), A. Brunthaler (bis 31.03.), M. Chirvasa (seit 01.10.), Ch. Galea (seit 01.10.), Ch. Hillemanns (bis 31.05.), A. Löhr (bis 24.08.), E. Middelberg (seit 01.05.), A. Popescu (seit 01.10.), F. Przygodda (bis 31.08.), M. Tisljar (seit 03.11.), H. Voss (seit 15.10.), M. Wolleben (seit 01.10.).

## 1.2 Instrumente und Rechenanlagen

### *100-m-Radioteleskop Effelsberg – Beobachtungen*

Das 100-m-Radioteleskop wurde wiederum sehr flexibel für zahlreiche Beobachtungsprojekte eingesetzt. Es kamen 12 verschiedene Empfangssysteme, die einen Wellenlängenbereich von 3,5 mm bis 35 cm überspannten, zum Einsatz. Hervorzuheben ist, daß der 1,3-cm-Maser-Empfänger, der über viele Jahre ein besonders wichtiges Instrument für Spektroskopie gewesen ist, von einem neuen HEMT (*High Electron Mobility Transistor*)-System für die gleiche Wellenlänge abgelöst wurde. Das Schwergewicht der Beobachtungen lag bei 6 cm und bei 18–21 cm Wellenlänge, beides wichtige Beobachtungswellenlängen des Europäischen VLBI-Netzwerks sowie für Space-VLBI-Projekte. Die Meßzeit verteilte sich zu rund 24 % auf Kontinuumsbeobachtungen, 26 % VLBI, 37 % Spektroskopie und 13 % Pulsaruntersuchungen. Dabei konnten 62 % des gesamten Zeitraums für astronomische Beobachtungen genutzt werden. Etwa 57 % der Beobachtungszeit entfiel auf auswärtige Wissenschaftler; dabei wurden rund 12 % der Meßzeit von Astronomen deutscher Hochschulen genutzt.

*100-m-Radioteleskop Effelsberg – Technische Arbeiten*

Alle technischen Arbeiten im Zusammenhang mit dem Ersatz der Paneele der äußeren Ringe des Teleskops wurden im Sommer 2000 abgeschlossen. Im März 2000 wurde eine erneute Holographie mit dem Telemetriesignal von Eutelsat bei 11,968 GHz durchgeführt. Damit sollte die Paneeljustierung von 1999 überprüft und eine weitere Justierung vorbereitet werden.

Im Jahre 2000 wurde an 253 Stellen eine Überprüfung der Wanddickenstärke der Teleskopstahlkonstruktion durchgeführt. Das Ergebnis ist außerordentlich zufriedenstellend. Die Stahlkonstruktion des Teleskops ist auch nach 30 Jahren noch in sehr gutem Zustand. Die Untersuchung wurde mit Ultraschall durchgeführt, da andere Methoden entweder sehr unpraktisch oder mit Gefahren für die empfindlichen Empfängerkomponenten verbunden sind.

Große Sorge bereitet der Zustand der Azimutgetriebe. Seit dem Bruch eines Getriebezahns im Frühjahr 1999 kann das Teleskop nur mit halber Maximalgeschwindigkeit in azimutaler Richtung bewegt werden, was den schnellen Wechsel zwischen verschiedenen Quellen behindert. Nach langen Untersuchungen wurden neue Getriebe europaweit ausgeschrieben. Den Zuschlag hat die Firma Rexnord/Hansen erhalten. Die neuen Getriebe werden im Verlaufe des Jahres 2001 angeliefert und montiert, ohne daß es zu großen Unterbrechungen des Messbetriebes kommen wird. Die alten Motoren werden beibehalten, sie werden jedoch anders angebracht. Die elektrische Versorgung muß komplett erneuert werden. Vorbereitungen dazu wurden bereits im Jahre 2000 durchgeführt.

Insgesamt zwölf Temperaturfühler wurden an den Rohren der Stützbeinkonstruktion für die Fokuskabine angebracht, um eine bessere Überwachung der Ausdehnung der Rohre zu ermöglichen. Mit dieser Kenntnis ist eine verbesserte Anpassung der Positionierung des Teleskops möglich. Die Datenübertragung aller im Teleskop befindlichen Temperaturfühler wurde neu strukturiert und erfolgt nunmehr über LWL und RS485. In diesem Zusammenhang wurde auch eine neue LWL-Strecke zum Besucherpavillon (in Zusammenarbeit mit der Telekom) verlegt.

Für die Steuerung des Teleskopes in Azimut und Elevation wurde in Zusammenarbeit mit AEG eine adaptive Regelung eingeführt.

Gegen Ende 2000 wurde auch die Vermessung des Subreflektors des 100-m-Radioteleskops aufgegriffen. Eine praktische Lösung besteht in der Vermessung mittels Photogrammetrie. Die Vermessung ist in Auftrag gegeben und wird im Frühjahr 2001 durchgeführt. Das Ergebnis dieser Messung hat Einfluß auf mögliche technische Änderungen im Primärfokusbereich.

Die technische Ausrüstung des von Rohde & Schwarz gelieferten Gerätes zur Frequenzüberprüfung ist abgeschlossen. Das für ein europäisches Projekt beschaffte Gerät nimmt nunmehr regelmäßig Daten auf. Überwacht wird der Frequenzbereich zwischen 100 und 3000 MHz für die horizontale und vertikale lineare Polarization. Pro Tag werden 6 komplette Spekten mit einer Frequenzauflösung von 200 kHz aufgenommen.

Die Arbeiten an dem Wechsel vom alten Steuersystem (CAMAC/VAX) auf ein moderneres System (Power PC/VME/VxWorks) wurden fortgeführt. Erste Tests mit der Teleskopsteuerung wurden erfolgreich abgeschlossen. Die endgültige Übernahme der Teleskopsteuerung sowie der Steuerung der Front- und Backends ist für das folgende Jahr vorgesehen. Für die Datenerfassung und Archivierung sowie die erste Auswertung wurde ein Backend-PC mit dem Betriebssystem LINUX angeschafft.

Es wurde eine ausführliche Analyse der Hard- und Software des inkohärenten Effelsberg-Berkeley-Pulsar-Prozessors (iEBPP) erstellt. Auf dieser Basis konnten nach einigen Detailverbesserungen bereits erste Testmessungen für Pulsare bei 21 cm mit 128 Kanälen pulssynchron sowie auch im Suchmodus mit 20 Mikrosekunden Zeitauflösung durchgeführt werden.

*Heinrich-Hertz-Teleskop (HHT)*

Am Heinrich-Hertz-Teleskop (HHT), das gemeinsam mit dem Steward-Observatorium der Universität von Arizona auf dem Mt. Graham betrieben wird, standen den Mitarbeitern des Instituts und den Mitarbeitern deutscher Universitäten 12 Wochen an Beobachtungszeit zur Verfügung. Astronomische Beobachtungen wurden wiederum mit den gleichen Empfängern wie im Vorjahr 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 Akustooptische Spektrometer (AOS) standen als Spektrometer zur Verfügung. Die sogenannte On-the-Fly-Mapping-Software wurde zur Erstellung von Radiokarten genutzt.

Im Wellenlängenbereich von 0,87 mm ist ein 19-Kanal-Bolometer am HHT installiert worden. Es wurden bereits Radiokarten von galaktischen Quellen und von Galaxien mit diesem Bolometer produziert. Die 19-Kanal-Bolometerkamera wird eines der Hauptinstrumente für das Heinrich-Hertz-Teleskop in den nächsten Jahren darstellen.

*Elektronik-Abteilung*

Auch im Jahr 2000 wurde die Kooperation mit der NASA zur Entwicklung und Optimierung kühlbarer InP-HEMTs und integrierter Verstärker (MMICs) fortgesetzt. Die im Zuge dieses Programms (CHOP = Cryogenic HEMT Optimization Program) bezogenen Transistoren werden auf speziellen Messplätzen (Proberstations) bei 300 K und 15 K Umgebungstemperatur vermessen. Die so gewonnenen Streuparameter werden für die Entwicklung der hybriden Verstärker sowie der MMICs benötigt. Es wurden die ersten MMICs bei 83–96 GHz in Gehäuse integriert und vermessen. Es werden Rauschtemperaturen zwischen 50 K und 65 K erzielt. Ein erster Waferrun mit Ka-Band MMICs wurde ebenfalls im Zuge dieses Programms durchgeführt.

Ein neuer 18–26 GHz Empfänger wurde mit Erfolg als Spektroskopie-Empfänger eingesetzt. Ein Novum bei diesem Empfänger ist ein drehbares Horn, welches so in zwei gegenüberliegenden Positionen angehalten wird, daß sich die Hauptkeule einmal auf der Quelle und einmal auf dem kalten Himmel befindet. Man erhält flache Basislinien, da der System-Ripple durch Subtraktion eliminiert wird. Die Beobachtungsmöglichkeiten für Spektroskopie wurden zusätzlich durch einen 13–19 GHz Empfänger verbessert. Da sich die Eigenentwicklung von Polarisationsweichen und Kalibrationsrichtkopplern in Hohlleitertechnik als sehr schwierig herausgestellt hat, verzögerte sich die Auslieferung des 3-Kanal-83–96-GHz-Empfängers für VLBI auf Anfang 2001.

Es wurde ein neuer Breitbandkorrelator mit 4 Spektrometern von je 1 GHz Bandbreite und 1024 Kanälen für Effelsberg entwickelt (MACSE = MPI Array Correlator System für Effelsberg).

*Submillimeter-Technologie*

CHAMP (Carbon Heterodyn Array of the MPIfR), das 16-elementige Heterodyn-Array des MPIfR, ist am Caltech Submm Observatory (CSO) auf Mauna Kea während zweier mehrwöchiger Kampagnen zum Einsatz gekommen. Die Arbeiten waren nachhaltig von technischer Einmessung und Verifikation der neuen Beobachtungsalgorithmen und Reduktionssoftware geprägt. Während kurzer atmosphärischer Aufklärungen wurden erste astronomische Projekte durchgeführt (so wurde mit der vollständigen Kartierung des Supernovaüberrests IC 443 begonnen, mit physikalisch sehr interessanten Ergebnissen zur Verteilung des atomaren neutralen Kohlenstoffs und des warmen molekularen CO in den geschockten Gaswolken – Publikationen in Vorbereitung).

In Zusammenarbeit mit SRON (Space Research Organization Netherlands, Groningen, NL) wurde ein 800 GHz Empfänger am JCMT (James Clerk Maxwell Telescope, ebenfalls auf Mauna Kea) in Betrieb genommen. Interessierte Nutzer finden Zugang über das JCMT-Vergabeverfahren.

Als kritischer Meilenstein der Entwicklung des Heterodyn-Empfängers für hochauflösende Spektroskopie (GREAT, German REceiver for Astronomy at Terahertz Frequencies) auf der Flugzeugplattform SOFIA wurde Anfang des Jahres das PDR (Preliminary Design Review) erfolgreich durchlaufen. Zeitkritische Arbeitspakete wie z. B. Design und Zertifizierung des Kryostaten sind weit vorangeschritten. Das Konsortium, bestehend aus dem MPIfR (Projektleitung), der Universität zu Köln und dem MPI für Aeronomie, wurde um das DLR-Institut für Planetenforschung und Weltraumsensorik erweitert. Konzept und Ziel der Kooperation (geplant ist ein Doppelkanal-Empfänger, der zeitgleiche Beobachtungen in 2 Frequenzbändern ermöglichen soll) sind unverändert.

Mit Förderbeginn zum 1. 1. 2000 hat das MPIfR die Führung eines internationalen Konsortiums zur Entwicklung der Lokoszillatoren (L.O.) für HIFI (dem Heterodyn-Instrument an Bord des Herschel Space Observatory) übernommen. Der Aufbau der notwendigen Laborinfrastruktur sowie die Vorbereitung der zur Verifizierung erforderlichen Experimente und Messplätze begleiteten die Entwicklung der eigentlichen L.O.-Einheit. Neben den Managementaufgaben (Strukturierung der Arbeitspakete, PA/QA (Performance Assurance/Quality Assurance), Kontraktvergabe u. a.) konzentrierten sich die Arbeiten am MPIfR auf Definition und Festlegung der internen und externen Interfaces, was ein weitgehend abgeschlossenes Design der L.O.-Einheit in allen kritischen Aspekten erforderte (opto-mechanisch und thermisch). Das PDR ist für März 2001 geplant.

Im Rahmen der vorbereitenden Aktivitäten für die Technologie von ALMA wurde eine Projektgruppe eingerichtet (mit Univ. Duisburg, Chemnitz und Frankfurt), die auf der Basis von InGaAs-Photomischern bis Jahresmitte 2001 einen Prototyp-L.O. aufbereiten soll, der hinreichend Leistung erbringt, einen SIS-Mischer bei 650 GHz zu betreiben. Diese Entwicklung ergänzt die für SOFIA/GREAT aufgenommenen Arbeiten mit LT GaAs-Photomischern für den Einsatz bei supra-THz-Frequenzen (mit KfA Jülich).

Das Bolometerarray MAMBO (37-Element MAX-Planck Millimeter BOLometer) wurde mit verbesserter Empfindlichkeit wieder erfolgreich am IRAM-30m-Teleskop (MRT, Pico Veleta, Spanien) im atmosphärischen Fenster bei 1 mm Wellenlänge eingesetzt. Dieses Array arbeitet bei einer Temperatur von 300 mK und hat 37 Detektoren, die in einem hexagonalen Gitter angeordnet sind. Auch in diesem Jahr wurde es dort wieder ausgiebig von Gastbeobachtern genutzt. Zum ersten Mal stand das Array auch während des Sommers am MRT zu Verfügung, zum Beispiel für Beobachtungen des Kometen C/1999 S4 (Linear).

Für das HHT wurde ein Bolometerarray aus 19 Elementen gebaut und dort erfolgreich zum Einsatz gebracht. Es arbeitet bei einer Wellenlänge von 0,87 mm und einer Temperatur von 300 mK. Leider ist mit diesem Array das im Nasmyth-Focus des HHT zur Verfügung stehende Feld schon voll ausgenutzt.

Die Entwicklung von Arrays für größere Formate und eine Arbeitstemperatur von 300 mK zum Einsatz am MRT machte Fortschritte. Ein Array mit 117 Bolometern befindet sich im Aufbau. Wesentliche Komponenten wurden fertiggestellt: Hornarray, mikromechanisch hergestellte Wafer mit Siliziumnitrid-Membranen, Filter, Vorverstärker und neues Datenaufnahmesystem. Integration und erste Tests sind für die Wintersaison 2000/2001 am MRT geplant. Parallel dazu werden neue Strategien zum Kartieren mit großen Arrays entwickelt.

Das Array aus 19 Bolometern für eine Arbeitstemperatur von 100 mK, optimiert für 2 mm Wellenlänge, wurde nach den ersten Teleskopkampagnen des Vorjahres intensiv im Labor untersucht. Nach wesentlichen Verbesserungen soll es in 2001 wieder an das MRT gehen, hauptsächlich für Messungen des Sunyaev-Zel'dovich-Effekts.

Im Rahmen einer Doktorarbeit wurde die Entwicklung eines Array-Polarimeters begonnen. Dieses basiert auf einer abstimmbaren Verzögerungsplatte mit großem Durchmesser, die dann vor jedem unserer Arrays betrieben werden könnte.

Die Zusammenarbeit mit dem Institut für Physikalische Hochtechnologie (IPHT) in Jena zur Entwicklung supraleitender Bolometer mit SQUID- (Superconducting QUantum

Interference Device) Auslesung machte gute Fortschritte. Es gelang, reproduzierbare Thermistoren herzustellen, deren Sprungtemperatur zwischen 100 und 600 mK abgestimmt werden kann. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für die Herstellung von Bolometerarrays. Für sehr große Arrays hat die supraleitende Technologie die beiden Vorteile einer voll mikro-mechanischen Herstellung und der Möglichkeit, die Signale im Kryostaten zu multiplexieren.

In Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. V. Hansen (Universität Wuppertal) konnten Diffraktionsanomalien in metallischen Transmissionsgittern verstanden werden. Dies ist wesentlich für die weitere Entwicklung dichroitischer Strahlteiler.

#### *Optische und Infrarot-Interferometrie*

Der Einsatz von neuen „Focal Plane Arrays“ für Bispektrum-Speckle-Interferometrie im infraroten Spektralbereich erfordert eine Kombination von geringem Rauschen, niedriger Stromaufnahme und schneller Auslesemöglichkeit. Zusätzliche Anforderungen betreffen den Dynamikbereich und den Dunkelstrom. Speziell das Ausleserauschen ist für die Untersuchung von lichtschwachen Objekten von großer Bedeutung. Daraus ergab sich die Motivation für die Entwicklung einer optimierten Elektronik für den Betrieb von Speckle-Kameras für den infraroten Spektralbereich.

Mit den genannten Anforderungen wurde ein neues Kamerasystem entwickelt und gebaut, das für die Bispektrum-Speckle-Interferometrie in Auflösung und Signal-zu-Rausch-Verhältnis bisher einzigartig ist.

Die Elektronik der Kamera ist mit verschiedenen Infrarot-Detektoren eingesetzt worden, z. B. HAWAII, NICMOS-3 und PICNIC. Die Elektronik beinhaltet separate Elektronikmodule für optimale Entkopplung, Takterzeuger, Vorverstärker mit Signalfilter und einen schnellen 14-bit-AD-Wandler. Die Signalübertragung zum Aufnahmegerät erfolgt über Faseroptik-Kabel.

Die gesamte Elektronik ist unmittelbar am Kryostaten des Detektors montiert, um die Leitungslängen kurz zu halten.

Folgende Kameras sind im Einsatz bzw. im Bau:

Für Messungen am 6-m-SAO-Teleskop werden die NICMOS3/PICNIC-Kamera seit Juni 1998 und die HAWAII-Kamera seit Oktober 1998 eingesetzt.

Darüber hinaus wurden weitere Kamerasysteme auch für den Einsatz an einzelnen VLT-Teleskopen, dem Multimirror-Teleskop (MMT) und dem 10-m-Keck-Teleskop gebaut. Dazu sind neue Optiken für die unterschiedlichen Spezifikationen dieser Teleskope entworfen worden.

Außer an Einzelteleskopen wurden Beobachtungen an optischen Interferometern durchgeführt. Für das GI2T des Observatoire de la Côte d'Azur in Südfrankreich wurde ein Spektrograph entwickelt, mit dem „dispersed fringes“ im Nah-Infrarotbereich aufgenommen wurden. Damit erreicht man die hohe interferometrische Winkelauflösung gleichzeitig für die verschiedenen Wellenlängen innerhalb eines größeren Wellenlängenbereiches (z. B. K-Band).

Zusätzlich zu den eigenen Bispektrum-Interferometrie-Projekten wurde mit dem Bau einer Kamera für das AMBER-Projekt (*Astronomical Multi BEam Recombiner*) am ESO-VLTI begonnen. Die AMBER-Kamera wird von einem internationalen Konsortium (außer MPIfR noch Institute der Universitäten in Nizza, Grenoble und Florenz) entwickelt. Sie wird in verschiedenen Beobachtungsmodi wie schnellem Fringe-Scanning oder hochauflösender Spektroskopie einsetzbar sein und benötigt daher eine sehr flexible Ausleseelektronik.

#### *Neuer VLBI-Korrelator vom Typ Mark IV*

Ein neuer Hochleistungsrechner, der sowohl für die Astronomie als auch für die Erdvermessung (Geodäsie) eingesetzt wird, hat am 17. November im Institut in Bonn offiziell den

Betrieb aufgenommen. Bei diesem sogenannten Korrelator handelt es sich um einen „festverdrahteten“ Digitalrechner, der 4000mal leistungsfähiger als sein Vorgänger ist und im Endausbau eine Rechenleistung von 25 Teraflops ( $2,5 \times 10^{12}$  Instruktionen pro Sekunde) erreicht.

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. Bei diesem Verfahren beobachten zahlreiche, über die gesamte Erde verteilte Radioteleskope gleichzeitig ein astronomisches Objekt. An solchen Gemeinschaftsaktionen sind typischerweise acht bis 20 einzelne Antennen beteiligt, die zwischen 100 und 10000 Kilometer weit voneinander entfernt sein können.

Wegen dieser großen Abstände lassen sich Antennen und Korrelator während der Messungen nicht „kohärent“ (breitbandig) in „Echtzeit“ miteinander verbinden. Deshalb ist jede Station mit einem einheitlichen VLBI-System mit Geräten zur Erfassung, Speicherung, Wiedergabe und Korrelation von Signalströmen mit hohen Datenraten, d. h. hoher Bandbreite, ausgerüstet.

In dem neuen Hochleistungsrechner können gleichzeitig Datenströme von bis zu 256 Megabaud (Millionen Bit pro Sekunde) paarweise zur Korrelation gebracht werden. Künftig lassen sich die Aufzeichnungsraten sogar bis auf ein Gigabaud und mehr steigern. Zum Vergleich: Vier Megabit reichen zur Verschlüsselung von 250 Schreibmaschinenseiten.

Der Korrelator bereitet die von den einzelnen Antennen im globalen VLBI-Netzwerk empfangenen Daten so auf, als wären sie von einem einzigen, virtuellen Riesenteleskop von der Größe der Erde empfangen worden. Damit lassen sich die schärfsten Bilder synthetisieren, die in der Astronomie möglich sind.

Das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG), Frankfurt/Main, hat sich an der Finanzierung des Mark IV-Korrelators mit einem Betrag von rund fünf Millionen Mark beteiligt. Der neue Superrechner soll zu etwa gleichen Anteilen vom MPIfR und dem Geodätischen Institut der Universität Bonn für astronomische und geophysikalische Messungen eingesetzt werden. Entwickelt hat den Bonner VLBI-Korrelator das Massachusetts Institute of Technology, Beiträge dazu leisteten NASA, USNO (United States Naval Observatory) und das Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics in den USA sowie BKG, JIVE (Joint Institute for VLBI in Europe) und NFRA (Netherlands Foundation for Research in Astronomy) in Europa. Insgesamt vier dieser Maschinen, je zwei in den USA und Europa, sind bisher weltweit in Betrieb.

## 2 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

### 2.1 Lehrtätigkeiten

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

### 2.2 Prüfungen

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

### 2.3 Gremientätigkeit

Im „Scientific Advisory Committee“ von IRAM waren folgende Wissenschaftler des Hauses Mitglied: P. Schilke, R. Wielebinski, A. Witzel und J.A. Zensus. Im „Radioastron International Scientific Council“ (RISC) arbeiteten E. Preuss und J.A. Zensus mit. VLA Programmkomitee: R. Beck und H. Falcke. An weiteren Mitgliedschaften in Gremien sind zu

erwähnen: W. Alef: VLBI Technical Working Group; E.M. Berkhuijsen: SOC der Division X der IAU; P.L. Biermann: Komitee des Hochleistungsrechenzentrum Jülich, Evaluationsgremium zur Unterstützung der Helmholtz-Gesellschaft, Gremium des BMBF für Kosmische Teilchenphysik; T. Blöcker: Mitglied VLTI AMBER Science Team; C. Henkel: IAU Working Group on Astrochemistry; E. Kreysa: Evaluation der Instrumentenvorschläge für FIRST und PLANCK; K.M. Menten: SMTO: Council, IRAM: Executive Council, SOFIA: Scientific Advisory Committee, ALMA: European Scientific Advisory Committee (Vorsitz), and Joint American/European Scientific Advisory Committee (Vorsitz), Australia Telescope National Facility Steering Committee, NASA External Independent Readiness Review Board SOFIA, UK PPARC MERLIN National Radio Astronomy Facility Review Committee, IAU Commission 34: Astrochemistry Working Group, NAIC and NRAO: Visiting Committee, Gutachter der DFG; R. Porcas: Mitglied im VSOP Scientific Review Committee, und in der URSI Global VLBI Working Group, Programmkomitee des europäischen VLBI-Netzes EVN (Vorsitz) und der VSOP Phase-Referencing Working Group, W. Reich: 2. Vorsitzender der Kommission J (Radioastronomie) der URSI; K. Ruf: Vorsitz IUCAF (Scientific Committee on the Allocation of Frequencies for Radio Astronomy and Space Science); R. Schwartz: MGIO Verwaltungsrat, Programmkomitee des europäischen VLBI-Netzes (EVN); G.P. Weigelt: Mitglied VLTI Implementation Committee der ESO, VLTI AMBER Science Team; A. Witzel: Programmkomitee des Coordinated Millimeter VLBI Array (CMVA), gewähltes Mitglied der CPT-Sektion der MPG; R. Wielebinski: Koordinator des INTAS-Projekts „Pulsare“, Gutachter der DFG, und Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des AIP; J.A. Zensus: JIVE-Verwaltungsrat, EVN-Konsortium (Vorsitz), Teilnahme am VSOP International Science Council.

### 3 Wissenschaftliche Arbeiten

#### 3.1 Millimeter- und Submillimeter-Astronomie

Der gemeinsame Nenner der Forschungsarbeiten der Gruppe liegt in der Untersuchung der Sternentstehungsgeschichte des Universums. Schwerpunkte bilden die Entstehung und die ersten Entwicklungsphasen von Sternen, die Physik und Chemie des interstellaren Mediums der Milchstraße sowie externer Galaxien bis hin zu Staub und Gas in kosmologisch relevanten Entfernungen, das galaktische Zentrum und seine Umgebung sowie Galaxien in den Frühphasen des Universums. Im folgenden wird eine Auswahl der kürzlich bearbeiteten Projekte beschrieben.

##### *Massive Sternentstehung*

Ein Forschungsschwerpunkt ist die Untersuchung von Bereichen massiver Sternentstehung, insbesondere geht es um die frühesten Stadien in deren Entwicklung. Massereiche Sterne geben im Laufe ihres Lebens sehr große Energiemengen in Form von energetischen Ausflüssen, starker UV-Strahlung und Supernova-Explosionen ab. Trotz des immensen Einflusses auf das interstellare Medium ist die Entstehung massereicher Sterne schwer zu verstehen, da der Strahlungsdruck dieser Sterne während ihrer Entstehung so groß sein sollte, daß die leuchtkräftigsten bekannten Objekte nach heutigen Sternentstehungsparadigmen für leichte Sterne nicht existieren könnten.

Um dies näher zu untersuchen, haben wir, basierend auf Datenbasen im infraroten-, Radio- und mm-Wellenlängenbereich, 69 vielversprechende Kandidaten massereicher Sternentstehungsgebiete ausgewählt und diese mit den unterschiedlichsten Instrumenten – Einzelteleskope und Interferometer – sowohl im Kontinuum als auch in spektraler Linienemission untersucht.

Staubkarten im mm-Wellenlängenbereich zeigen eine Vielfalt von Morphologien, von Einzelquellen über assoziierte Klumpen bis hin zu filamentären Strukturen, welche sich über einige Parsec ausdehnen. Die Bestimmung der Massen dieser Regionen anhand der Staubkarten und molekularer Beobachtungen bestätigen, daß wir eine große Anzahl massiver



Sternentstehungsgebiete im frühesten Stadium ihrer Entwicklung gefunden haben. Molekulare hochenergetische Ausflüsse scheinen in allen Quellen zu existieren und die Massen der Sternentstehungsgebiete und deren Ausflüsse sind miteinander über mehrere Größenordnungen korreliert.

Hochauflösende Karten, aufgenommen mit dem Plateau de Bure-Interferometer, zeigen einen hohen Grad an Kollimation der Ausflüsse, was bis dato nicht erwartet wurde.

Sowohl statistische Beobachtungen des ganzen Samples als auch spezielle Untersuchungen einzelner Objekte deuten darauf hin, daß die einzelnen Phänomene massiver Sternentstehung zwar bedeutend energetischer sind als bei masseärmeren Objekten, daß aber die intrinsischen physikalischen Prozesse doch relativ ähnlich bleiben.

Das Molekül HNCO erlaubt die Beobachtung extrem dichter, warmer Regionen in den Kernen von Molekülwolken, in denen massereiche Sterne entstehen. Neben der Entwicklung eines Strahlungstransportprogramms wurden 81 dichte molekulare Wolkenkerne in verschiedenen HNCO-Linien im Spektralbereich zwischen 22 und 461 GHz untersucht. Dichten von mindestens  $10^6 \text{ cm}^{-3}$  für die „ $K_{-1}=0$ -Leiter“ und Dichten von mindestens  $10^7 \text{ cm}^{-3}$  für die anderen K-Leitern wurden abgeleitet. Die Kerne sind kompakt (Ausdehnung: maximal wenige Bogensekunden). Eine chemische Verwandtschaft mit SiO konnte nachgewiesen werden, was auf eine Entstehung durch von Schocks ausgelöste chemische Reaktionsketten hinweist.

W43 ist eine sehr aktive Region massereicher Sternentstehung in ca. 6 kpc Entfernung. Besonders auffällig ist die große, leuchtstarke H II-Region im Zentrum von W43, mit der ein dichter, junger Sternhaufen mit mindestens 3 OB-Sternen assoziiert ist. Ein ca.  $9' \times 9'$  großes Gebiet wurde im Submillimeter-Kontinuum sowie im Radiokontinuum durchmustert. Mehrere massereiche mm-Kerne sind, entweder mit cm-Kontinuum-peaks und/oder mit  $\text{H}_2\text{O}$ -Masern korreliert. Mit Hilfe von Nahinfrarot-Beobachtungen soll dieses Gebiet nun nach jungen, eingebetteten Sternhaufen und Protosternen durchsucht werden. Die entsprechenden Beobachtungen werden im September 2001 ausgeführt.

NGC 3603 ist ein massereicher galaktischer Sternhaufen mit mehr als 50 O-Sternen und Wolf-Rayet-Sternen. Am Paranal-Observatorium der ESO wurden tiefe K-Band ( $2,2 \mu$ )-Aufnahmen mit dem Very Large Telescope (VLT) gewonnen, um die räumliche Verteilung der Haufensterne und die K-Band-Leuchtkraftfunktion zu analysieren. Die radiale Ausdehnung des NGC 3603-Haufens beträgt bis zu  $150''$ , um einen Faktor von 2,5 größer als bisherige Abschätzungen. Die K-Band-Leuchtkraftfunktion hat im Bereich mittlerer Sternmassen eine Steigung von  $0,31 \pm 0,02$  konsistent mit einer ursprünglichen Massenfunktion nach Miller-Scalo für einen Sternhaufen mit einem Alter von 1 Million Jahren.

#### *Sternentstehung in extragalaktischen Systemen*

M82 ist mit einer Entfernung von ca. 3 Mpc die nächstgelegene Starburst-Galaxie, die für alle Teleskope der nördlichen Hemisphäre erreichbar ist. Sie ist daher ein idealer Kandidat für die Untersuchung der Stern- und Gaskomponenten in einem nuklearen Starburst. Die höheren Rotationsübergänge des CO-Moleküls im Submm-Bereich eignen sich zum Nachweis von warmem molekularem Gas hoher Dichte und damit zur Untersuchung des Starburst-Einflusses auf die molekulare Umgebung. Der nukleare Bereich von M82 ist in verschiedenen Übergängen des  $^{12}\text{CO}$ - ( $1-0$ ,  $2-1$ ,  $4-3$ ,  $7-6$ ) und des  $^{13}\text{CO}$ -Moleküls ( $1-0$ ,  $2-1$ ,  $3-2$ ) im Millimeter- und Submillimeterbereich mit Winkelauflösungen zwischen  $13''$  und  $22''$  kartiert worden. In jeder dieser Linien werden zwei Emissionsmaxima sichtbar, je eines auf beiden Seiten des dynamischen Zentrums. Unterschiedliche Winkelabstände dieser Emissionsmaxima deuten auf mindestens zwei molekulare Teilringe mit unterschiedlichem Radius und unterschiedlicher Anregung hin. Die Linienverhältnisse zeigen, daß der überwiegende Anteil der CO-Emission aus Gebieten mit niedriger Säulendichte und hohen räumlichen Temperaturgradienten stammt, in denen das molekulare Gas einer starken UV-Strahlung ausgesetzt ist. Dies ist eine charakteristische Eigenschaft von Photodissoziationsregionen (PDR) in der Nähe massereicher Sterne.

Eine starke Verbesserung des 18–26-GHz-Systems in Effelsberg erlaubte erstmals die Beobachtung von extragalaktischem Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) in Maffei 2. Dies ist erst das zweite extragalaktische Objekt, das eine Studie in verschiedenen Ammoniaklinien erlaubt. Eine kinetische Gastemperatur von mindestens 100 K in der zentralen, von einem Balken dominierten Region deutet entweder auf Gasheizung durch Kollisionen von Molekülwolken oder auf den Einfluß junger massereicher Sterne oder aber auf „ion-slip“-Effekte hin.

#### *Aktive Galaktische Kerne*

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt, das Studium aktiver galaktischer Kerne, zielt auf systematische Untersuchungen von  $\text{H}_2\text{O}$ -Megamasergalaxien ab. Eine neue Megamaserquelle, Mrk 348 (NGC 262), wurde gefunden und mit einem Interferometersystem (dem VLBA) auch mit hoher Auflösung beobachtet. Offenbar ist hier die Linienstärke an die Intensität der Kontinuumsstrahlung gekoppelt, was auf eine Linienquelle hindeutet, die vor (einem Teil) der Kontinuumsquelle liegt. Der Maser besitzt einen kleinen, aber eindeutig nachweisbaren Abstand zum Zentrum und dürfte mit dem nuklearen Jet dieser Galaxie in Zusammenhang stehen.

Beobachtungen der mit Abstand leuchtkräftigsten Megamaserquelle, TXS 2226–184, mit HST und VLA zeigen, daß es sich hier nicht, wie bisher geglaubt, um eine elliptische, sondern um eine stark geneigte Spiralgalaxie handelt. Ein Staubring entlang der Hauptachse überdeckt auch den zentralen Bereich, während  $\text{H}\alpha$ + $[\text{N II}]$  und das Radiokontinuum senkrecht dazu ausgerichtet sind. In dieser Galaxie liegen die zentrale Akkretionsscheibe, der den Kern verdunkelnde Torus und die galaktische Scheibe annähernd in derselben Ebene.

Durch eine genaue Untersuchung der Geschwindigkeitsvariationen der Maser in der zentralen Keplerscheibe von NGC 4258 konnte eine Karte der dreidimensionalen Verteilung der einzelnen Komponenten erstellt werden. Dabei zeigt sich, daß die „Hochgeschwindigkeitsmaser“ vom Beobachter aus gesehen in etwa derselben Entfernung liegen. Dies schließt eine vermutete Assoziation mit spiralförmig verteilten Schockwellen in der Scheibenebene aus.

#### *Gravitationslinsen*

Zur Bestimmung der Zeitverzögerung im Gravitationslinsensystem B 1030+074 ist mit MERLIN und VLA ein Monitoring-Programm durchgeführt worden. Die Beobachtungen erfolgten zwischen Februar und Oktober 1998 mit dem VLA bei 8,4 GHz und mit MERLIN bei 1,7 GHz. Vorläufige Lichtkurven der beiden abgebildeten Komponenten lassen vermuten, daß die Intensität des helleren Abbilds ständig abgenommen hat, während das schwächere Abbild keine Intensitätsänderungen zeigt. Eine genauere Datenanalyse wird zur Zeit durchgeführt.

Die Radioquelle PMN J2004–1319 ist als neues Gravitationslinsensystem identifiziert worden. Sie besteht aus zwei kompakten Komponenten im Abstand von 1,13 Bogensekunden. Interferometeraufnahmen mit MERLIN, VLA und VLBA zeigen ein Flußverhältnis von 1:1 über einen Frequenzbereich zwischen 5 und 22 GHz. Optisch sieht man eine Doppelquelle in entsprechendem Winkelabstand.

Das JVAS (Jodrell Bank-VLA Astrometric Survey)-Gravitationslinsensystem B 1030+074 ist mit dem VLBA bei Frequenzen von 1,7, 8,4 und 15 GHz mit einer Winkelauflösung im Millibogensekundenbereich beobachtet worden. Komponente A zeigt einen Jet, während die ca. 13fach schwächere Komponente B keine Strukturen zeigt.

In der Gravitationslinse B 1600+434 ist Komponente A auf kurzen Zeitskalen variabel, nicht jedoch die schwächere Komponente B. Da korrelierte Variabilität zwischen beiden Komponenten eine fundamentale Eigenschaft von Gravitationslinsen darstellt, wurde vorgeschlagen, daß bei Komponente A Microlensing durch Sterne im Halo der verursachenden Galaxie auftritt. VLBA-Beobachtungen von B 1600+434 bei einer Frequenz von 15 GHz mit 0,5 Millibogensekunden Auflösung zeigen eine beidseitige Ausdehnung für beide Komponenten. Die Oberflächenhelligkeit beider Komponenten ist deutlich unterschiedlich; Komponente A ist kompakter. Das steht in Widerspruch zu den Eigenschaften von Gravitationslinsen, bei denen die Oberflächenhelligkeit beider Komponenten erhalten bleibt. Die

Beobachtungsergebnisse unterstützen die Hypothese, daß Komponente B durch Streuung an der Linse verbreitert wird, dadurch unter größerem Durchmesser erscheint und kaum Szintillation aufzeigt.

#### *Frühes Universum*

Mit der Max-Planck-Millimeter-Bolometer-Kamera MAMBO am IRAM-30-m-Teleskop wurden großflächige Kartierungen der extragalaktischen mm-Hintergrundstrahlung durchgeführt mit dem Ziel, die räumliche und Helligkeitsverteilung der hier entdeckten extremen Starburst-Galaxien zu bestimmen. In drei Feldern von insgesamt ca. 500 Quadratbogenminuten wurden über 50 helle Objekte gefunden, die in optischen und Nahinfrarot-Aufnahmen nur selten erkennbar sind, die aber eine hohe Korrelation mit sehr schwachen 20-cm-VLA-Radio-Quellen aufweisen. Daraus lässt sich eine Rotverschiebungsverteilung ableiten von typischerweise  $z = 2$  bis  $3$ , was darauf hindeutet, daß es sich hier um massereiche elliptische Galaxien in ihrer Entstehungsphase handelt. Die räumliche Häufung der hellsten beobachteten Quellen gibt wichtige Aufschlüsse über die Entstehungsgeschichte großräumiger Strukturen im frühen Universum, und kann damit kosmologische Parameter wie den Materiedichteparameter  $\Omega_M$  einschränken.

Mit MAMBO am IRAM-30-m-Teleskop wurde ein mm-Kontinuum-Survey hoch-rotverschobener, optisch selektierter Quasare durchgeführt. Bei einem Drittel der über 120 beobachteten Quasare bei  $z = 3,7$  bis  $5,5$  konnte thermische Staubemission nachgewiesen werden. Wahrscheinlich rührt diese Emission von starken Starbursts her, mit Sternentstehungsraten von 1000 Sonnenmassen pro Jahr und mehr. Die Entstehung von Sternen und massereichen Schwarzen Löchern scheint in diesen wohl frühesten kollabierenden Strukturen des Universums eng verbunden zu sein. Dies ist konsistent mit der neuerlichen Entdeckung einer starken Korrelation zwischen der Masse zentraler Schwarzer Löcher und der Geschwindigkeitsdispersion der Bulge-Sterne in lokalen Galaxien.

#### *SFB 494 der DFG*

Der Sonderforschungsbereich (SFB) 494 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) mit dem Titel *Die Entwicklung der Interstellaren Materie: Terahertz Spektroskopie im Weltall und Labor* ist an den Universitäten Köln und Bonn und am MPIfR seit Januar 2000 angelaufen. Innerhalb des SFB ist der Projektbereich *Zyklen des Interstellaren Mediums* am MPIfR angesiedelt (Leiter des Projektbereichs: K.M. Menten).

*Personal:* W.J. Altenhoff, A. Beling, A. Bertarini, F. Bertoldi, H. Beuther, C.C. Chiong, C. Comito, R. Güsten, F. Gueth, C.G.T. Haslam, J. Hatchell, C. Henkel, T. Klein, E. Kreysa, R. Launhardt, M. Lebron, M. Massi, K. M. Menten, F. Motte, D. Muders, A. Patnaik, M. Petr-Gotzens, A. Peck, S. Philipp, A. Raccanelli, L. Reichertz, P. Schilke, J. Schmid-Burgk, J. Schraml, G. Siringo, T. Stanke, R. Stark, F. v.d. Tak, A. Walsh, B. Weferling, T. L. Wilson,

mit J. Hurka (RWTH, Aachen), S. Hüttemeister, M. Marx-Zimmer, A. Tarchi, W. Walsh (RAIUB Bonn), M. Zielinsky, A. Schulz, H. Störzer, (Univ. Köln),

K. A. Weaver (Johns Hopkins Univ., Baltimore), A.S. Wilson, F. Wyrowski (Univ. of Maryland, Baltimore), K.-H. Mack (Istituto di Radioastronomia del CNR, Bologna), D. Narasimha (Tata Inst., Bombay), J. Braine (Univ. Bordeaux), A. Harrison (Cavendish Lab., Cambridge), L.J. Greenhill, J.M. Moran, A.E. Bragg (CfA, Cambridge, USA), N. Langer (Univ. Utrecht), A. L. Argon, M. Crosas, L. J. Greenhill, M. J. Reid, D. J. Wilner (CfA, Cambridge, Mass.), P. Palmer (Univ. Chicago), M. A. Garrett (JIVE, Dwingeloo), W. A. Baan (NFRA, Dwingeloo), A. Russel (Royal Obs., Edinburgh), R. Gough, M. Sinclair, J. B. Whiteoak (ATNF, Epping), C. M. Walmsley (Arcetri, Florenz), R. Mauersberger (IRAM, Granada), J. A. Braatz (NRAO, Green Bank), E. M. Colbert (NASA GSFC, Greenbelt), S. Guilloteau, H. Wiesemeyer (IRAM, Grenoble), C. B. Moore (Kapteyn Inst., Univ. Groningen), M. Juvela (Univ. of Helsinki), K. Okada (Inst. of Space & Aeronautical Science, Kanagawa), A. R. Hyland (Southern Cross Univ., Lismore), G. Dahmen (Queen Mary & Westfield College, Univ. London), T. J. Millar (UMIST, Manchester), R.Q. Mao, Y. Wang (Purple Mountain Obs, Nanjing), A. V. Lapinov, I. I. Zinchenko (Russian Acad.

of Sciences, Nizhny Novgorod) T. Wiklind (Onsala Space Observatory), D. C. Lis, D. M. Mehringer, T. G. Phillips (Caltech, Pasadena), M. Matsuoka, S. Xue (RIKEN, Saitama), C. L. Carilli, M. J. Claussen, P. J. Diamond, W. M. Goss, A. J. Kemball, M. P. Rupen, J. S. Ulvestad, M. S. Yun (NRAO, Socorro), M. R. Hunt (Univ. of Western Sydney), M. G. Burton, G. Robinson (Univ. New South Wales, Sydney), Y.-N. Chin (Inst. Astron. Astrophys., Taipei), N. Iyomoto (Univ. Tokyo), P. E. Hardee (Univ. Alabama, Tuscaloosa), P. Gensheimer (Steward Obs., Tucson), J. Martin-Pintado (Centro Astronómico, Yebes).

### 3.2 Radiokontinuum und Pulsare

#### *Protosterne*

Die Struktur von Protosternen der Klasse 0 (d. h. noch ohne eigene Energiequelle) wurde anhand von ISO-Daten untersucht. Aus der Auswertung der ISOCAM-Karten bei  $15\ \mu\text{m}$  kann das Dichteprofil in der Protosternwolke abgeleitet werden; die Polarisationskarte bei derselben Wellenlänge gestattet, unter der Annahme elliptischer Staubteilchen eine untere Grenze für deren Achsenverhältnis von 1,4 abzuleiten.

Die Dynamik der zirkumstellaren Scheibe um den rätselhaften B[e]-Stern MWC 349 konnte anhand von Daten des Rotations-Schwingungs-Übergangs des CO-Moleküls bei  $2,3\ \mu\text{m}$  (erste Obertonschwingung), welche mit dem UKIRT-Teleskop auf Hawaii detektiert wurden, beschrieben werden. Die CO-Emission stammt hierbei vom Innenrand der Keplerscheibe. Detaillierte Untersuchungen der einzelnen auftretenden Geschwindigkeitskomponenten führten zu folgender Vorstellung bezüglich der Geometrie der Scheibe: Die Scheibe ist infolge der starken Bestrahlung durch den heißen Zentralstern stark aufgeweitet. Infolge dieser erheblichen Dicke der Scheibe und der Tatsache, daß der Beobachter nahezu auf den Rand dieser Scheibe blickt, gelangt nur ein kleiner Anteil der CO-Strahlung zum Beobachter, und zwar derjenige Teil, der aus einem Sektor des hinteren Bereiches des Innenrandes der Scheibe stammt. Die übrige Strahlung wird auf ihrem Weg entlang der Sichtlinie von der Scheibenmaterie absorbiert.

Im Rahmen dieser Modellrechnungen stellte sich heraus, daß die komplette Geschwindigkeitsinformation des zirkumstellaren, molekularen Gases aus der Beobachtung der im Nah-Infrarot liegenden Vibration-Rotations-Banden des CO-Gases abgeleitet werden kann. Somit stellt die erste Obertonschwingung von CO ein unverzichtbares Hilfsmittel dar, um bei zukünftigen Untersuchungen von zirkumstellarem Gas dessen Dynamik zu ermitteln.

#### *Pulsare*

Durch regelmäßige Beobachtung (mindestens einmal im Monat) einer ausgewählten Gruppe von Millisekunden-Pulsaren in Effelsberg wurden Pulsankunftszeiten mit einer Genauigkeit von bis zu 100 ns bestimmt. Auf Basis dieser Pulsankunftszeiten lassen sich alle astrometrischen Größen der Pulsare mit einer Präzision bestimmen, die man sonst nur mit VLBI-Beobachtungen erreicht. Schwerpunkt dieses „Timing“-Projektes sind Binärpulsare mit sehr kleinen Exzentrizitäten, deren Begleiter ein Weißer Zwerg ist. Durch Bestimmung der Bahnparameter dieser Systeme und deren zeitliche Änderungen erhalten wir Informationen über Entstehung und Weiterentwicklung von Binärsystemen mit einem Neutronenstern und einem Weißen Zwerg.

Für PSR B2051–08 konnten wir erstmalig eine zweite zeitliche Ableitung der Orbitalperiode nachweisen, die zeigt, daß dieses Binärsystem aufgrund einer Kopplung von Spin und Bahndrehimpuls quasi-zyklischen Variationen unterworfen ist. Daher wird es nicht – wie bisher angenommen – aufgrund eines Gravitationskollapses in 25 Myr untergehen, sondern einige Gyr bestehen. Aus der gemessenen Änderung der projizierten großen Bahnhalbachse des Systems konnten wir die Masse des Begleiters zu  $0,06\ M_{\odot}$  abschätzen. Das liefert wertvolle Informationen über die Entwicklungsmodelle von „Low Mass X-Ray Binaries“ zu diesen Binärsystemen.

Durch „Timing“ von ms-Pulsaren mit kleinen Exzentrizitäten lassen sich Konsequenzen aus der Allgemeinen Relativitätstheorie und alternativen Gravitationstheorien testen. So

konnten durch das Timing von PSR J1012+53 starke Einschränkungen für die Verletzung der „Lokalen Lorentz-Invarianz“ sowie für gravitative Dipolstrahlung (beides Konsequenzen aus alternativen Gravitationstheorien) abgeleitet werden.

Durch Multifrequenz-Beobachtungen von Pulsaren aus der Zentralregion unserer Galaxis mit den Teleskopen in Effelsberg und Jodrell Bank wurde die Streuung der Radiostrahlung von Pulsaren an interstellaren Molekülwolken untersucht. Dazu wurde eine Prozedur entwickelt, die die Streu-Parameter durch einen Fit des intrinsischen Pulsarprofils (bei 4,85 GHz gemessen, ungestreut) an die gestreuten Profile bei niedrigeren Frequenzen bestimmt. Die Abhängigkeit der interstellaren Streuung von Beobachtungsfrequenz und Dispersionsmaß des Pulsars wurde bestimmt. Daraus ergaben sich wertvolle Informationen für die Suche von Pulsaren in der Zentralregion unsere Galaxie bei 6 cm Wellenlänge, eines der großen Pulsarprojekte in Effelsberg. Außerdem wird bei 11 cm nach hoch-dispergierten Millisekunden-Pulsaren entlang der galaktischen Ebene gesucht. Dazu wurde ein neues Pulsar-Backend entwickelt, welches in der Lage ist, bis zu 48 Kanäle mit Sample-Zeiten bis 0,1 ms zu verarbeiten. Weiterhin wurde eine neue Suchsoftware entwickelt, die auch sehr große Datenmengen verarbeiten kann. Bis Ende 2000 wurden allerdings keine neuen Pulsare entdeckt.

### *Galaktische Radiostrahlung*

Die Auswertung der Kontinuumsdurchmusterung des gesamten Südhimmels bei 1,4 GHz wurde abgeschlossen. Sie ergänzt die Stockert-Durchmusterung des Nordhimmels bei gleicher Frequenz zu einer Gesamthimmelskarte. Eine Analyse der spektralen Variationen der Synchrotronstrahlung mit der galaktischen Breite ist von besonderem Interesse. Ergänzend zum laufenden 1,4 GHz „Medium Latitude Survey“ in Effelsberg wurden eine Reihe von Gebieten auch bei 2,7 GHz und 4,8 GHz beobachtet. Ziel ist eine Analyse der Faraday-Modulation des polarisierten galaktischen Hintergrundes, von der Aufschlüsse über das interstellare Medium und das Magnetfeld in der Sichtlinie erwartet werden. Eine Kombination von Radiokontinuums-, Linien- und ROSAT-Röntgendaten der Cygnus-Region führt zu dem Schluß, daß der „Cygnus Superbubble“ keine physikalische Einheit ist, sondern aus mehreren Komponenten besteht, die sich in verschiedenen Entfernungen entlang der Sichtlinie befinden.

Supernova-Überreste wurden im Frequenzbereich zwischen 0,86 GHz und 345 GHz beobachtet. 0,86-GHz-Messungen waren trotz erheblicher Interferenzen mit dem Effelsberger Teleskop erfolgreich. Hier sind präzise Flüsse sehr ausgedehnter Objekte von Interesse. Multifrequenzbeobachtungen zwischen 4,8 GHz und 32 GHz des historischen Supernova-Überrestes G11.2–0.3 (A.D. 386) belegen den Übergang von der freien in die adiabatische Expansion. Die Daten erfordern einen massereichen Vorgängerstern. Die Entdeckung einer zentralen Radioquelle mit invertiertem Radiospektrum unterstützt diese Analyse. Mit einem neuen 19-Kanal-Bolometer am Heinrich-Hertz-Teleskop konnte der Plerion G21.5–0.9 erstmalig bei 345 GHz nachgewiesen und der spektrale Bruch bei hohen Radiofrequenzen bestätigt werden.

Es wurde ein Modell einer klumpigen Akkretionsscheibe entwickelt, welche durch eine zentrale Quelle beheizt wird. Dieses Modell wurde auf die Circumnukleare Scheibe (CND) im Galaktischen Zentrum erfolgreich angewandt. Es konnte gezeigt werden, daß die Massenakkretionsrate der isolierten Scheibe 100mal geringer ist als bisher angenommen.

### *Galaxien*

Analysen der Radiokontinuums-Daten von M31 bei drei Wellenlängen (6 cm, 11 cm, 20 cm) haben zu neuen Einsichten bezüglich Magnetfeldern, Elektronendichten und Depolarisation geführt. Das verblüffendste Ergebnis ist, daß die Depolarisation weitgehend von Gradienten im Rotationsmass (RM) über die Antennenkeule erzeugt wird und kaum von Faraday-Effekten. Da RM nicht korreliert ist mit der thermischen Strahlung, entsteht RM vorwiegend im diffusen interstellaren Gas (DIG). Die Dichte der thermischen Elektronen im DIG des hellen „Rings“ in M31 ist höchstens halb so groß wie in der Sonnenumgebung.

Die mittlere Elektronendichte und Gesamtmagnetfeldstärke ( $B_t$ ) im hellen Ring sind fast konstant.  $B_t$  nimmt mit dem Radius ab von  $7 \mu\text{G}$  bei  $R = 9 \text{ kpc}$  bis  $4 \mu\text{G}$  bei  $R = 22 \text{ kpc}$ .

Mit dem 100-m-Teleskop wurden Radiokontinuums-Karten der nahen Galaxie M33 bei 11 cm und 20 cm Wellenlänge gemessen, die wesentlich empfindlicher und ausgedehnter sind als alle vorangegangenen. Die polarisierte Radiostrahlung ist in Gebieten zwischen den optischen Spiralarmen konzentriert, wie es auch in anderen Spiralgalaxien gefunden wurde. Der Anstellwinkel der magnetischen Spirale ist mit etwa  $60^\circ$  der größte aller bisher beobachteten Galaxien.

Die wechselwirkende Galaxie NGC 3627 wurde mit dem 100-m-Teleskop und dem VLA bei 3 cm und 6 cm beobachtet. Das Magnetfeld folgt in einer Hälfte der Galaxie den optischen Staubarmen, verläuft jedoch in einem großen Winkel zu den Armen der anderen Hälfte. Beobachtungen der CO-Emission, die am OVRO-Interferometer durchgeführt wurden, sollen klären, ob hier eine Störung der Gasbewegung vorliegt.

Die Radiokontinuums-Karten der Galaxien M83 und NGC 6946 bei 6 cm zeigen eine erstaunliche Ähnlichkeit mit den Infrarot-Karten bei  $7 \mu\text{m}$  und  $15 \mu\text{m}$ , die mit ISOCAM gemessen wurden. Der Korrelationskoeffizient beträgt 0,9. Da die Infrarot-Emission bei diesen Wellenlängen in den Spiralarmen von PAH-Partikeln dominiert wird, aber die Intensität der Radiostrahlung vor allem von der Magnetfeldstärke abhängt, muß es hier einen bisher unbekanntem Zusammenhang geben.

Mit der „Wavelet“-Analyse lassen sich die Skalen verschiedener Strukturen in einer Karte bestimmen. Kreuz-Korrelationen zwischen 9 optischen und Radio-Karten der Spiralgalaxie NGC 6946 zeigten, daß der Korrelationskoeffizient skalenabhängig ist. So sind thermische Radiostrahlung und  $\text{H}\alpha$ -Emission am besten korreliert auf Skalen der typischen Breite eines Spiralarms. Auf diesen Skalen sind polarisierte Radio- und  $\text{H}\alpha$ -Emission anti-korreliert, ein Ergebnis, das mit einer normalen Korrelations-Analyse nicht detektiert werden kann.

Mit der Entwicklung der „On-the-Fly“-Beobachtungsmethode am 30-m-Teleskop auf dem Pico Veleta ist es gelungen, die gesamte, ausgedehnte Andromeda-Galaxie M31 im  $^{12}\text{CO}(1-0)$ -Übergang zu kartieren. Es handelt sich bei dieser Durchmusterung um den größten CO-Datensatz, der jemals von einem Einzelobjekt erzeugt worden ist, er ist an Detailreichtum mit der Kartierung der Milchstrasse vergleichbar. In Kombination mit Beobachtungen des Plateau de Bure-Interferometers wurden die Struktur und Kinematik molekularer Gaswolken auf Skalen von 5 pc bis zu mehreren Hundert pc studiert – Untersuchungen, die in unserer eigenen Galaxie kaum durchführbar sind. Darüberhinaus wurde die Verteilung des molekularen Gases innerhalb der Andromeda-Galaxie untersucht und mit der Emission des atomaren Gases und des Staubes verglichen, um Aufschlüsse über das Zusammenspiel verschiedener Komponenten der kalten Interstellaren Mediums zu erhalten. Ferner wurden die Kinematik des Kohlenmonoxids sowie Strömungsbewegungen und lokale Turbulenzen studiert.

Die Spiralgalaxie NGC 6946 wurde ebenfalls im  $^{12}\text{CO}(1-0)$ -Übergang am 30-m-Teleskop kartiert. Linienemission wurde bis 8 kpc Radius nachgewiesen und diente zur Erstellung der bisher genauesten Rotationskurve sowie einer genauen Bestimmung der Gesamtmasse des molekularen Gases. Die Verteilung des molekularen Gases ist der der Radiokontinuums-Strahlung sehr ähnlich.

Die im vergangenen Jahr am Heinrich-Hertz-Teleskop begonnene Kartierung von NGC 6946 in der  $^{12}\text{CO}(3-2)$  Linie wurde weitgehend abgeschlossen. In Verbindung mit der Karte der  $^{12}\text{CO}(1-0)$  Linie und diversen Beobachtungen in anderen Isotopomeren und höheren CO-Übergängen waren „Large Velocity Gradient“(LVG)-Rechnungen möglich. Aus dieser Analyse der Linienverhältnisse wurden Werte für Dichte und Temperatur der molekularen Gaskomponente sowie für den Konversionsfaktor  $\text{H}_2/\text{CO}$  abgeleitet. Darüberhinaus wurde der Zusammenhang mit anderen Komponenten des ISM eingehend untersucht.

Eine ebenfalls am HHT entstandene  $^{12}\text{CO}(3-2)$  Karte der inneren  $5 \times 3$  Bogenminuten der südlichen Galaxie M83 bestätigte die erwartete Konzentration der Emission im Balken

und in den Spiralarmen. Die Geschwindigkeitsverteilung legt nahe, daß auch das in Molekülwolken konzentrierte dichte Gas ähnlich dem diffusen Gas der Balkenströmung folgt. Mit der Messung weiterer Isotopomere und anderer CO-Übergänge zwecks LVG-Analyse ähnlich der für NGC 6946 wurde begonnen.

Das Suchprogramm nach nahen Zwerggalaxien ist fast vollständig, 97 % des gesamten Himmels wurden auf den POSS-II-Filmkopien abgesucht nach Kandidaten für nahe Zwerggalaxien größer als  $0,5'$ . Es wurden ca. 600 Objekte gefunden und fast alle nach H I untersucht. Etwa 60 dieser Galaxien befinden sich innerhalb einer Entfernung von 10 Mpc. Damit ist die Stichprobe von Galaxien innerhalb von 10 Mpc von zuvor 179 Galaxien auf nunmehr 380 Galaxien angewachsen. Die Vergrößerung der Stichprobe ist hauptsächlich auf den Zuwachs bei kleineren Galaxien zurückzuführen. Dieser Verdopplung der Galaxienzahlen entspricht eine Zunahme an Leuchtkraft in diesem lokalen Volumen von 19 % und eine Zunahme der gesamten H I-Masse um 25 %. Diese Beträge werden sich noch erhöhen, wenn man bedenkt, daß die Lokale Stichprobe nur zu ca. 70 % vollständig ist. Das Lokale Volumen ist mit einem Radius von 10 Mpc bereits so groß, daß es sich wahrscheinlich gut eignet für eine repräsentative Stichprobe für Feld- und Gruppengalaxien. Die abgeleitete optische Leuchtkraftfunktion erstreckt sich bis  $M_B = -8$ , d. h. vier Helligkeitsstufen zu schwächeren Objekten als zuvor. Die H I-Masse-Funktion, die die Anzahl von Galaxien je H I-Masse-Intervall beschreibt, kann bis zu  $M(\text{H I})=10^5 M_\odot$  verfolgt werden, zwei Größenklassen empfindlicher als je zuvor.

NGC 1808, eine Galaxie mit heftiger Sternentstehung im Kern, wurde durch Polarimetrie, Photometrie und Spektroskopie im mittleren und fernen Infrarot untersucht. Der Galaxienkern hat Ähnlichkeit mit M82.

Die Radiojets der Spiralgalaxie NGC 4258 wurden bei 2,8 cm (Effelsberg) und bei 3,6 cm (VLA) kartiert. Das Magnetfeld ist bis zu  $40 \mu\text{G}$  stark und verläuft überall senkrecht zum Jet.

### Galaxienhaufen

Galaxienhaufen sind ideale Laboratorien für die Untersuchung der Entwicklung von Spiralgalaxien. Spiralgalaxien, die sich in Galaxienhaufen befinden, besitzen normalerweise weniger atomares Gas als entsprechende Feldgalaxien. Es gibt zwei Klassen von Mechanismen, die für die beobachtete Gasdefizienz verantwortlich sein können: Gravitative Wechselwirkungen oder die Wechselwirkung zwischen dem Intraaufengas (ICM) und der interstellaren Materie (ISM) der Galaxie. Die ICM-ISM-Wechselwirkung wurde untersucht. Ein dynamischer Code, welcher diese Wechselwirkung beinhaltet, wurde entwickelt und auf Haufengalaxien angewandt. Die Spiralgalaxien NGC 4522 (Virgo) und NGC 4848 (Coma) wurden mit Interferometern beobachtet (H $\alpha$ : Fabry-Perot, CO: Plateau de Bure). Die beobachteten Gasverteilungen und Geschwindigkeitsfelder wurden erfolgreich mit den Ergebnissen der Simulationen verglichen. Es war somit möglich zu zeigen, daß beide Galaxien sich aus dem Haufenzentrum herausbewegen und daß in beiden Fällen die Re-Akkretion von Gas, welches während der ICM-ISM Wechselwirkung nicht bis zur Fluchtgeschwindigkeit beschleunigt wurde, eine große Rolle spielt. Im Galaxienhaufen ACO 3627 wurde mit Hilfe von H I-21 cm-Beobachtungen am ATCA gezeigt, daß die Spiralgalaxien innerhalb eines Abell-Radius sehr wahrscheinlich H I-defizient sind.

Die Analyse der Beobachtungen von mehreren Galaxienhaufen mit dem 100-m-Radioteleskop Effelsberg führte zu wichtigen Schlußfolgerungen über deren Morphologie und den dynamischen Status. Die Existenz von ausgedehnter, diffuser Radioemission ist eng mit großskaligen Strukturbildungsprozessen verbunden. Durch Zusammenstöße von Galaxienhaufen, durch Bewegungen von Galaxiengruppen im Haufenmedium und durch Einfall von Materie auf die Haufen im Zuge der Evolution des Universums kommt es zu Wechselwirkungen mit den präsenten Teilchenpopulationen. Insbesondere können existente, aber ausgekühlte Reservoirs relativistischer Teilchen wiederbeschleunigt werden, die damit Synchrotronstrahlung im GHz-Bereich emittieren. Diese Quellen bilden die ausgedehnten, haufen großen Halos und Radio-„Relikte“.

Im Fall des Galaxienhaufens Abell 2256 wird durch die Untersuchungen klar das Bild eines ablaufenden Zusammenstoßes zweier Teilhaufen unterstützt. Die ausgebildeten Schockfronten wurden anhand der Spektralindexverteilung nachgewiesen. Erstmals wurden Polarisationsaufnahmen bei 10,45 GHz präsentiert, die großskalige Magnetfelder, die das Haufenmedium durchsetzen, zeigen. Erstmals wurden Einzeltteleskopbeobachtungen des Galaxienhaufens Abell 2163 präsentiert. Die in diesem Haufen existierende Haloquelle der Größe  $2,6 \times 2,0$  Mpc stellt eine der ausgedehntesten dieser Art dar. Die diffuse Struktur zeigt sich unpolarisiert. Ein komprimiertes Gebiet deutet auf den Zusammenstoß zweier großer Haufen hin. Die Vermessung der zentralen Haloquelle im Coma-Galaxienhaufen ergab, daß das „in-situ“-Modell der Beschleunigung der strahlenden Teilchen zu favorisieren ist. Der Spektralindex steigt in den Außengebieten auf hohe Werte. Damit ist zu erklären, weshalb die Ausdehnung der Quelle auf den erstellten hochfrequenten Karten so gering detektiert wird. Die Emission des Halos zeigt keine Polarisation.

*Personal:* R. Beck, E.M. Berkhuijsen, O. Doroshenko, M. Dumke, E. Fürst, W. Huchtmeier, A. Jessner, A. Karastergiou, B. Klein, M. Kraus, M. Krause, E. Krügel, C. Lange, O. Löhmer, A. Löhner, P. Müller, C. Nietten, P. Reich, W. Reich, M. Thierbach, G. Thuma, B. Vollmer, W. Walsh, N. Wex, R. Wielebinski mit U. Klein, N. Neininger (Univ. Bonn), R. Chini (Univ. Bochum), B. Aschenbach, W. Becker, W. Brinkmann, G. Kanbach, J. Trümper (MPE Garching), W.J. Duschl, R. Zylka (Univ. Heidelberg), S. Leon (Univ. Köln), H. Lesch (Univ. München), D. Elstner, C. Fendt (AIP Potsdam), I.D. Karachentsev (SAO N.Arkhyz), J.L. Han (Beijing Observatory), D. Backer (UC Berkeley), A.R. Duncan (Univ. Brisbane), M. Yun (CfA Cambridge), L. Verdes-Montenegro, J. Perea, A. Del Olmo (IAA Granada), K. Borne (Goddard Space Flight Centre, Greenbelt), M. Guélin, D. Morris, R. Lucas, H. Ungerechts (IRAM Grenoble), E. Brinks (Univ. Guanajuato), M. Kramer, A. Lyne (Jodrell Bank), E. Karachentseva (Univ. Kiev), C. Chyzy, M. Soida, M. Urbanik (Univ. Krakau), M. Ehle (ESA, Madrid), D. Moss (Univ. Manchester), P. Amram, M. Marcelin (Obs. Marseille), H. Hernandez-Toledo (UNAM, Mexico City), D. Sokoloff (Univ. Moskau), B.A. Williams (Univ. Delaware, Newark), A. Fletcher, A. Shukurov (Univ. Newcastle), J. Kenney (Yale Univ. New Haven), J. van Gorkom (Columbia Univ. New York), R. Siebenmorgen (ESA Noordwijk), C. Balkowski, V. Cayatte, W. van Driel (Obs. Paris), A. Wolszczan (Penn. State University), R. Kothes, B. Uyaniker (Penticton), P. Frick, D. Galyagin, I. Patrickeyev (Perm), V. Malofeev, V. Oreshko, V. Shoutenkov (Pushchino Obs.), A. Vogler (Saclay), P. Nedialkov (Univ. Sofia), S. Johnston (RCFTA Sydney), J. Harnett (UTS Sydney), J. Lim (ASIAA Taipei), J. Seiradakis (Univ. Thessaloniki), J. Kijak, A. Maron (Zielona Gora).

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

Das Hauptziel der wissenschaftlichen Arbeit der Forschungsgruppe ist die Untersuchung von Aktiven Galaktischen Kernen oder AGKs. Im Radiobereich werden dabei überwiegend kollimierte Ausflüsse oder „Jets“ beobachtet, die tief im Inneren der Kernquellen gebildet werden. Die Untersuchung dieser Bereiche erfordert eine sehr hohe räumliche Auflösung, da die intrinsische Leuchtkraft der AGKs sich über wenigstens 10 Größenordnungen erstreckt. Durch Beobachtungen im Millimeter- und Weltraum-VLBI-Bereich sind Auflösungen von besser als 0,1 Millibogensekunden möglich.

Im folgenden werden ausgewählte Arbeiten vorgestellt, die im Jahre 2000 abgeschlossen, fortgesetzt oder begonnen wurden.

#### *Quasare und Blazare bei höchster Winkelauflösung*

Die VLBI-Durchmusterung einer vollständigen Gesamtheit kompakter Radioquellen mit dem VLBA bei 15 GHz wurde weitergeführt. Die erreichte Winkelauflösung ist besser als eine Millibogensekunde und die Bilddynamik besser als 1000 zu 1. Unmittelbare Meßziele sind die Bestimmung der Subparsek-Struktur von AGK und deren zeitliche Änderungen.



Aus den Beobachtungsdaten werden wichtige Objektparameter im Rahmen des „beaming-Modells“ abgeleitet, die teilweise auch zum Test der Geometrie kosmologischer Modelle genutzt werden können.

Eine VLBI-Durchmusterung bei 86 GHz von 28 kompakten Radioquellen wurde abgeschlossen. Bis auf zwei Objekte (Sgr A\* und Cygnus X-3) handelte es sich bei den untersuchten Objekten um AGK. Charakteristische Werte der gemessenen Strahlungstemperaturen sind  $\leq 5 \times 10^{10}$  K in den Jets und  $\geq 1-4 \times 10^{11}$  K in den „VLBI-Kernen“, deren Größe typischerweise unterhalb von 0,5 Lichtjahren liegt.

Das Programm zur Überwachung von Strukturvariationen in den Jets heller Blazare (BL-Lac, 3C454.3, 3C345, 3C84, 3C273) bei 86 GHz wurde fortgesetzt. Die Beobachtungen stützten sich auf 12 Radioteleskope des transatlantischen CMVA (Coordinated Millimeter VLBI Array). Die Messungen demonstrieren den mittlerweile erreichten Leistungsstand der Millimeter-VLBI; gleichzeitig dienen sie dem weiteren Ausbau der VLBI bei höchsten Frequenzen und Winkelauflösungen.

Ausgewählte Objekte mit schneller Flußdichteveriabilität (Intraday Variability = IDV) wurden zur Erfassung ihrer möglichen Strukturänderungen mit Weltraum-VLBI bei 5 GHz bei einer Winkelauflösung von 0,2 Millibogensekunden beobachtet. Die Messungen der Intensitäts- und Polarisationsverteilung stützten sich auf erdgebundene VLBI-Netzwerke in Kombination mit einer Antenne in Erdumlaufbahn (Satellit HALCA der japanischen Mission VSOP (VLBI Space Observatory Program)). Erste Auswertungen zeigen das Vorhandensein von Strukturvariationen auf der Skala von Tagen und Wochen. Die mit bodengebundenen Beobachtungen gefundenen, fast punktförmigen, dominanten „Kerne“ zerfallen anscheinend bei höherer Auflösung in Subkomponenten, von denen einige auf kürzesten Zeitskalen variieren.

Durch VSOP-Beobachtungen bei 5 GHz konnte der Jet im nächsten Quasar 3C273 in transversaler Richtung aufgelöst werden. Die Emissionsstruktur zeigt bemerkenswert reguläre, oszillierende, fadenförmige Muster, die als Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten des relativistischen Jetplasmas gedeutet werden können. Die Bestimmung der Wellenlänge und Amplitude von 5 verschiedenen Instabilitätsmoden führt zu dem Modell eines relativistischen Jets mit Lorentz-Faktor 2 und Machzahl 7, das wiederum die Jetstruktur auf Skalen von bis zu 30 Millibogensekunden ( $\sim 300$  pc) reproduzieren kann und mit der Jetmorphologie auf Skalen bis zu 1 kpc konsistent ist.

VSOP-Beobachtungen des Quasars 2215+020 ( $z = 3,57$ ) zeigen eine ausgeprägte „Kern-Jet“-Struktur des Zentrums auf Skalen von 5 bis 100 pc ( $H_0 = 100 \text{ km s}^{-1} \text{r Mpc}^{-1}$ ). Strahlungstemperatur und Durchmesser der helleren Bildkomponenten sind konsistent mit der Vorstellung, daß es sich hier um Plasma handelt, das von relativistischen Stoßwellen aufgeheizt wurde und dessen Kühlung durch adiabatischen Energieverlust dominiert wird. Der Vergleich von VLA- und ROSAT-Beobachtungen läßt auf einen ausgedehnten Halo schließen, der 2215+020 umgibt.

#### *Kurzzeitvariabilität extragalaktischer Objekte*

Zur Untersuchung möglicher Korrelationen zwischen der Kurzzeitvariabilität im Radio- und optischen Spektralbereich fand im März 2000 eine global organisierte dreiwöchige Meßkampagne statt, an der sechs optische und vier Radioteleskope in West-Europa, Rußland, USA und China beteiligt waren. Von den Messungen, die z. Zt. noch ausgewertet werden, wird Aufschluß erwartet zu der Frage, inwieweit extrinsische (Szintillation) oder intrinsische Ursachen für die schnellen Flußänderungen verantwortlich sind.

Um den Einfluß des interstellaren Mediums (ISM) abschätzen zu können, wurde die jährliche Variation von Zeitskala und Amplitude der IDV gemessen. Während z. B. in 0917+62 die Zeitskala der Variabilität mit der Jahreszeit und der entsprechenden Stellung der Erde korreliert ist, zeigen andere IDV-Objekte diesen Effekt nicht. Dies deutet darauf hin, daß entweder das ISM wesentlich komplexer ist als bisher angenommen oder daß intrinsische Effekte im Objekt eine signifikante Rolle spielen.

Unter Verwendung von Infrarot-Daten mit ISO (Infrared Space Observatory) wurde die Breitband-Variabilität von 2007+77 untersucht. Wichtiges Resultat: die Variabilitätsamplitude steigt monoton an vom Radio- über den IR- zum optischen Spektralbereich. Der Befund spricht auch hier für einen intrinsischen Ursprung der Flußschwankungen.

Das Programm zur Flußdichteüberwachung von BL Lac bei mm-Wellenlängen mit dem IRAM 30-m-Teleskop bei Granada wurde fortgesetzt. Die Meßergebnisse zeigen klare Korrelationen zwischen optischen und längerwelligen Radiodaten. Das quasi-periodische Verhalten der Lichtkurven legt eine intrinsische Ursache für die Helligkeitsschwankungen nahe, die möglicherweise verknüpft sind mit helikaler Bewegung in der Nähe des Jetursprungs oder einer anderen Art von geometrischem „Leuchtturmeffekt“.

#### *Radiogalaxien*

Die Kartierung des Zentrums der Radiogalaxie Cygnus A mit globaler VLBI bei 1,6, 5 und 8,4 GHz bestätigte das Vorhandensein eines schwachen, ausgeprägten „Gegen-Jets“ und erlaubte erstmals die Messung der Relativbewegung seiner Strahlungskomponenten mit subluminarer Geschwindigkeit. Aus dem Verhältnis der gemessenen Geschwindigkeiten von Jet und Gegen-Jet lassen sich im Rahmen eines relativistischen Jet-Modells die Orientierung der Jetachse und die tatsächliche innere Jetgeschwindigkeit ableiten.

Vier in Abell-Haufen gelegene Radioquellen mit extrem steilem Spektrum, von denen man annimmt, daß sie die „verblässenden“ Relikte einst starker ausgedehnter Strahlungskeulen von Radiogalaxien sind, wurden bei 21 cm mit dem VLA beobachtet (Winkelauflösung  $4''$ ). Dabei wurden erstmals nicht erwartete feinkalige Strukturen gefunden. Der Wert solcher Messungen liegt nicht zuletzt darin, daß sie auch Informationen über die Materie innerhalb der Galaxienhaufen liefern.

#### *Kernaktivität von Seyfert- und nahen Galaxien*

Ein Programm zur Flußdichteüberwachung von 30 Seyfert-Galaxien mit dem 100-m-Teleskop bei Frequenzen von 2,3 bis 22 GHz wurde fortgesetzt. Ergebnis: Die meisten Objekte zeigen keine signifikanten Flußschwankungen auf der Zeitskala von Monaten. In Mrk 348 und NGC 2639 wurden Strahlungsausbrüche entdeckt, deren weitere Entwicklung verfolgt wird. Ferner wurde ein neues Programm zur VLBI-Kartierung von 20 Seyfert-Galaxien vom Typ 2 initiiert. In Kernnähe wurden sowohl 1seitige als auch 2seitige Jets gefunden. Erstmals wurden dabei die Relativbewegungen von Emissionskomponenten mit typischen Geschwindigkeiten von kleiner 0,2 c gemessen. Im Falle von NGC 1068 beträgt die Obergrenze für derartige Bewegungen 0,075 c. Es ist eine noch offene Frage, ob die im Vergleich mit starken Radioquellen langsamen Geschwindigkeiten das Resultat einer Abbremsung sind oder diese Jets von Anfang an subrelativistisch sind.

Flußdichte und Geschwindigkeitsdrift von etwa 20 bekannten mit AGK assoziierten „Megamasern“ werden seit 1999 mit dem 100-m-Teleskop bei 22 GHz „überwacht“. Gleichzeitig wird nach neuen Megamasern gesucht. Verschiedene Objekte zeigten starke Strahlungsausbrüche, darunter M51, NGC 5793 und Mkn348, während andere, wie z. B. NGC 315, zunehmend schwächer wurden oder bereits nicht mehr nachweisbar waren. Objekte mit starkem Strahlungsanstieg wurden jeweils mit VLBI weiter beobachtet, um ihre Strukturänderungen erfassen zu können. Es wird erwartet, daß die Messungen sowohl Aufschluß zum Phänomen der Megamaser geben als auch, falls um den Galaxienkern rotierende Gasscheiben gefunden werden, Rückschlüsse auf die zentrale Massenkondensation und die Akkretionsrate erlauben.

VLBI-Absorptionsmessungen der Hydroxyllinie im Zentrum von NGC 5793 führten zu dem Ergebnis, daß in den zentralen 10 Parsek der Galaxie ein von der Rotation der galaktischen Scheibe unabhängiges kinematisches System existiert. Dies folgt aus der Umkehr des Drehsinns des OH-Geschwindigkeitsfeldes in Bezug auf die äußere Scheibe, deren Drehsinn durch CO (J=1-0)-Messungen bestimmt wurde.

Während bisher scheinbare Überlichtgeschwindigkeiten nur in Quasaren und Radiogalaxien gefunden wurden, die mit elliptischen Galaxien assoziiert sind, wurde jetzt dieses Phänomen bei 43 GHz erstmals auch in III Zw 2 ( $z = 0,089$ ) entdeckt, einer Spiral-Galaxie mit Seyfert-Spektrum vom Typ 1. Die Untergrenze für die scheinbare Expansionsgeschwindigkeit beträgt  $1,25 c$ . Diese rapide Expansion ist offensichtlich eine episodische Erscheinung. Sie wurde nicht bei 15 GHz beobachtet. Das gesamte Verhalten läßt sich, bildlich gesprochen, erklären durch Effekte der optischen Tiefe bei einem Ballon während des Aufblasens und der Wechselwirkung eines Jets mit einer Molekülwolke oder einem Torus.

Eine wohldefinierte Gesamtheit der 96 nächsten AGK mit geringer Leuchtkraft wurde mit dem VLA beobachtet. Ziel war die Suche nach zentralen Radioquellen mit flachem Spektrum, ähnlich der Quelle Sgr A\* im Galaktischen Zentrum. „Radiokerne“ wurden in etwa einem Drittel der Objekte nachgewiesen, viele von ihnen auch mit flachem Spektrum. Nachbeobachtungen dieser Kerne bestätigten den nichtthermischen Charakter dieser Quellen mit Strahlungstemperaturen größer ungefähr  $10^8$  K. Struktur und Spektrum der Objekte weisen darauf hin, daß ihre Emission im cm-Bereich vorwiegend in den Jets und nicht in ADAFs (Advection Dominated Accretion Flows) ihren Ursprung hat.

Der zeitliche Verlauf von linearer und zirkularer Polarisation von Sgr A\* wurde mit dem VLA über einen längeren Zeitraum bei mehreren Frequenzen gemessen. Wichtigstes Ergebnis ist die ungewöhnlich starke Zirkularpolarisation mit Werten bis zu 1% bei Frequenzen bis hinauf zu 43 GHz, bei Obergrenzen für die Linearpolarisation von 0,1 bis 1%. Das Spektrum der zirkular polarisierten Flußdichte ist flach bis invertiert und zu höheren Frequenzen hin zunehmend variabel. Ähnliche Polarisationsseigenschaften wurden vor kurzem auch im Kern von M81\* entdeckt.

Der Strahlungstransport von polarisierter Synchrotronstrahlung in relativistischen Jets wurde untersucht. Durch theoretische Vorarbeiten und numerische Simulationen können mögliche Magnetfeld-Topologien und Energieverteilungen zwischen relativistischen Teilchen und Magnetfeldern sowie die Konsequenzen von Schockfronten, Teilchenbeschleunigung und Kühlung in den Kernen extragalaktischer Jets eingegrenzt werden. Die beobachtete lineare und zirkulare Polarisation der Strahlung kompakter Radioquellen kann zur physikalischen Interpretation von Objekten wie Sgr A\* im Galaktischen Zentrum und von schnell variablen extragalaktischen Quellen dienen.

Verschiedene Arbeiten befassen sich mit der Weiterentwicklung und Anwendung von Phasen-Referenz-Verfahren mit VLBI zur Messung höchstpräziser Relativpositionen von Quasipunktquellen (Differentialastrometrie) oder zur Steigerung der Abbildungsempfindlichkeit. Letzteres ist besonders im Fall der „Kartierung“ schwacher Quellen in der Nähe von starken Referenzquellen von Interesse. In beiden Fällen ist die Phasendifferenz der Interferenzsignale von benachbarten Strahlungsquellen eine Primär-Observable. Ziel beim Ausbau der Differentialastrometrie ist ihre Nutzung bei immer größeren Winkelabständen durch schrittweise Vernetzung von Referenzquellen. Dies kann letztlich zu einer deutlichen Genauigkeitssteigerung des globalen internationalen astrometrischen Referenzsystems führen, der derzeit bestmöglichen Realisierung eines kosmischen Inertialsystems.

In einer jetzt abgeschlossenen Arbeit wurde am Beispiel des Quellenpaares 1150+812 und 1803+748 (Winkelabstand 15 Grad) erfolgreich demonstriert, daß die Methode der Phasenreferenz-Astrometrie auch noch bei solch großen Winkelabständen funktioniert. Voraussetzung ist die hinreichend genaue Bestimmung aller Einflüsse von Atmosphäre und Instrumentarium auf die Signalphase. Es wurde mittlerweile ein VLBI-Langzeitprogramm initiiert zur Bestimmung der Absolut-Kinematik von Emissionskomponenten in 13 zirkumpolaren Radioquellen bei 8,4, 14 und 43 GHz.

Die erreichbare Genauigkeit sowohl in der VLBI-Bildstruktur als auch bei der VLBI-Astrometrie wird entscheidend mitbegrenzt durch die jeweils vorhandene Winkelauflösung. So ist im Falle der Definition des globalen Referenzsystems der Mangel an reproduzierbaren Referenzpunkten in den Bezugsquellen ein begrenzender Faktor. Darum der Schritt zu Millimeter- und Weltraum-VLBI. Die Möglichkeiten von VSOP zur Bildgewinnung mit

Hilfe des Phasenreferenz-Verfahrens wurden untersucht an den Quellenpaaren 1342+662 und 1342+663 sowie 1308+326 und 1308+328. Im letztgenannten Fall gelang im Umkehrverfahren die Positionsbestimmung der Satellitenantenne auf ihrer 20000-km-Umlaufbahn mit einer Genauigkeit von 2 bis 5 m, zu vergleichen mit der Missionsanforderung von 80 m.

*Personal:* W. Alef, U. Bach, T. Beckert, A. Brunthaler, G. Cimò, H. Falcke, D. Graham, C. Henkel, L. Fuhrmann, Y. Hagiwara, R. Keller, J. Klare, A. Kraus, T. Krichbaum, A. Lobanov, S. Markoff, H. Mattes, A. Medici, E. Middelberg, I. Owsianik, A. Patnaik, I. Pauliny-Toth, R. Porcas, E. Preuss, E. Ros, A. Roy, U. Teuber, A. Witzel, A. Zensus mit J. Campbell, J. Fuhlbrügge, B. Görres (Geodät. Institut, Univ. Bonn), K. Fricke (U Göttingen), S. Wagner (Landessternwarte Heidelberg), R. Fender (Univ. Amsterdam, Niederlande), C. Jin, Bo Peng, Kaiping Tian, S.J. Qian (BAO, Beijing, China), D. Backer (UC Berkeley, CA, USA), M. Murgia, M.A. Pérez-Torres (IRA/CNR, Bologna, Italien), A. Marscher (Boston Univ., MA, USA), S. Frey (FÖMI SGO, Budapest, Ungarn), T. Arshakian (Byurakan, Armenien), E.E. Falco, J.H. Zhao (Harvard CfA, Cambridge, MA, USA), S. Doeleman, R. Phillips, A. Rogers (MIT, Cambridge, MA, USA), G. Bower, K. Kellermann (NRAO, Charlottesville, VA, USA), N. Nagar, A. Wilson (Univ. of Maryland, College Park, MD, USA), L. Gurvits, R.T. Schilizzi (JIVE, Dwingeloo, Niederlande), S. Britzen (NFRA, Dwingeloo, Niederlande), A. Alberdi, L. Lara (IAA/CSIC Granada, Spanien), A. Greve, M. Grewing, H. Ungerechts, V. Lisenfeld (IRAM, Grenoble, Frankreich), R. Vermeulen (NFRA, Groningen, Niederlande), H. Andernach (Univ. Guanajuato, Mexico), P.J. Diamond, E. Xanthopoulos (Jodrell Bank, England), M. Ehle (ESA ESTEC, XMM-Newton SOC, Madrid, Spanien), E. Valtaoja, H. Teräsranta (Metsähovi, Finnland), H. Aller, M. Aller (Univ. of Michigan, USA), N. Kawaguchi (Mitaka, Japan), N. Nakai (NRA, Nobeyama, Japan), R. Booth (Onsala, Schweden), J.-F. Lestrade (Observ. de Meudon - Paris, Frankreich), S.D. van Dyk, M.H. Cohen (Caltech, Pasadena, CA, USA), L.C. Ho (Carnegie Institution, Pasadena, CA, USA), D.L. Jones, R.A. Preston (JPL/NASA, Pasadena, CA, USA), B. Rickett, A. Quirrenbach (UC San Diego, CA, USA), J. Romney, J. Ulvestad (NRAO, Socorro, USA), B. Slee, R. Sault (ATNF, Sydney, Australien), J.A. Muñoz (IAC, Tenerife, Spanien), J.M. Marcaide, J.C. Guirado (Univ. València, Spanien), J. Wardle (Brandeis Univ., Waltham, MA, USA), K.W. Weiler (NRL Washington, DC, USA), M.J. Rioja, J.F. Desmurs (OAN, Yebes, Spanien), M. Mingaliev (SAO, Zelenchukskaya, Rußland).

### 3.4 Infrarot-Astronomie, Theorie

Es wurden mit dem GI2T-Interferometer IR-Long-Baseline-Interferometrie-Messungen von Mira-Sternen und mit dem russischen 6-m-Teleskop Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen von jungen stellaren Objekten, Sternen in späten Entwicklungsstadien und aktiven Galaxienkernen durchgeführt. Die Auflösung der rekonstruierten Bilder ist beugungsbegrenzt und höher als die Auflösung des Hubble Space Telescopes.

#### *Junge Sterne*

Mit dem 6-m-Teleskop des russischen Special Astrophysical Observatory wurden beugungstheoretische Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen von mehreren jungen stellaren Objekten mit Ausströmungen (u. a. S140 IRS1, LkH $\alpha$ 198, AFGL 2591) bei nahinfraroten Wellenlängen durchgeführt. Bei S140 IRS1 konnten wir sehr komplexe Strukturen in der unmittelbaren Umgebung der zentralen Quelle entdecken. Besonders prominent ist eine helle längliche Struktur, die genau in die Richtung der aus anderen Beobachtungen bekannten molekularen Ausströmung von S140 IRS1 zeigt. Dabei handelt es sich wahrscheinlich um die klumpige innere Wand eines Ausflußtrichters in der zirkumstellaren Hülle des Protosterns.

Zur weiteren Untersuchung der großräumigen Struktur dieses Sternentstehungsgebietes wurden im Oktober mit dem 3,5-m-Teleskop am Calar-Alto-Observatorium Beobachtungen im nahen Infrarot durchgeführt. Zur detaillierten Interpretation der Daten wurden auch Strahlungstransportrechnungen durchgeführt.

Ein weiterer Schwerpunkt unserer Arbeiten war die Untersuchung der jungen stellaren Populationen in verschiedenen Sternentstehungsgebieten. Mit dem Röntgensatelliten Chandra wurde eine sehr tiefe (53 ksec) Beobachtung des jungen Sternhaufens IC 348 durchgeführt. Dabei wurden 215 Röntgenquellen entdeckt, dreimal mehr als mit ROSAT gefunden worden waren. Ein Vergleich der Röntgenbilder mit optischen und Infrarot-Beobachtungen zeigt, daß von etwa 75% der Sterne in IC 348 Röntgenstrahlung detektiert werden konnte. Interessanterweise konnten wir auch von 4 der 13 in IC 348 bekannten braunen Zwerge Röntgenemission entdecken.

Zur Untersuchung der ursprünglichen Massenfunktion der Upper Scorpius OB Assoziation führten wir eine umfangreiche spektroskopische Suche nach bislang unentdeckten massearmen Mitgliedern durch. Mit dem Multiobjekt-Spektrographen 2dF am Anglo Australian Observatory konnten wir optische Spektren von 600 Sternen gewinnen und damit 98 neue Vorhauptreihensterne identifizieren. Damit konnten wir zeigen, daß in dieser OB-Assoziation die Zahl der massearmen Mitglieder in Relation zur Zahl der massereichen Sterne ähnlich groß ist, wie es der Massenfunktion der Feldsterne entspricht.

#### *Sterne in späten Entwicklungsphasen*

Eine weitere wichtige Objektklasse bilden Sterne in späten Entwicklungsphasen. So wurden z. B. Schlüsselobjekte wie IRC +10 216, NML Cyg, CIT 3, R CrB oder R Cas gemessen. Speckle-Bildrekonstruktionen im *J*-, *H*- und *K*-Band des weitentwickelten Kohlenstoffsterns IRC +10 216 zeigen in ihrem Zentrum mehrere aufgelöste Komponenten, die sich innerhalb weniger Jahre strukturell stark ändern und von einem schwächeren, annähernd bipolaren Nebel umgeben sind. Zweidimensionale Strahlungstransportrechnungen zur Modellierung der Staubhülle dieses Objektes wurden abgeschlossen. Sie zeigen, daß der Stern von einer dichten, nicht-sphärischen Staubhülle umgeben ist mit „outflow cavities“ entlang einer Symmetrie-Achse von  $20^\circ$  und Öffnungswinkeln von  $36^\circ$ . Das gesamte System ist um  $40^\circ$  geneigt, so daß der südliche Teil des bipolaren Nebels auf den Beobachter weist. Die Rechnungen zeigen insbesondere auch, daß der Zentralstern nicht mit der hellsten Staubkomponente koinzidiert, sondern sich entlang der Symmetrieachse  $0,21''$  nördlich davon befindet, am Orte der zweithellsten Komponente. Die bipolare Strukturen indizieren, daß IRC +10 216 sich nicht nur unmittelbar vor dem Ende seiner AGB-Entwicklung befindet, sondern bereits in die Transformationsphase zu einem proto-planetarischen Nebel eingetreten ist.

Beugungsbegrenzte  $2,13\text{-}\mu\text{m}$ -Speckle-Messungen des galaktischen massereichen Überriesens NML Cyg konnten die Staubhülle dieser starken Infrarot-Quelle auflösen. Strahlungstransportrechnungen zur Modellierung der spektralen Energieverteilung und der Visibilitäten im nahen und mittleren Infrarot wurden abgeschlossen. Sie zeigen, daß auf NML Cyg in der Vergangenheit Massenverlustausbrüche oder Superwind-Phasen stattgefunden haben. Der heutige Massenverlust beträgt  $1,2 \cdot 10^{-4} M_\odot/\text{Jahr}$ . Der jüngste Ausbruch endete etwa vor 59 Jahren nach 18 Jahren Dauer und 10fach erhöhter Massenverlustrate. Eine noch weiter zurückliegende Superwind-Phase endete vor 530 Jahren. Der Winkeldurchmesser des Sterns beträgt  $16,2\text{ mas}$ , der  $1000\text{ K}$  heiße Innenrand der zirkumstellaren Staubhülle hat einen Durchmesser von  $105\text{ mas}$ . Aufgrund des jüngsten Superwindes befindet sich in der Staubhülle ein Gebiet erhöhter Dichte bei Durchmessern zwischen  $263\text{ mas}$  und  $368\text{ mas}$ , während das Ende des weiter zurückliegenden Superwindes einen Dichtesprung beim Durchmesser  $3,15''$  erzeugt. NML Cyg ist somit ein wichtiges Beispiel für episodischen Massenverlust in der Entwicklung massereicher Sterne.

Es wurden Speckle-Messungen im *J*-, *H*- und *K*-Band für den sauerstoffreichen AGB-Stern CIT 3 (WX Psc) durchgeführt. CIT 3 ist eines der extremsten infraroten AGB-Objekte (z. B. Spektraltyp M9–10, Farbexzeß  $V - K > 18$ ). Aufgrund von Massenverlusten ( $\sim 10^{-5} M_\odot/\text{Jahr}$ ) ist der Stern stark von Staub eingehüllt. Die Bildrekonstruktionen zeigen, daß CIT 3 z. T. deutliche Abweichungen von der sphärischen Symmetrie aufweist. Im *J*-Band sind die Innenbereiche der Hülle entlang einer Symmetrieachse von  $-28^\circ$  elongiert mit

einer Exzentrizität von 0,8. Weiter außen schließen sich entlang der Symmetrie-Achse fächerförmige Strukturen an. Bei größeren Wellenlängen werden diese Strukturen schwächer, im *K*-Band erscheint CIT 3 schließlich sphärisch symmetrisch. Der nordwestliche Fächer läßt auf einen gegen die Sichtlinie des Beobachters geneigten, bipolaren Nebel schließen. Strahlungstransportrechnungen zur Modellierung der Hülle wurden begonnen.

Es wurden umfangreiche Sternentwicklungsrechnungen für AGB-Sterne und Zentralsterne Planetarischer Nebel weitergeführt. Die Entwicklung von AGB-Sternen wird geprägt durch Thermische Pulse der Helium-Brennschale und den damit verbundenen Mischprozessen, tiefreichende Hüllenkonvektionszonen sowie hohe Massenverluste, die schließlich zur Ausbildung einer zirkumstellaren Staubhülle führen und das interstellare Medium mit prozessiertem Material anreichern. Ein Schwerpunkt der Studien lag auf der Untersuchung zusätzlicher Mischprozesse außerhalb klassischer Konvektionszonen, die zur Erklärung vielfältiger Beobachtungen unerlässlich scheinen. So wurde der Einfluß diffusiven „Overshoots“ auf die Bildung von Kohlenstoffsternen für verschiedene Anfangsmassen und Metallgehalte untersucht. Die Berücksichtigung von Overshoot für Thermische Pulse in der Post-AGB-Phase („born again scenario“) führt zu wasserstoffarmen Zentralsternen und erlaubt erstmals eine quantitative Erklärung der beobachteten chemischen Häufigkeiten von Wolf-Rayet-Zentralsternen oder PG 1159-Sternen. Ferner wurden detaillierte Sternentwicklungsrechnungen unter Berücksichtigung von Rotationseffekten durchgeführt. Rotationsinduzierte Mischprozesse führen auf dem AGB zwar zur Bildung des als Neutronenquelle für den *s*-Prozeß wichtigen  $^{13}\text{C}$ , können aber im Gegensatz zum diffusiven Overshoot nicht zur Bildung von Kohlenstoffsternen beitragen. Es wurden Rechnungen begonnen, die erstmals sowohl Rotation als auch Overshoot berücksichtigen. Ein weiterer Schwerpunkt betraf diffusiven Drehimpulstransport und die damit verbundenen Spin-Up/Spin-Down-Effekte in den Hüllen.

#### *Seyfert-Galaxien*

Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Untersuchungen der Seyfert-Galaxie NGC 1068 wurden fortgesetzt. Die *H*- und *K*-Band-Rekonstruktionen zeigen eine sehr kompakte Struktur mit einer Ausdehnung von etwa 30 mas (entsprechend 2 pc). Der Fluß dieser Komponente bei  $2,2\ \mu\text{m}$  beträgt  $(524 \pm 57)$  mJy. Weiterhin gibt es ausgedehntere *K*-Band-Strukturen, die mit Messungen im optischen und im Radio-Wellenlängenbereich mit ähnlicher Auflösung verglichen wurden.

#### *IR-Interferometrie mit großen Basislinien*

IR-Long-Baseline-Interferometrie-Messungen wurden mit dem IOTA-Interferometer in Arizona und dem GI2T-Interferometer in Frankreich durchgeführt. Im Spektralbereich von 2,0 bis  $2,4\ \mu\text{m}$  konnten Michelson-Interferogramme gleichzeitig in 256 unterschiedlichen spektralen Kanälen aufgenommen werden.

#### *Hochenergiephysik und aktive Galaxienkerne*

Die Theorie-Gruppe hat u.a. folgende zwei Projekte bearbeitet: Galaxien verschmelzen, und da wir heute wissen, daß die meisten Galaxien in ihren Zentren Schwarze Löcher haben, führt das unweigerlich auch zum Auftreten von doppelten Schwarzen Löchern. Das sollte insbesondere immer dann wichtig werden, wenn das Füttern eines Schwarzen Loches zu Kern-Aktivität führt. Also sollte das AGN-Phänomen oft auch mit dem Auftreten von doppelten Schwarzen Löchern zusammenhängen. Wir haben zeigen können, daß die Drehmomente, welche doppelte Schwarze Löcher auf ihre Umgebungssterne ausüben, auf natürliche Weise zu der Entstehung einer gürtelartigen Schale in der Sternverteilung führen; die Sterne, welche über den Pol der Symmetrie-Achse der Bahnebene der doppelten Schwarzen Löcher fliegen, erfahren sehr viel größere Kräfte als die Sterne, deren Bahnen auf den Gürtel beschränkt sind. Das erklärt somit ganz zwanglos die Torus-Geometrie in AGN. Man findet dann, daß diese Torus-Geometrie auch zu einem Verlust von Bahndrehimpuls des doppelten Schwarzen Loches führt. Eine Untermenge der Sterne hat großen Massenverlust, entweder weil sie rote Riesen sind, oder weil sie junge massereiche Sterne sind;

diese Sternwinde werden durch den Strahlungsdruck vom Zentralobjekt in lange Schwänze ausgezogen, und so entsteht eine Ansammlung langer Sternschweife, alle radial nach außen zeigend. Man sieht dann, daß die Opazität entlang der Schweife hinreichend groß ist, um die Absorption des beobachteten Torus zu erklären. Diese Schweife erlauben auch die Bildung von Staub, wie wir aus den Beobachtungen der Winde alter Sterne wissen; daher wird in diesem Bild ein staubiger Torus erklärt. Genau die gleiche Anzahl von Sternen ist notwendig, um den Bahndrehimpuls des doppelten Schwarzen Loches abzutransportieren, aber auch um den Gürtel des Torus ganz abzudecken; das ist ein wichtiger Test des Modells. Da der so konfigurierte Torus extreme Variabilität in der Abdeckung erlaubt, und gleichzeitig auch zwanglos verschiedene Öffnungswinkel der polaren Öffnung erklären kann, haben wir somit das erste zwingende Modell des in AGN fast immer beobachteten Torus; es gibt auch andere Möglichkeiten, wie einen magnetischen Torus, den wir vor einiger Zeit als eine andere Hypothese vorgeschlagen haben. Die Beobachtungen werden sehr starke Prüfungen dieser Modelle erlauben.

Aktive Galaktische Kerne stellen noch immer viele ungelöste Fragen in der Astrophysik. Eine dieser Fragen ist die Entstehung von „Jets“ und wie sie mit dem zentralen Schwarzen Loch und der Akkretionsscheibe zusammenhängen. Dabei ist eine der immer noch offenen Kernfragen, ob diese „Jets“ im wesentlichen hadronisch oder eben überwiegend leptonisch organisiert sind. Unsere Galaxie zeigt viele Quellen, mit denen man diese Prozesse testen und weiterentwickeln kann; die wichtigste solcher Quellen ist Sgr A\* im Galaktischen Zentrum. Mit einigen Modellanpassungen desselben Grundmodells ist es gelungen, sowohl radio-laute wie radio-leise Quasare zu verstehen, und den Grund für diese zwei verschiedenen Populationen zu interpretieren. Im neuen Standardmodell, welches eine „advektions-dominierte“ Scheibe (ADAF) einschließt, ist die Protonen-Temperatur sehr viel höher als die Elektronentemperatur, und steigt mit abnehmendem Abstand zum Horizont des Schwarzen Loches. Weil aber der Radius des inneren Rands der Scheibe selbst kleiner wird mit zunehmender Rotation des Schwarzen Loches, können Protonen am inneren Rand der Scheibe hinreichend hohe Temperaturen erreichen, um sekundäre Leptonen aus p-p-Kollisionen zu erzeugen. Diese Leptonen können ganz zwanglos die Radio-Emission von Sgr A\* erklären, was eine hohe Rotationsrate des Schwarzen Loches in Sgr A\* suggeriert. Analog, da möglicherweise nur ein kleiner Teil aller Schwarzen Löcher so schnell rotiert, könnte das den Anteil (etwa 10%) der radio-lauten Quasare erklären. Weiterhin sollten solche Systeme mit der Masse des Schwarzen Loches skalieren, bis hinunter zu stellaren Massen. Daher sind die spektralen Daten von Doppelsternsystemen mit einem Schwarzen Loch-Kandidat als einer Komponente wichtige Tests für unsere AGN-Vorstellungen. Viele dieser Systeme zeigen Evidenz für Jets im Low/Hard-Zustand. Damit können Röntgendoppelsterne wichtige Prüfungen für unsere Vorstellungen der AGN-Physik liefern: Ein Schlüssel dabei ist die Emission des Jets, und wir haben das System XTE J1118+480 sehr gut anpassen können. Interessanterweise suggerieren die Modelle, daß Synchrotronemission vom Jet eine wichtige Rolle auch in der Röntgenemission von Röntgendoppelsterne (XRBs) spielen kann. Dies kann zumindest den fehlenden 150 keV Cut-off in J1118+480 erklären. Das Ziel ist jetzt, durch vollständige Tests einer Reihe von Röntgendoppelsternen unsere AGN-Modelle weiter zu entwickeln, und dann parallel gegeneinander zu prüfen. Am Ende wird auch wieder die Frage stehen, welche Emissionsprozesse in AGN wie Blazaren dominieren, rein leptonische oder hadronisch angestoßene Kaskaden.

*Personal:* E.J. Ahn, G. Bayer, P. Biermann, T. Blöcker, M. Chirvasa, T. Driebe, C. Galea, S. Gong, L. Haroyan, C. Hillemanns, K.-H. Hofmann, N. Ikhsanov, J. Lichtenthäler, S. Markoff, A. Najafi, B. Nath, K. Ohnaka, T. Preibisch, A. Popescu, G. Pugliese, F. Przygodda, Y.P. Qin, D. Schertl, G. Schmiggenberg, P. Simon, S. Ter-Antonyan, G. Weigelt, J.M. Winters, M. Wittkowski, F. Yuan, C. Zier  
mit K. Jeong, E. Sedlmayr (Univ. Berlin), U. Klein (Univ. Bonn), T. Ensslin (MPA, Garching), F. Kerber (STECF, Garching), W. Duschl, M. Scholz (Univ. Heidelberg), 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),

Y. Balega, I. Balega, V. Vasyuk (SAO, Nizhnij Arkhyz), D. Mourard, L. Abe, O. Chesneau, S. Ragland, P. Stee, N. Thureau, F. Vakili (CERGA, Grasse), R. Petrov (Univ. Nizza), F. Malbet (Univ. Grenoble), A. Richichi (Univ. Florenz), W. Traub, M. Lacasse, S. Morel, B. Pras (CfA, Cambridge, USA), V. Coude du Foresto, C. Rullier (Obs. Paris-Meudon), J. Köppen (Obs. Strasbourg), A. Men'shchikov (Stockholm Observatory), R. Waters (Univ. Amsterdam), B. Yudin (Sternberg Institut, Moskau), A. Zijlstra (UMIST, Manchester), G. Herbig (Univ. of Hawaii), E.-J. Ahn (Seoul Nat. Univ.), A. und F. Donea (Univ. Bukarest), M. Harwit (Cornell Univ., Washington DC), H. Kang (Pusan Nat. Univ.), G. Krishna (Tata Inst., Pune), P.P. Kronberg (Univ. Toronto), N. Langer (Univ. Utrecht), G. Medina-Tanco (Univ. Sao Paolo), B. Nath (Raman Res. Inst., Bangalore), R.J. Protheroe (Univ. Adelaide), G. Pugliese (Univ. California), D. Ryu (Chungnam Nat. Univ., Daejeon), E.-S. Seo (Univ. Massachusetts), G. Sigl (Obs. de Paris), T. Stanev (Bartol Res. Inst., Newark), P.A. Strittmatter (Univ. Arizona), S. Ter-Antonyan (Erean Phys. Inst., Erean), A. Wandel (Hebrew Univ., Jerusalem), Y. Wang (Purple Mount. Obs., Nanjing).

## 4 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

### 4.1 Diplomarbeiten

#### *Abgeschlossen:*

Beling, A.: Kalibrierung eines Submillimeter-Heterodyn-Arrays. Bonn 2000.  
 Brunthaler, A.: Der Radioausbruch in der Seyfert I Galaxie III Zw 2. Bonn 2000.  
 Hillemanns, C.: IR-Long-Baseline-Interferometrie mit dem CERGA-Interferometer. Bonn 2000.  
 Löhr, A.: Untersuchung des Magnetfeldes in den Jets der Spiralgalaxie NGC 4258. Bonn 2000.  
 Przygodda, F.: Infrarot-Long-Baseline-Interferometrie. Bonn 2000.  
 Simon, P.: Ein analytisches Modell für kosmische Filamente. Bonn 2000.

#### *Laufend:*

Bach, U.: Hochauflösende Analyse der Radioquelle Cygnus A.  
 Chirvasa, M.: Mergers of rotating black holes.  
 Galea, C.: Origin of magnetic fields in the Cosmos.  
 Middelberg, E.: VLBI-Untersuchung von Seyfert II-Galaxien.  
 Popescu, A.: Abundances in cosmic rays.  
 Tislar, M.: Modellierung der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung.  
 Voss, H.: Modellierung der Sternentstehung im frühen Universum.  
 Wolleben, M.: Depolarisation der Dunkelwolken im Gebiet Perseus-Taurus-Auriga.

### 4.2 Dissertationen

#### *Abgeschlossen:*

Donea F.: Accretion Discs in Kerr Metric. Bukarest 2000.  
 Gromke, J.: Beobachtungen des Sunyaev-Zel'dovich-Effekts in Galaxienhaufen mit einem 100 mK Bolometerarray bei 2 mm Wellenlänge. Bonn 2000.  
 Kraus, M.: Modeling of the near infrared emission from the peculiar B[e]-star MWC349. Bonn 2000.  
 Pugliese, G.: An exploded jet for gamma ray bursts. Bonn 2000.  
 Thierbach, M.: Untersuchung ausgedehnter Radioquellen in nahen Galaxienhaufen. Bonn 2000.  
 Zier, C.: Binary black holes and tori in active galactic nuclei. Bonn 2000.

#### *Laufend:*

Bertarini, A.: Galaxienbeobachtungen mit dem MAMBO-Bolometer Array.  
 Beuther, H.: Early Stages of Massive Star Formation.



Chiong, Ch.: Submillimeter Observations of Molecular Clouds.  
 Comito, C.: Astrochemistry in hot and dense gas.  
 Driebe, T.: Entwicklung von Sternen auf dem Asymptotischen Riesenast und der Einfluß von Rotationseffekten.  
 Fuhrmann, L.: Variabilität und Struktur extragalaktischer Radioquellen.  
 Giasecke, A.: Modellierung von Parsec-Skalen-Strukturen in Aktiven Galaktischen Kernen.  
 Haroyan, L.: Monte-Carlo Simulationen der PeV Luftschauer.  
 Jin, C.: Highest resolution studies of intraday variable radio sources.  
 Klare, J.: The Innermost Jet Region of the Quasar 3C345.  
 Klein, B.: Suche nach neuen Pulsaren.  
 Lichtenthäler, J.: Bispektrum-Speckle-Interferometrie des Roten Überriesen IRC +10 420 und methodische Untersuchungen zur Speckle-Interferometrie-Übertragungsfunktion.  
 Löhmer, O.: Timing von Millisekunden-Pulsaren in Effelsberg.  
 Mao, R.: Study of Molecular Spectra in Massive Star Forming Regions.  
 Medici, A.: Broadband Distribution of Brightness Temperature of Radio Emission from Compact Extragalactic Jets.  
 Mikulics, M.: Entwicklung von LTGaAs Fotomischern zum Einsatz auf SOFIA.  
 Nieten, C.: Eigenschaften des interstellaren Staubes und Magnetfeld-Feinstruktur in M 31.  
 Racanelli, A.: A 100 mK Bolometer Array for 2 mm Cosmological Observations.  
 Rottmann, H.: Jet-Reorientation in X-shaped Radio Galaxies.  
 Schniggenberg, G.: Bispektrum-Speckle-Interferometrie von AGB-Sternen.  
 Siringo, G.: Entwicklung eines Polarimeters für Submm-Bolometer-Kameras.  
 Thuma, G.: Untersuchung dichten molekularen Gases in nahen Spiralgalaxien.  
 Weferling, B.: Beobachtung hochrotverschobener Objekte und Theorie der kosmologischen Evolution.

### 4.3 Habilitationen

Falcke, H.: A Silent Majority – Jets and Radio Cores from Weakly Active Black Holes. Bonn 2000.

## 5 Tagungen, Kooperationen, Öffentlichkeitsarbeit

### 5.1 Tagungen und Veranstaltungen

Das Institut führte gemeinsam mit den Astronomischen Instituten der Universität Bonn im Berichtsjahr 30 Hauptkolloquien und zusätzlich 46 Sonderkolloquien durch.

Vom 21. bis 25. Mai wurde im Physik-Zentrum in Bad Honnef das 232. WE-Heraeus Seminar unter dem Titel „The Interstellar Medium in M31 and M33“ durchgeführt (E.M. Berkhuijsen, R. Beck).

Am 7. November wurde ein Workshop zum Thema „Compact Radio Sources – A Discussion of Recent Scientific Results“ durchgeführt (A. Zensus).

Am 17. November erfolgte eine Kolloquiumsveranstaltung zur offiziellen Inbetriebnahme des neuen VLBI-Korrelators vom Typ Mark IV.

### 5.2 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, außerdem an Beobachtungen im Rahmen des „Coordinated Millimeter VLBI Array“ (CMVA). Ferner gibt es hinsichtlich VLBI eine enge Zusammenarbeit mit dem VLBA des National Radio Astronomy Observatory (NRAO).

In Zusammenarbeit mit dem Haystack Observatory erfolgt der Aufbau eines koordinierten Netzwerks für Millimeter-VLBI (CMVA).

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

Naturgemäß wurde mit dem Institut de RadioAstronomie Millimétrique (IRAM) auf verschiedenen Gebieten (Bolometer-Array, Millimeter-VLBI, Steuerprogramme) intensiv zusammengearbeitet.

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

Large Binocular Telescope-Projekt: Kooperation mit dem Steward-Observatorium, der Universität Florenz, der Ohio State University, der Research Corporation, dem MPIA, dem MPE, dem AIP und der Landessternwarte Heidelberg.

Darüber hinaus gibt es langfristige Kooperationen mit Instituten der Academia Sinica der VR China, und zwar in Shanghai, Nanjing und Beijing, sowie Instituten der Russischen Akademie der Wissenschaften, mit ATNF/Australien und mit dem Institut für Theoretische Astrophysik (ITAS) der Universität Heidelberg.

In Zusammenarbeit mit der ESO und den Universitäten Nizza, Grenoble und Florenz wird eine Infrarotkamera für das VLTI (Very Large Telescope Interferometer)-Projekt entwickelt.

Mit der NASA wurde bei der Evaluierung von kühlbaren InP-Transistoren zusammengearbeitet.

In der Bispektrum-Speckle-Interferometrie gab es eine Kooperation mit dem Special Astrophysical Observatory, Rußland.

Eine europäische Zusammenarbeit in der Pulsarforschung im „Pan European Pulsar Network“ und über „INTAS“ wurde mit Fördermitteln der EG ermöglicht.

Internationales COSY-Projekt zur Messung neuer Kernstoßquerschnitte (Kooperation mit dem Institut für Kernphysik, Jülich, Sprecher: A. Boudard, Saclay).

Australian Research Foundation Grant in Zusammenarbeit mit Prof. R. Protheroe (Sprecher), und Bednarek (Polen), T. Stanev (USA)

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

USA-Deutschland NATO Projekt zur Propagation der Teilchen der höchsten Energien im Kosmos (Sprecher: T. Stanev und P.L. Biermann).

### 5.3 Öffentlichkeitsarbeit

Das MPI für Radioastronomie hat mit mehreren Präsentationen auf Schwerpunktveranstaltungen zu „2000 – Jahr der Physik“ beigetragen.

Bei der Eröffnungsveranstaltung „Jenseits der Milchstraße“ (Berlin, 18. bis 21. Januar) wurde die 15minütige Präsentation „Flug durch die Milchstraße“ gezeigt.

Auf der 3. Schwerpunktveranstaltung („Gebändigt es Licht“, Bonn, 28. bis 30. Juni) war das Institut mit einer Präsentation zum Thema „Älteste Strukturen im Universum“ vertreten. Darüber hinaus beteiligte sich das Institut mit einer Präsentation an der Aktion „Physik im Kaufhaus“.

Das Exponat „Älteste Strukturen im Universum“ bildete u. a. einen Bestandteil der Ausstellung „heute“ zum 100jährigen Jubiläum des Planck'schen Wirkungsquantums, die vom 29. Oktober bis 17. Dezember im Deutschen Museum Bonn gezeigt und während dieses Zeitraums von über 130 Schulklassen zu Führungen besucht wurde.

Die astronomische Vortragsreihe des MPI für Radioastronomie in Bad Münstereifel umfaßte 8 populärwissenschaftliche Vorträge in den Monaten April bis November.

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

Im Besucherpavillon, direkt am Standort des 100-m-Radioteleskops, wurden von April bis Oktober 274 einstündige Informationsvorträge für sehr unterschiedliche Teilnehmergruppen gehalten.

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

## 6 Veröffentlichungen

### 6.1 In Zeitschriften und Büchern

- Alef, W., Graham, D.A., Zensus, J.A., Müskens, A., Schlüter, W.: The new MPIfR-BKG MkIV correlator. In: Tomasi, P. et al. (eds.): European VLBI for Geodesy and Astrometry. Proc. 14th Working Meeting. Ist. Radioastron. Bologna (2000), 111–118
- Alvarez, H., Aparici, J., May, J., Reich, P.: The radio continuum spectrum of Centaurus A's large-scale components. *Astron. Astrophys.* **355** (2000), 863–872
- André, P., Motte, F.: First and the earliest stages of star formation. In: Favata, F., Kaas, A.A., Wilson A. (eds.): Star Formation from the Small to the Large Scale. ESA Conf. Proc. **445** (2000), 219–226
- André, P., Motte, F., Neri R.: IRAM 30m continuum surveys of star-forming regions. In: Mangum, J., Radford, S.J.E. (eds.): Imaging at Radio through Submillimeter Wavelengths. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **217** (2000), 152–164
- Argon, A.L., Reid, M.J., Menten, K.M.: Interstellar hydroxyl masers in the Galaxy. I. The VLA survey. *Astrophys. J., Suppl. Ser.* **129** (2000), 159–227
- Bachiller, R., Gueth, F., Guilloteau, S., Tafalla, M., Dutrey, A.: The origin of the HH 7-11 outflow. *Astron. Astrophys.* **362** (2000), L33–L36
- Bartel, N., Bietenholz, M.F., Cannon, W.H., Rupen, M.P., Beasley, A.J., Graham, D.A., Altunin, V.I., Venturi, T., Umana, G., Conway, J.E.: A VLBI search for a pulsar nebula in SN1993J in the galaxy M81. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **202** (2000), 515–516
- Bartel, N., Bietenholz, M.F., Rupen, M.P., Beasley, A.J., Graham, D.A., Altunin, V.I., Venturi, T., Umana, G., Cannon, W.H., Conway, J.E.: The changing morphology and increasing deceleration of supernova 1993J in M81. *Science* **287** (2000), 112–116
- Beck, R.: Magnetic fields in normal galaxies. *Phil. Trans. R. Soc. London A* **358** (2000), 777–796
- Beck, R.: Magnetic fields in normal galaxies and prospects for the square kilometer array. In: van Haarlem, M.P. (ed.): Perspectives on Radio Astronomy – Science with Large Antenna Arrays. Neth. Found. Res. Astron., Dwingeloo (1999), 249–262
- Beck, R.: Radio continuum emission from M31 and M33. In: Berkhuijsen, E.M., Beck, R., Walterbos, R.A.M. (eds.): The Interstellar Medium in M31 and M33. Proc. WE-Heraeus Seminar 232. Ber. Astron., Shaker, Aachen (2000), 171–178
- Beckert, T.: Advection-dominated accretion with infall and outflows. *Astrophys. J.* **539** (2000), 223–234
- Beckert, T., Duschl, W.J., Mezger, P.G.: Free-free and recombination radiation from massive star-forming regions. *Astron. Astrophys.* **356** (2000), 1149–1156

- Berger, E., Sari, R., Frail, D.A., Kulkarni, S.R., Bertoldi, F., Peck, A.B., Menten, K.M., Shepherd, D.S., Moriarty-Schieven, G.H., Pooley, G., Bloom, J.S., Diercks, A., Galama, T.J., Hurley, K.: A jet model for the afterglow emission from GRB 000301C. *Astrophys. J.* **545** (2000), 56–62
- Berkhuijsen, E.M., Nieten, Ch., Haas, M.: Radio-FIR correlations in M31. In: Berkhuijsen, E.M., Beck, R., Walterbos, R.A.M. (eds.): *The Interstellar Medium in M31 and M33*. Proc. WE-Heraeus Seminar 232. Ber. Astron., Shaker, Aachen (2000), 187–190
- Bertoldi, F., Carilli, C.L., Menten, K.M., Owen, F., Dey, A., Gueth, F., Graham, J.R., Kreysa, E., Ledlow, M., Liu, M.C., Motte, F., Reichertz, L., Schilke, P., Zylka, R.: Three high-redshift millimeter sources and their radio and near-infrared identifications. *Astron. Astrophys.* **360** (2000), 92–98
- Bertoldi, F., Draine, B.T., Rosenthal, D., Timmermann, R., Ramsay Howat, S.K., Geballe, T., Feuchtgruber, H., Drapatz, S.: Excitation of H<sub>2</sub> and HD in shocks and PDRs. In: Minh, Y.C.M., van Dishoeck, E.F.V.D., Geballe, T., Feuchtgruber, H., Drapatz, S. (eds.): *Astrochemistry: From Molecular Clouds to Planetary Systems*. Proc. IAU Symposium **197** (2000), 191–201
- Beuther, H., Kramer, C., Deiss, B., Stutzki, J.: CO mapping and multi-line-analysis of Cepheus B. *Astron. Astrophys.* **362** (2000), 1109–1121
- Beuther, H., Sridharan, T.K., Schilke, P., Wyrowski, F., Menten, K.M.: Early stages of high mass star formation – preliminary results of a long-term search. In: Favata, F., Kaas, A.A., Wilson A. (eds.): *Star Formation from the Small to the Large Scale*. ESA Conf. Proc. **445** (2000), 331–334
- Bhat, N.D.R., Gupta, Y., Pramesh Rao, A.: Constraints on interstellar plasma turbulence spectrum from pulsar observations at the Ooty Radio Telescope. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): *Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond*. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 553–554
- Bhat, N.D.R., Gupta, Y., Pramesh Rao, A., Preethi, P.B.: Pulsar scintillation studies and structure of the local interstellar medium. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): *Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond*. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 545–548
- Biermann, P.L., Ahn, E.-J., Medina-Tanco, G., Stanev, T.: Origin of the highest energy cosmic rays. *Nuclear Phys. B (Proc. Suppl.)* **87** (2000), 417–419
- Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Przygodda, F., Weigelt, G.: Computer simulations of interferometric imaging with the VLT interferometer and the AMBER instrument. In: Léna, J.P., Quirrenbach, A. (eds.): *Astronomical Telescopes and Instrumentation 2000 – Interferometry in Optical Astronomy*. Proc. Conf. Munich, March 27–29, 2000. Proc. SPIE **4006** (2000), 174–183
- Bower, G.C., Backer, D.C.: VSOP brightness temperature in NRAO 530 exceeds the inverse Compton limit. *Adv. Space Res.* **26** (2000), 731–733
- Bragg, A.E., Greenhill, L.J., Moran, J.M., Henkel, C.: Accelerations of water masers in NGC 4258. *Astrophys. J.* **535** (2000), 73–89
- Britzen, S., Witzel, A., Krichbaum, T.P., Campbell, R.M., Wagner, S.J., Qian, S.J.: Three-year VLBI monitoring of PKS 0420–014. *Astron. Astrophys.* **360** (2000), 65–75
- Brunthaler, A., Falcke, H., Bower, G.C., Aller, M.F., Aller, H.D., Teräsranta, H., Lobanov, A.P., Krichbaum, T.P., Patnaik, A.R.: III Zw 2, the first superluminal jet in a Seyfert galaxy. *Astron. Astrophys.* **357** (2000), L45–L48
- Brunthaler, A., Falcke, H., Bower, G.C., Aller, M., Aller, H., Teräsranta, H.: I II Zw 2: superluminal motion and compact lobe expansion in a Seyfert galaxy. In: Conway, J.E. et al. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg* (2000), 11–14

- Camilo, F., Lorimer, D.R., Freire, P., Lyne, A.G., Manchester, R.N.: Observations of 20 millisecond pulsars in 47 Tucanae at 20 centimeters. *Astrophys. J.* **535** (2000), 975–990
- Carilli, C.L., Bertoldi, F., Menten, K.M., Rupen, M.P., Kreysa, E., Fan, X., Strauss, M.A., Schneider, D.P., Bertarini, A., Yun, M.S., Zylka, R.: Dust emission from high-redshift QSOs. *Astrophys. J.* **533** (2000), L13–L16
- Chapman, S.C., Morris, S.L., Alonso-Herrero, A., Falcke, H.: Adaptive optics near-infrared imaging of NGC 2992 – unveiling core structures related to radio figure-of-8 loops. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **314** (2000), 263–272
- Chen, P.-C., Zhang, X.-Z., Xiang, S.-P., Feng, L.-L., Reich, W.: Protruding structure buried in radio map by wavelet. *Chinese Phys. Lett.* **17** (2000), 388–389
- Chini, R., Nielbock, M., Beck, R.: The birth of massive twins in M17. *Astron. Astrophys.* **357** (2000), L33–L36
- Chyzy, K., Beck, R., Kohle, S., Klein, U., Urbanik, M.: Regular magnetic fields in the dwarf irregular galaxy NGC 4449. *Astron. Astrophys.* **355** (2000), 128–137 Erratum: Regular magnetic fields in the dwarf irregular galaxy NGC 4449. *Astron. Astrophys.* **356** (2000), 757
- Colomer, F., Reid, M.J., Menten, K.M., Bujarrabal, V.: The spatial and velocity structure of circumstellar water masers. *Astron. Astrophys.* **355** (2000), 979–993
- Cuby, J.G., Barucci, A., de Bergh, C., Emsellem, E., Moorwood, A.F., Petr, M., Pettini, M., Tresse, L.: Scientific results with ISAAC at the VLT. In: Bergeron, J. (ed.): Discoveries and Research Prospects from 8- to 10-Meter-Class Telescopes. *Proc. SPIE* **4005** (2000), 212–223
- Cuby, J.G., Lidman, C., Moutou, C., Petr, M.: ISAAC at the VLT: one year later. In: Optical and IR Telescope Instrumentation and Detectors. In: Iye, M., Moorwood, A.F. (eds.): Optical and IR Telescope Instrumentation and Detectors. *Proc. SPIE* **4008** (2000), 1036–1047
- Doroshenko, O.V., Ilyasov, Yu.P., Oreshko, V.V.: Pulsar timing at Kalyazin. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond. *Proc. IAU Conf. 177*, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 57–60
- Driebe, T., Blöcker, T., Schönberner, D.: The evolution of helium white dwarfs: applications for millisecond pulsars. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond. *Proc. IAU Conf. 177*, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 635–636
- Dumke, M., Krause, M., Wielebinski, R.: The interstellar medium in the edge-on galaxy NGC 5907. Radio continuum emission and magnetic fields. *Astron. Astrophys.* **355** (2000), 512–524
- Duncan, A.R., Green, D.A.: The supernova remnant RX J0852.0–4622: radio characteristics and implications for SNR statistics. *Astron. Astrophys.* **364** (2000), 732–740
- Duschl, W.J., Strittmatter, P.A., Biermann, P.L.: A note on hydrodynamic viscosity and selfgravitation in accretion disks. *Astron. Astrophys.* **357** (2000), 1123–1132
- Duvert, G., Mouillet, D., Malbet, F., Berio, P., Forveille, T., Aristidi, E., Hoffman, K.-H., Mège, P.: The AMBER data simulator. In: Lèna, J.P., Quirrenbach, A. (eds.): Astronomical Telescopes and Instrumentation 2000 – Interferometry in Optical Astronomy. *Proc. Conf. Munich*, March 27–29, 2000. *Proc. SPIE* **4006** (2000), 217–223
- Falcke, H., Henkel, C., Peck, A., Hagiwara, Y., Prieto, M.A., Gallimore, J.F.: Discovery of a very luminous megamaser during a radio flare in the Seyfert 2 galaxy Mrk 348. *Astron. Astrophys.* **358** (2000), L17–L20
- Falcke, H., Markoff, S.: The jet model for Sgr A\*: radio and X-ray spectrum. *Astron. Astrophys.* **362** (2000), 113–118

- Falcke, H., Melia, F., Agol, E.: Viewing the shadow of the black hole at the Galactic Center. *Astrophys. J.* **528** (2000), L13–L16
- Falcke, H., Nagar, N.M., Wilson, A.S., Ulvestad, J.S.: Radio sources in low-luminosity active galactic nuclei. II. Very long baseline interferometry detections of compact radio cores and jets in a sample of LINERs. *Astrophys. J.* **542** (2000), 197–200
- Falcke, H., Wilson, A.S., Henkel, C., Brunthaler, A., Braatz, J.A.: Hubble Space Telescope and very large array observations of the H<sub>2</sub>O gigamaser galaxy TXS2226–184. *Astrophys. J.* **530** (2000), L13–L16
- Fanti, C., Pozzi, F., Fanti, R., Baum, S.A., O’Dea, C.P., Bremer, M., Dallacasa, D., Falcke, H., de Graauw, T., Marecki, A., Miley, G., Rottgering, H., Schilizzi, R.T., Snellen, I., Spencer, R.E., Stanghellini, C.: ISO observations of a sample of compact steep spectrum and GHz peaked spectrum radio galaxies. *Astron. Astrophys.* **358** (2000), 499–513
- Feretti, L., Giovannini, G., Tordi, M., Venturi, T., Massaglia, S., Bodo, G., Trussoni, E., Gliozzi, M., Tavani, M., Conway, J., Foley, A., Graham, D., Kus, A., Spencer, R., Trigilio, C.: EVN observations of GRS1915+105. In: Conway, J.E. et al. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg* (2000), 171–172
- Fletcher, A., Beck, R., Berkhuijsen, E.M., Shukurov, A.: The regular magnetic fields of M31 and M33. In: Berkhuijsen, E.M. Beck, R., Walterbos, R.A.M. (eds.): *The Interstellar Medium in M31 and M33. Proc. WE-Heraeus Seminar 232. Ber. Astron., Shaker, Aachen* (2000), 201–204
- Frey, S., Gurvits, L.I., Schilizzi, R.T., Lobanov, A.P., Kawaguchi, N., Pauliny-Toth, I.I.K.: Space VLBI observations of the extremely distant quasars 0201+113 and 0537–286. In: Conway, J.E. et al. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg* (2000), 41–42
- Frick, P., Beck, R., Shukurov, A., Sokoloff, D., Ehle, M., Kamphuis, J.: Magnetic and optical spiral arms in the galaxy NGC 6946. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **318** (2000), 925–937
- Galama, T.J., Bremer, M., Bertoldi, F., Menten, K.M., Lisenfeld, U., Shepherd, D.S., Mason, B., Walter, F., Pooley, G.G., Frail, D.A., Sari, R., Kulkarni, S.R., Berger, E., Bloom, J.S., Castro-Tirado, A.J., Granot, J.: The bright gamma-ray burst 991208: tight constraints on afterglow models from observations of the early-time radio evolution. *Astrophys. J.* **541** (2000), L45–L49
- Guélin, M., Nieten, C., Neininger, N., Müller, S., Lucas, R., Ungerechts, H., Wielebinski, R.: Distribution and properties of the molecular clouds in M31. In: Berkhuijsen, E.M. Beck, R., Walterbos, R.A.M. (eds.): *The Interstellar Medium in M31 and M33. Proc. WE-Heraeus Seminar 232. Ber. Astron., Shaker, Aachen* (2000), 15–20
- Guenther, E.W., Stelzer, B., Neuhäuser, R., Hillwig, T.C., Durisen, R.H., Menten, K.M., Greimel, R., Barwig, H., Englhauser, J., Robb, R.M.: A multi-wavelength study of pre-main sequence stars in the Taurus-Auriga star-forming region. *Astron. Astrophys.* **357** (2000), 206–218
- Güsten, R., Hartogh, P., Hübers, H.-W., Graf, U.U., Jacobs, K., Röser, H.-P., Schäfer, F., Schieder, R.T., Stark, R., Stutzki, J., van der Wal, P., Wunsch, A.: GREAT: the first-generation German heterodyne receiver for SOFIA. In: Melugin, R.K., Röser, H.-P. (eds.): *Airborne Telescope Systems. Proc. SPIE* **4014** (2000), 23–30
- Gueth, F., Guilloteau, S.: Multi-field imaging with the IRAM Plateau de Bure interferometer. In: Mangum, J., Radford, S.J.E. (eds.): *Imaging at Radio through Submillimeter Wavelengths. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **217** (2000), 291–298
- Guirado, J.C., Marcaide, J.M., Pérez-Torres, M.A., Ros, E.: VLBI difference astrometry at 43 GHz. *Astron. Astrophys.* **353** (2000), L37–L40

- Guirado, J.C., Ros, E., Jones, D.L., Lestrade, J.-F., Marcaide, J.M., Pérez-Torres, M.A., Preston, R.A.: Space-VLBI phase-referencing. In: Conway, J.E. et al. (eds.): Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg (2000), 221–224
- Gurvits, L.I., Frey, S., Schilizzi, R.T., Kellermann, K.I., Lobanov, A.P., Kawaguchi, N., Kobayashi, H., Murata, Y., Hirabayashi, H., Pauliny-Toth, I.I.K.: Dual-frequency VSOP observations of extremely high redshift quasars. *Adv. Space Res.* **26** (2000), 719–722
- Haas, M., Müller, S.A.H., Chini, R., Meisenheimer, K., Klaas, U., Lemke, D., Kreysa, E., Camenzind, M.: Dust in PG quasars as seen by ISO. *Astron. Astrophys.* **354** (2000), 453–466
- Hagiwara, Y., Diamond, P.J., Nakai, N., Kawabe, R.: Probing circumnuclear molecular gas in NGC 5793 with OH absorption. *Astron. Astrophys.* **360** (2000), 49–56
- Helling, C., Winters, J.M., Sedlmayr, E.: Circumstellar dust shells around long-period variables. VII. The role of molecular opacities. *Astron. Astrophys.* **358** (2000), 651–664
- Henkel, C., Mauersberger, R., Peck, A.B., Falcke, H., Hagiwara, Y.: Dense gas in nearby galaxies. XIV. Detection of hot ammonia in Maffei 2. *Astron. Astrophys.* **361** (2000), L45–L48
- Herwig, F., Blöcker, T.: Overshoot in giant stars. In: Noels, A., Magain, A.P., Caro, D., Jehin, E., Parmentier, G., Thoul, A.A. (eds.): *The Galactic Halo: From Globular Clusters to Field Stars*. Proc. 35th Liège Int. Astrophys. Coll. Université Liège (2000), 59–65
- Hoensbroech, A. von: Pulsar polarimetry – New aspects at high radio frequencies. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): *Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond*. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 267–268
- Hofmann, K.-H., Balega, Y., Scholz, M., Weigelt, G.: Multi-wavelength bispectrum speckle interferometry of R Cas and comparison of the observations with Mira star models. *Astron. Astrophys.* **353** (2000), 1016–1028
- Hofmann, K.-H., Beckmann, U., Blöcker, T., Coude du Foresto, V., Lacasse, M., Millan-Gabet, R., Morel, S., Pras, B., Ruilier, C., Schertl, D., Scholz, M., Shenavrin, V., Traub, W., Weigelt, G., Wittkowski, M., Yudin, B.: Observations of Mira stars with the IOTA/FLUOR interferometer and comparison with Mira star models. In: Léna, J.P., Quirrenbach, A. (eds.): *Astronomical Telescopes and Instrumentation 2000 – Interferometry in Optical Astronomy*. Proc. Conf. Munich, March 27–29, 2000. *Proc. SPIE* **4006** (2000), 688–695
- Huchtmeier, W.K., Karachentsev, I.D., Karachentseva, V.E.: H I observations of nearby galaxies. II. The second list of the Karachentsev catalog. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **147** (2000), 187–194
- Huchtmeier, W.K., Karachentsev, I.D., Karachentseva, V.E.: New dwarf galaxies in the IC342/Maffei group. In: Valtonen, M.J., Flynn, C. (eds.): *Small Galaxy Groups*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **209** (2000), 158–162
- Huchtmeier, W.K., Karachentsev, I.D., Karachentseva, V.E., Ehle, M.: H I observations of nearby galaxies. I. The first list of the Karachentsev catalog. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **141** (2000), 469–490
- Huchtmeier, W.K., Min Yun, del Olmo, A., Perea, J.: Neutral hydrogen in HCG95. In: Valtonen, M.J., Flynn, C. (eds.): *Small Galaxy Groups*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **209** (2000), 154–157
- Ikhsanov, N.R.: Signs of a dead disk in AE Aquarii. *Astron. Astrophys.* **358** (2000), 201–207

- Jessner, A., Lesch, H., Kunzl, Th.: Charge densities above pulsar polar caps. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **202** (2000), 463–464
- Jin, C., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Zensus, J.A.: A new method to detect / confirm weak structural changes with VLBI. In: Conway, J.E. et al. (eds.): Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg (2000), 249–250
- Kamp, I., Bertoldi, F.: CO in the circumstellar disks of Vega and beta Pictoris. Astron. Astrophys. **353** (2000), 276–286
- Karachentsev, I.D., Sharina, M.E., Huchtmeier, W.K.: A group of galaxies around the giant spiral NGC 6946. Astron. Astrophys. **362** (2000), 544–556
- Karastergiou, A., Kramer, M., Wex, N., Hoensbroech, A. von: Geodetic precession and the binary pulsar B1913+16. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **202** (2000), 125–126
- Kellermann, K.I., Vermeulen, R.C., Zensus, J.A., Cohen, M.H.: Observations of relativistic outflow in AGN and the brightness temperature of synchrotron sources. In: Hirabayashi, H. et al. (eds.): Astrophysical Phenomena Revealed by Space VLBI. Inst. Space Astronaut. Sci., Sagami-hara (2000), 159–166
- Klare, J., Zensus, J.A., Ros, E., Lobanov, A.P.: A sharper view into the parsec-scale jet of 3C 345. In: Hirabayashi, H. et al. (eds.): Astrophysical Phenomena Revealed by Space VLBI. Inst. Space Astronaut. Sci., Sagami-hara (2000), 21–24
- Knapik, J., Soida, M., Dettmar, R.-J., Beck, R., Urbanik, M.: Detection of spiral magnetic fields in two flocculent galaxies. Astron. Astrophys. **362** (2000), 910–920
- Kramer, M., Klein, B., Lorimer, D., Müller, P., Jessner, A., Wielebinski, R.: The Effelsberg search for pulsars in the Galactic centre. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **202** (2000), 37–38
- Kramer, M., Xilouris, K.M.: Radio emission properties of millisecond pulsars. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **202** (2000), 229–234
- Kraus, M., Krügel, E., Thum, C., Geballe, T.: CO band emission from MWC 349. I. First overtone bands from a disk or from a wind? Astron. Astrophys. **362** (2000), 158–168
- Krichbaum, T.P., Jin, C., Kraus, A., Witzel, A., Zensus, J.A.: Observations of intraday variable sources. In: Hirabayashi, H. et al. (eds.): Astrophysical Phenomena Revealed by Space VLBI. Inst. Space Astronaut. Sci., Sagami-hara (2000), 133–142
- Krichbaum, T.P., Witzel, A., Zensus, J.A.: From centimeter to millimeter wavelengths: a high angular resolution study of 3C 273. In: Conway, J.E. et al. (eds.): Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg (2000), 25–30
- Kunzl, Th., Lesch, H., Jessner, A.: Applications of Ohm’s law to the pulsar magnetosphere. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **202** (2000), 379–380
- Lange, Ch., Wex, N., Kramer, M., Doroshenko, O., Backer, D.C.: Pulsar timing at the radiotelescope Effelsberg. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **202** (2000), 61–62



- Lobanov, A.P., Zensus, J.A., Abraham, Z., Carrara, E., Unwin, S.C., Hirabayashi, H., Bushimata, T.: Imaging and monitoring the parsec-scale jet in 3C 273 with the VSOP mission. *Adv. Space Res.* **26** (2000), 669–672
- Lobanov, A.P., Zensus, J.A., Krichbaum, T.P., Witzel, A.: Space VLBI of parsec-scale jets: the impact of VSOP. In: Hirabayashi, H. et al. (eds.): *Astrophysical Phenomena Revealed by Space VLBI*. Inst. Space Astronaut. Sci., Sagamihara (2000), 239–244
- Lorimer, D.R., Kramer, M.: Pulsar searches at Effelsberg – past, present & future. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): *Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond*. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 11–16
- Lorimer, D.R., Kramer, M., Müller, P., Wex, N., Jessner, A., Lange, C., Wielebinski, R.: A 1400-MHz pilot search for young pulsars. *Astron. Astrophys.* **358** (2000), 169–176
- Mao, R.Q., Henkel, C., Schulz, A., Zielinsky, M., Mauersberger, R., Störzer, H., Wilson, T.L., Gensheimer, P.: Dense gas in nearby galaxies. XIII. CO submillimeter line emission from the starburst galaxy M82. *Astron. Astrophys.* **358** (2000), 433–450
- Maron, O., Kijak, J., Kramer, M., Wielebinski, R.: Pulsar spectra analysis. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): *Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond*. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 227–228
- Marcaide, J.M., Ros, A., Pérez-Torres, M.A., Alberdi, A., Diamond, P.J., Guirado, J.C., van Dyk, S.D., Weiler, K.W.: Strong deceleration in the expansion of radio supernova SN 1 979C. In: Conway, J.E. et al. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp.* Onsala Space Obs. Göteborg (2000), 147–150
- Maron, O., Kijak, J., Kramer, M., Wielebinski, R.: Pulsar spectra of radio emission. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **147** (2000), 195–203
- Menten, K.M.: Science with the Atacama Large Millimeter Array. In: Bergeron, J., Renzini, A. (eds.): *From Extrasolar Planets to Cosmology. The VLT Opening Symposium*. ESO *Astrophys. Symp.* (2000), 78–93
- Menten, K.M., Bertoldi, F.: Extragalactic (sub)millimeter astronomy – today and tomorrow. In: Schielicke, R.E. (ed.): *New Astrophysical Horizons*. *Rev. Mod. Astron.* **13** (2000), 229–243
- L Mitra, D., Konar, S., Bhattacharya, D., Hoensbroech, A. von, Seiradakis, J.H., Wielebinski, R.: Evolution of multipolar magnetic fields in isolated neutron stars and its effect on pulsar radio emission. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): *Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond*. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 265–266
- Mouillet, D., Duvert, G., Forveille, T., Hofmann, K.-H., Malbet, F., Sacchetti, M., Schertl, D.: AMBER data structure, processing and calibration. In: Lèna, J.P., Quirrenbach, A. (eds.): *Astronomical Telescopes and Instrumentation 2000 – Interferometry in Optical Astronomy*. Proc. Conf. Munich, March 27–29, 2000. *Proc. SPIE* **4006** (2000), 261–268
- Muders, D., Peters, W.L., Butner, H.M., Gensheimer, P.D., Wilson, T.L., Uchida, K.I., Kramer, C., Tieftrunk, A.R.: Spectral line On-The-Fly mapping at the SMTO. In: Mangum, J., Radford, S.J.E. (eds.): *Imaging at Radio through Submillimeter Wavelengths*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **217** (2000), 203–204
- Mundell, C.G., Wilson, A.S., Ulvestad, J.S., Roy, A.L.: The nature of compact, flat spectrum radio sources in Seyfert galaxies. *Astrophys. J.* **529** (2000), 816–831
- Nagar, N.M., Falcke, H., Wilson, A.S., Ho, L.C.: Radio sources in low-luminosity active galactic nuclei. I. VLA detections of compact, flat-spectrum cores. *Astrophys. J.* **542** (2000), 186–196

- Nedialkov, P., Berkhuijsen, E.M., Nieten, C., Haas, M.: Relationships extinction-dust emission and extinction-gas density in M31. In: Berkhuijsen, E.M. Beck, R., Walterbos, R.A.M. (eds.): *The Interstellar Medium in M31 and M33*. Proc. WE-Heraeus Seminar 232. Ber. Astron., Shaker, Aachen (2000), 85–88
- Neininger, N., Nieten, Ch., Wielebinski, R., Guélin, M., Lucas, R., Ungerechts, H.: The high-resolution OTF survey of the 12CO in M31. In: Mangum, J., Radford, S.J.E. (eds.): *Imaging at Radio through Submillimeter Wavelengths*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **217** (2000), 72–79
- Neuhäuser, R., Guenther, E.W., Petr, M.G., Brandner, W., Huéramo, N., Alves, J.: Spectrum and proper motion of a brown dwarf companion of the T Tauri star CoD-33°7795. *Astron. Astrophys.* **360** (2000), L39–L42
- Nieten, C., Neininger, N., Guélin, M., Haas, M., Beck, R., Berkhuijsen, E.M., Wielebinski, R.: CO, H<sub>1</sub> and dust in M31. In: Berkhuijsen, E.M. Beck, R., Walterbos, R.A.M. (eds.): *The Interstellar Medium in M31 and M33*. Proc. WE-Heraeus Seminar 232. Ber. Astron., Shaker, Aachen (2000), 21–24
- Osterbart, R., Balega, Y.Y., Blöcker, T., Menshchikov, A.B., Weigelt, G.: The dynamical evolution of the fragmented, bipolar dust shell around the carbon star IRC +10 216. Rapid changes of a PPN-like structure? *Astron. Astrophys.* **357** (2000), 169–176
- Paragi, Z., Frey, S., Fejes, I., Porcas, R.W., Schilizzi, R.T., Venturi, T.: 1.6 GHz space VLBI observations of 3C446. *Adv. Space Res.* **26** (2000), 697–700
- Paragi, Z., Frey, S., Fejes, I., Porcas, R.W., Schilizzi, R.T., Venturi, T.: VSOP observations of 3C 216. In: Hirabayashi, H. et al. (eds.): *Astrophysical Phenomena Revealed by Space VLBI*. Inst. Space Astronaut. Sci., Sagamihara (2000), 59–62
- Paragi, Z., Frey, S., Fejes, I., Venturi, T., Porcas R.W., Schilizzi, R.T.: The compact core-jet region of the superluminal quasar 3C 216. *Publ. Astron. Soc. Japan* **52** (2000), 983–988
- Paredes, J.M., Martí, J., Ribo, M., Massi, M.: The milliarcsecond radio structure of LS 5039. In: Conway, J.E. et al. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg* (2000), 163–166
- Paredes, J.M., Martí, J., Ribó, M., Massi, M.: Discovery of a high-energy gamma-ray-emitting persistent microquasar. *Science* **288** (2000), 2340–2342
- Pearson, J.C., Güsten, R., Klein, T., Whyborn, N.D.: Local oscillator system for the heterodyne instrument for FIRST (HIFI). In: Breckinridge, J.B., Jakobsen, P. (eds.): *UV, Optical, and IR Space Telescopes and Instruments*. Proc. SPIE **4013** (2000), 264–274
- Peck, A.B., Taylor, G.B.: Global VLBI observations of HI absorption toward NGC 3894. In: Conway, J.E. et al. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg* (2000), 119–122
- Peck, A.B., Taylor, G.B.: Polarization limits in compact symmetric objects. In: Conway, J.E. et al. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg* (2000), 95–96
- Peng, B., Kraus, A., Krichbaum, T.P., Müller, S.A.H., Qian, S.J., Quirrenbach, A., Wagner, S.J., Witzel, A., Jin, C., Bock, H., Zensus, J.A.: Infrared, radio and optical variability of the BL Lacertae object 2007+777. *Astron. Astrophys.* **353** (2000), 937–943
- Peng, B., Kraus, A., Krichbaum, T.P., Witzel, A.: Long-term monitoring of selected radio sources. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **145** (2000), 1–10
- Perea, J., del Olmo, A., Verdes-Montenegro, L., Yun, M.S., Huchtmeier, W.K., Williams, B.A.: Mass distribution in compact groups. In: Valtonen, M.J., Flynn, C. (eds.): *Small Galaxy Groups*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **209** (2000), 377–380

- Pérez-Torres, M.A., Marcaide, J.M., Guirado, J.C., Ros, E., Shapiro, I.I., Ratner, M.I., Sardón, E.: Towards global phase-delay VLBI astrometry: Observations of QSO 1150+812 and BL 1803+784. *Astron. Astrophys.* **360** (2000), 161–170
- Petrov, R.G., Malbet, F., Richichi, A., Hofmann, K.-H., Mourard, D., Agabi, K., Antonelli, P., Aristidi, E., Baffa, C., Beckmann, U., Berio, P., Bresson, Y., Cassaing, F., Chelli, A., Dreiss, A., Dugué, M., Duvert, G., Forveille, T., Fossat, E., Gennari, S., Geng, M., Glentzlin, A., Kamm, D., Lagarde, S., LeCoarer, E., LeContel, D., LeContel, J.M., Lisi, F., Lopez, B., Mars, G., Martinot-Lagarde, G., Mekarnia, D., Monin, J.-L., Mouillet, D., Perrier-Bellet, C., Puget, P., Rabbia, Y., Rebattu, S., Reynaud, F., Robbe-Dubois, S., Rousselet-Perraut, K., Sacchetti, M., Schoeller, M., Tallon-Bosc, I., Weigelt, G.: AMBER: the near infrared focal instrument for the Very Large Telescope Interferometer. In: Léna, J.P., Quirrenbach, A. (eds.): *Astronomical Telescopes and Instrumentation 2000 – Interferometry in Optical Astronomy*. Proc. Conf. Munich, March 27–29, 2000. *Proc. SPIE* **4006** (2000), 68–79
- Pierce-Price, D., Richer, J.S., Lasenby, A.N., Holland, W.S., Greaves, J.S., Jenness, T., Matthews, H.E., White, G.J., Ward-Thompson, D., Dent, W.R.F., Zylka, R., Mezger, P., Hasegawa, T., Oka, T.: A SCUBA submillimetre survey of the Galactic Centre. In: Mangum, J., Radford, S.J.E. (eds.): *Imaging at Radio through Submillimeter Wavelengths*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **217** (2000), 164–165
- Pierce-Price, D., Richer, J.S., Greaves, J.S., Holland, W.S., Jenness, T., Lasenby, A.N., White, G.J., Matthews, H.E., Ward-Thompson, D., Dent, W.R.F., Zylka, R., Mezger, P., Hasegawa, T., Oka, T., Omont, A., Gilmore, G.: A deep submillimeter survey of the Galactic Center. *Astrophys. J.* **545** (2000), L21–L25
- Porcas, R.W., Alef, W.: Effelsberg Observatory report. In: Tomasi, P. et al. (eds.): *European VLBI for Geodesy and Astrometry*. Proc. 14th Working Meeting. *Ist. Radioastron. Bologna* (2000), 107
- Porcas, R.W., Rioja, M.J.: Earth-space VLBI of the quasar pair 1038+52A,B. *Adv. Space Res.* **26** (2000), 673–676
- Porcas, R.W., Rioja, M.J.: Space VLBI astrometry and phase-reference mapping with VSOP. In: Tomasi, P. et al. (eds.): *European VLBI for Geodesy and Astrometry*. Proc. 14th Working Meeting. *Ist. Radioastron. Bologna* (2000), 139–144
- Porcas, R.W., Rioja, M.J., Machalski, J., Hirabayashi, H.: Phase-reference observations with VSOP. In: Hirabayashi, H. et al. (eds.): *Astrophysical Phenomena Revealed by Space VLBI*. *Inst. Space Astronaut. Sci., Sagami-hara* (2000), 245–252
- Preibisch, T., Zinnecker, H.: Star formation in the Upper Scorpius OB Association: evidence for a supernova-triggered mini-starburst. In: Pallavicini, R., Micela, G., Sciortino, S. (eds.): *Stellar Clusters and Associations: Convection, Rotation, and Dynamos*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **198** (2000), 219–222
- Preibisch, T., Zinnecker, H., Weigelt, G.: Multiplicity of the young O- and B-type stars in the Orion nebula cluster. In: Reipurth, B., Zinnecker, H. (eds.): *Birth and Evolution of Binary Stars. The Formation of Binary Stars*. *Poster Proc. IAU Symp.* **200** (2000), 106–108
- Preibisch, Th., Zinnecker, H., Weigelt, G., Hofmann, K.-H., Schertl, D., Balega, Y.: Multiplicity of the massive stars in the Orion nebula cluster and implications of their formation mechanism. In: Favata, F., Kaas, A.A., Wilson A. (eds.): *Star Formation from the Small to the Large Scale*. *ESA Conf. Proc.* **445** (2000), 495–498
- Pugliese, G., Falcke, H., Wang, Y., Biermann, P.L.: The jet-disk symbiosis model for gamma ray bursts: cosmic ray and neutrino background contribution. *Astron. Astrophys.* **358** (2000), 409–416
- Qian, S.J., Kraus, A., Witzel, A., Krichbaum, T.P., Zensus, J.A.: AO 0235+164: rapid flux variations caused by relativistic aberration effects. *Astron. Astrophys.* **357** (2000), 84–90

- Quirrenbach, A., Kraus, A., Witzel, A., Zensus, J.A., Peng, B., Risse, M., Krichbaum, T.P., Wegner, R., Naundorf, C.E.: Intraday variability in compact extragalactic radio sources I. VLA observations. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **141** (2000), 221–256
- Reich, W., Fürst, E.: Holographic measurements of the Effelsberg 100-m radiotelescope via phase retrieval. *Kleinheubacher Ber.* **43** (2000), 175–181
- Reich, W., Fürst, E., Reich, P., Kothes, R., Brinkmann, W., Siebert, J.: Radio-loud active galaxies in the northern ROSAT All-Sky Survey. IV. Properties of sources stronger than 100 mJy at 5 GHz. *Astron. Astrophys.* **363** (2000), 141–153
- Reich, W., Sofue, Y., Matsuo, H.: 150 GHz NOBA observations of the Galactic Center Arc. *Publ. Astron. Soc. Japan* **52** (2000), 355–361
- Richichi, A., Blöcker, T., Foy, R., Fraix-Burnet, D., Lopez, B., Malbet, F., Stee, P., von der Lühe, O., Weigelt, G.: Science opportunities with AMBER, the near-IR-VLTI instrument. In: Lèna, J.P., Quirrenbach, A. (eds.): *Astronomical Telescopes and Instrumentation 2000 – Interferometry in Optical Astronomy*. Proc. Conf. Munich, March 27–29, 2000. *Proc. SPIE* **4006** (2000), 80–91
- Rioja, M.J., Porcas, R.W.: A phase-reference study of the quasar pair 1038+528A,B. *Astron. Astrophys.* **355** (2000), 552–563
- Rodríguez-Fernández, N.J., Martín-Pintado, J., de Vicente, P., Fuente, A., Hüttemeister, S., Wilson, T.L., Kunze, D.: Non-equilibrium H<sub>2</sub> ortho-to-para ratio in two molecular clouds of the Galactic Center. *Astron. Astrophys.* **356** (2000), 695–704
- Rodríguez-Fernández, N.J., Martín-Pintado, J., de Vicente, P., Fuente, A., Hüttemeister, S., Wilson, T.L., Kunze, D.: Non-equilibrium H<sub>2</sub> ortho-to-para ratio in two molecular clouds of the Galactic Center. In: Salama, A. Kessler, M.J. (eds.): *ISO Beyond the Peaks: The 2nd ISO Workshop on Analytical Spectroscopy*. ESA SP-456 (2000), 127–130
- Ros, E., Guirado, J.C., Marcaide, J.M., Pérez-Torres, M.A., Falco, E.E., Muñoz, J.A., Alberdi, A., Lara, L.: VLBI imaging of the gravitational lens MG J0414+0534. *Astron. Astrophys.* **362** (2000), 845–850
- Ros, E., Marcaide, J.M., Guirado, J.C., Pérez-Torres, M.A.: The complete S5 polar cap sample: en route to phase-delay global astrometry. In: Conway, J.E. et al. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg* (2000), 229–230
- Ros, E., Marcaide, J.M., Guirado, J.C., Pérez-Torres, M.A.: On the way to global phase-delay astrometry. In: Tomasi, P. et al. (eds.): *European VLBI for Geodesy and Astrometry*. Proc. 14th Working Meeting. Ist. Radioastron. Bologna (2000), 145–150
- Ros, E., Marcaide, J.M., Guirado, J.C., Sardón, E., Shapiro, I.I.: A GPS-based method to model the plasma effects in VLBI observations. *Astron. Astrophys.* **356** (2000), 357–362
- Ros, E., Zensus, J.A., Lobanov, A.P.: Total intensity and polarized emission of the parsec-scale jet in 3C 345. *Astron. Astrophys.* **354** (2000), 55–66
- Roy, A.L., Wilson, A.S., Ulvestad, J.S., Colbert, E.J.M.: Slow jets in Seyfert galaxies: NGC 1068. In: Conway, J.E. et al. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp. Onsala Space Obs. Göteborg* (2000), 7–10
- Rosenthal, D., Bertoldi, F., Drapatz, S.: ISO-SWS observations of OMC-1: H<sub>2</sub> and fine structure lines. *Astron. Astrophys.* **356** (2000), 705–723
- Sarnowski, M., Vaupel, T., Hansen, V., Kreysa, E., Gemünd, H.P., Soglasnova, V.A.: Experimental and numerical investigation of diffraction anomalies observed in FSS applications. In: Iye, M., Moorwood, A.F. (eds.): *Optical and IR Telescope Instrumentation and Detectors*. *Proc. SPIE* **4008** (2000), 885–895

- Schertl, D., Balega, Y., Hannemann, T., Hofmann, K.-H., Preibisch, T., Weigelt, G.: Diffraction-limited bispectrum speckle interferometry and speckle polarimetry of the young bipolar outflow source S140 IRS1. *Astron. Astrophys.* **361** (2000), L29–L32
- Schilke, P., Mehringer, D.M., Menten, K.M.: A submillimeter HCN laser in IRC +10216. *Astrophys. J.* **528** (2000), L37–L40
- Schilke, P., Menten, K.M., Wyrowski, F., Walmsley, C.M.: Interferometric observations of chemistry in high-mass star-forming regions. In: Minh, Y.C.M., van Dishoeck, E.F.V.D., Geballe, T., Feuchtgruber, H., Drapatz, S. (eds.): *Astrochemistry: From Molecular Clouds to Planetary Systems*. Proc. IAU Symposium **197** (2000), 125–133
- Schönberner, D., Driebe, T., Blöcker, T.: The evolution of helium white dwarfs. III. On the ages of millisecond pulsar systems. *Astron. Astrophys.* **356** (2000), 929–934
- Schwartz, R., Shaltout, M.A.M.: What can we expect from a new radio telescope in Upper Egypt? *Astrophys. Space Sci.* **273** (2000), 273–288
- Seiradakis, J.H., Karastergiou, A., Kramer, M., Psaltis, D.: Identification of physical components in pulsar emission. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): *Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond*. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 177–178
- Stanke, T., Zinnecker, H.: Spatially resolved 10 micron photometry of young binaries. In: Reipurth, B., Zinnecker, H. (eds.): *Birth and Evolution of Binary Stars. The Formation of Binary Stars*. Poster Proc. IAU Symp. **200** (2000), 38–40
- Stolzmann, W., Blöcker, T.: Thermodynamical properties of stellar matter II. Internal energy, temperature and density exponents, and specific heats for stellar interiors. *Astron. Astrophys.* **361** (2000), 1152–1168
- Thuma, G., Neininger, N., Klein, U., Wielebinski, R.: Cold dust in the starburst galaxy M82. *Astron. Astrophys.* **358** (2000), 65–71
- Tian, W.W., Strom, R.G., Stappers, B., Zhang, X.Z., Wu, X.J., Ramachandran, R.: Millisecond pulsars and a WSRT search for candidates. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): *Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond*. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 45–46
- Tokovinin, A.A., Balega, Yu.Yu., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: The orbit of the nearby low-mass binary Gliese 600. *Astronomy Letters* **26**, 668–671 (2000) und *Pis'ma v Astron. Zh.* **26** (2000), 774–778
- Tschöke, D., Hensler, G., Junkes, N.: X-rays from the barred galaxy NGC 4303. *Astron. Astrophys.* **360** (2000), 447–456
- Verdes-Montenegro, L., Yun, M.S., Williams, B.A., Huchtmeier, W.K., Del Olmo, A., Peres, J.: Tracing interactions in HCGs through the H $\alpha$ . In: Valtonen, M.J., Flynn, C. (eds.): *Small Galaxy Groups*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **209** (2000), 167–173
- Wang, Y., Biermann, P.L.: Effects of galaxy mergers on the faint IRAS source counts and the background. *Astron. Astrophys.* **356** (2000), 808–814
- Wang, Y.P., Biermann, P.L., Wandel, A.: Black hole to bulge mass correlation in active galactic nuclei: a test for the simple unified formation scheme. *Astron. Astrophys.* **361** (2000), 550–554
- Ward-Thompson, D., Zylka, R., Mezger, P.G., Sievers, A.W.: Dust emission from star-forming regions VI. The submillimetre YSO cluster in NGC 2264. *Astron. Astrophys.* **355** (2000), 1122–1128

- Weigelt, G., Mourard, D., Abe, L., Beckmann, U., Chesneau, O., Hillemanns, C., Hofmann, K.-H., Ragland, S., Schertl, D., Scholz, M., Stee, P., Thureau, N., Vakili, F.: GI2T/REGAIN spectro-interferometry with a new infrared beam combiner. In: Léna, J.P., Quirrenbach, A. (eds.): *Astronomical Telescopes and Instrumentation 2000 – Interferometry in Optical Astronomy*. Proc. Conf. Munich, March 27–29, 2000. Proc. SPIE **4006** (2000), 617–626
- Wendker, H.J., Altenhoff, W.J., Thum, C.: 250 GHz observations of Be stars. *Astron. Nachr.* **321** (2000), 157–160
- Wex, N.: Frame dragging in black-hole pulsar binaries. In: Trần Thanh Vân, J. et al. (eds.): *Gravitational Waves and Experimental Gravity*. Moriond workshops, World Publ., Hanoi (2000), 331–336
- Wex, N.: Small-eccentricity binary pulsars and relativistic gravity. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): *Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond*. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 113–116
- Wex, N., Kalogera, V., Kramer, M.: Constraints on supernova kicks from the double neutron star system PSR B1913+16. *Astrophys. J.* **528** (2000), 401–409
- Wielebinski, R.: Early radio continuum observations of M31. In: Berkhuijsen, E.M. Beck, R., Walterbos, R.A.M. (eds.): *The Interstellar Medium in M31 and M33*. Proc. WE-Heraeus Seminar 232. Ber. Astron., Shaker, Aachen (2000), 169–170
- Wielebinski, R.: Pulsar studies at high radio frequencies. In: Kramer, M., Wex, N., Wielebinski, R. (eds.): *Pulsar Astronomy – 2000 and Beyond*. Proc. IAU Conf. 177, Bonn, Germany, 30 August–3 September 1999. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **202** (2000), 205–210
- Wilson, T.L., Gaume, R.A., Gensheimer, P., Johnston, K.J.: Kinematics, kinetic temperatures, and column densities of NH<sub>3</sub> in the Orion hot core. *Astrophys. J.* **538** (2000), 665–674
- Winters, J.M., Keady, J.J., Gauger, A., Sada, P.V.: Circumstellar dust shells around long-period variables. VIII. CO infrared line profiles from dynamical models for C-stars. *Astron. Astrophys.* **359** (2000), 651–662
- Winters, J.M., Le Bertre, T., Jeong, K.S., Helling, C., Sedlmayr, E.: A systematic investigation of the mass-loss mechanism in dust forming long-period variable stars. *Astron. Astrophys.* **361** (2000), 641–659
- Wolszczan, A., Doroshenko, O., Konacki, M., Kramer, M., Jessner, A., Wielebinski, R., Camilo, F., Nice, D.J., Taylor, J.H.: Timing observations of four millisecond pulsars with the Arecibo and Effelsberg radio telescopes. *Astrophys. J.* **528** (2000), 907–912
- Wu, S.-Y., Pauliny-Toth, I.I.K., Porcas, R.W.: The MERLIN image of 4C39.25 – One-sided jet on arcsecond scale. *Acta Astrophys. Sinica* **19** (1999), 15–20
- Xanthopoulos, E., Norbury, M., Karidis, A., Jackson, N.J., Browne, I.W.A., Wilkinson, P.N., Porcas, R.W., Patnaik, A.R., Gabuzda, D.C.: The core-jet structure of the JVAS gravitational lens B1030+074. In: Conway, J.E. et al. (eds.): *Proc. 5th Europ. VLBI Network Symp.* Onsala Space Obs. Göteborg (2000), 49–52
- Zinchenko, I., Henkel, C., Mao, R.Q.: HNC0 in massive galactic dense cores. *Astron. Astrophys.* **361** (2000), 1079–1094
- ## 6.2 Abstracts
- Beck, R.: Observations of galactic magnetic fields: a review. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD14.004 T*
- Bertoldi, F. et al: The dawn of galaxies: millimeter observations of the early universe. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD9.005 T*

- Beuther, H., Schilke, P., Sridharan, T.K., Menten, K.: The cradles of massive stars. In: XXXII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Booklet. IRAM, Granada 2000, 41
- Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Przygodda, F., Weigelt, G.: The VLT interferometer and its AMBER instrument: simulations of interferometric imaging in the wide-field mode. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **17** (2000), 58
- Carilli, C.L., Menten, K.M.: Observations of cold gas at high redshift at cm wavelengths. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD9.007 T*
- Chyzy, K.T., Soida, M., Urbanik, M., Beck, R.: Shocked magnetic fields in the perturbed galaxies NGC 3627 and NGC 4254. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD14.007 T*
- Cimò, G., Fuhrmann, L., Krichbaum, T.P., Kraus, A., Witzel, A.: Multifrequency analysis of intraday variability in quasars and BL Lacs II: first results from the Effelsberg 100m radio telescope. In: XXXII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Booklet. IRAM, Granada 2000, 93
- Driebe, T., Blöcker, T.: Stellar evolution with rotation: mixing processes in AGB stars. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **17** (2000), 57
- Dumke, M.: Sub-millimeter science with the Heinrich-Hertz-Telescope. In: XXXII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Booklet. IRAM, Granada 2000, 123
- Fletcher, A., Beck, R., Berkhuijsen, E., Krause, M.: Regular magnetic fields from radio polarization measurements in nearby spiral galaxies. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD14.019 P*
- Fuhrmann, L., Cimò, G., Krichbaum, T.P., Kraus, A., Witzel, A.: Multifrequency analysis of intraday variability in quasars and BL Lacs I: first results from the Westerbork interferometer. In: XXXII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Booklet. IRAM, Granada 2000, 91
- Han, J.L., Beck, R., Wielebinski, R.: Two kinds of dynamo action in one galaxy? In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD14.021 P*
- Hanson, M.M., Wilson, T.L., Muders, D., Hemamala, U.L.: A tale of two cloud cores in the M17 GMC. *Bull. American Astron. Soc.* **32** (2000), 05.18
- Henkel, C., Gallimore, J.F., Baum, S.A., Glass, I.S., Claussen, M.J., Prieto, M.A., von Kap-Herr, A.: The nucleus of NGC 1068. Evidence for reverberation and a rotating disk geometry. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, S205.055 T*
- Hofmann, K.-H., Beckmann, U., Blöcker, T., Schertl, D., Weigelt, G., Wittkowski, M., Coude de Foresto, V., Ruilier, C., Lacasse, M., Morel, S., Pras, B., Traub, W., Scholz, M., Shenavrin, V., Yudin, B.: Observations of Mira stars with the IOTA/FLUOR interferometer and comparison with Mira star models. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **17** (2000), 57
- Klein, B., Kramer, M., Müller, P., Wielebinski, R.: Radio pulsar search in the Galactic Center with the 100-m Effelsberg telescope. In: XXXII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Booklet. IRAM, Granada 2000, 21
- Menten, K.M.: Jets and outflows from massive protostars. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD3005 T*
- Menten, K.M.: Prospects for high angular resolution instrumentation at millimeter and submillimeter wavelengths. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, S205.033 T*
- Menten, K.M.: Science with the Atacama Large Millimeter Array. In: XXXII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Booklet. IRAM, Granada 2000, 113

- Meyer, D.M., Lauroesch, J.T., Sofia, U.J., Draine, B.T., Bertoldi, F.: UV spectroscopy of vibrationally-excited interstellar H<sub>2</sub>. *Bull. Am. Astron. Soc.* **32** (2000), 07.01
- Müller, S.A.H., Meisenheimer, K., Haas, M., Chini, R., Klaas, U., Lemke, D., Kreysa E.: Dust emission from 3C radio galaxies and quasars seen by ISO: new evidence favouring the unified scheme. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **17** (2000), 22
- Neuhäuser, R., Guenther, E., Brandner, W., Petr, M., Huélamo, N., Ott, T., Alves, J., Comerón, F., Eckart, A., Cuby, J.-G.: Direct imaging search for sub-stellar companions next to young nearby stars. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **17** (2000), 9
- Petr, M.G., Sterzik, M.F., Cuby, J.-G.: VLT/ISAAC spectroscopy of the (ex?)-candidate protoplanet TMR-1C. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **17** (2000), 50
- Preibisch, T., Guenther, E., Zinnecker, H.: Revealing the full (0.1–20 M<sub>⊙</sub>) initial mass function of the Upper Scorpius OB association. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **17** (2000), 7
- Preibisch, T., Hannemann, T., Hofmann, K.-H., Schertl, D., Weigelt, G., Balega, Y.: Diffraction-limited bispectrum speckle interferometry and speckle polarimetry of the young bipolar outflow source S140 IRS1. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **17** (2000), 52
- Reid, M.J., Menten, K.M., Argon, A.L.: The magnetic field of the Milky Way. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD14.005 T*
- Reynaud, D., Beck, R., Downes, D., Roussel, H., Vigroux, L.: Magnetic field in the shear shocks of NGC 1530. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD14.032 P*
- Rhode, W., Markoff, S., Biermann, P.L.: Beschleunigung kosmischer Strahlen in der inneren Galaxie. In: 64. Physikertagung der Deutschen Phys. Ges., TU Dresden gem. mit den Frühjahrstagungen. DPG 2000, 284
- Ribó, M., Paredes, J.M., Martí, J., Massi, M.: LS 5039, a microquasar with persistent radio and  $\gamma$ -ray emission. In: XXXII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Booklet. IRAM, Granada 2000, 17
- Ros, E.: Radio supernovae. In: XXXII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Booklet. IRAM, Granada 2000, 15
- Shoutenkov, V., Beck, R., Shukurov, A., Sokoloff, D.: Magnetic fields in the barred galaxies NGC 1097 and NGC 1365. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD14.034 P*
- Stanke, T., McCaughrean, M.J., Zinnecker, H., Menten, K., Zylka, R.: Unbiased surveys for jets and protostars in Orion A. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **17** (2000), 6
- Thorwirth, S., Wyrowski, F., Schilke, P., Menten, K.M., Müller, H.S.P., Winnewisser, G.: First detection of direct ell-type transitions in space. In: XXXII Young European Radio Astronomer's Conference, Abstract Booklet. IRAM, Granada 2000, 61
- Wielebinski, R., Reich, W., Fürst, E.: Recent results on magnetic fields in the Milky Way. In: *Abstr. Book General IAU 24, UAI Assembly 2000, JD14.006 T*
- Wilson, T.L., Gensheimer, P.D.: PDR versus LVG analysis of CO & CS line data in Orion. *Bull. Am. Astron. Soc.* **32** (2000), 59.04
- Wilson, T.L., Muders, D., Kramer, C., Henkel, C.: Sub-mm CO measurements of the Orion molecular cloud. *Bull. Am. Astron. Soc.* **32** (2000), 57.06



Wittkowski, M.: Computer simulations of interferometric studies of stellar surface structures with NPOI. *Bull. Am. Astron. Soc.* **32** (2000), 05.15

Wittkowski, M., NPOI Team: Direct limb-darkening measurements of late-type giants with the NPOI. *Bull. Am. Astron. Soc.* **32** (2000), 45.01

### 6.3 Sonstiges

Kerber, F., Palsa, R., Köppen, J., Blöcker, T., Rosa, M.R.: Unlocking the past of Sakurai's object using FORS/VLT. *Messenger* **101** (2000), 27–30

Kunzl, Th., Jessner, A., Lesch, H.: Gleichschritt im All. Wie entsteht die Radiostrahlung von Pulsaren? *Sterne Weltraum* **39** (2000), 936–944

Wex, N.: Relativistische Himmelsmechanik. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik* **49** (2000), 5,16–20

### 6.4 Bücher

Berkhuijsen, E.M., Beck, R., Walterbos, R.A.M. (eds.): *The Interstellar Medium in M31 and M33*. Shaker, Aachen 2000, 220 S.

Rohlfs, K., Wilson, T.L.: *Tools of Radio Astronomy*. 3rd edition, Springer, Berlin 2000, 441 S.

Wilson, T. L., Hüttemeister, S.: *Tools of radio astronomy. Problems and solutions*. Springer, Berlin 2000, 162 S.

Norbert Junkes

