

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
World Wide Web: <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/>

0 Allgemeines

Das Institut wurde zum 01.01.1967 gegründet und zog 1973 in das heutige Gebäude um. Am 12.05.1971 wurde das 100-m-Radioteleskop in Bad Münstereifel-Effelsberg eingeweiht. Der astronomische Meßbetrieb begann am 01.08.1972. Das 1985 in Betrieb genommene 30-m-Teleskop für mm-Wellen-Radioastronomie (MRT) auf dem Pico Veleta (bei Granada, Spanien) ging noch im selben Jahr über an IRAM. Am 18.09.1993 erfolgte die Einweihung des für den submm-Bereich vorgesehenen 10-m-Heinrich-Hertz-Teleskops (HHT) auf dem Mt. Graham (Arizona, USA), welches gemeinsam mit dem Steward Observatorium der Universität von Arizona betrieben wird. Das Institut ist Mitglied des Europäischen VLBI-Netzwerks (EVN).

1 Personal und Ausstattung

1.1 Personalstand

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. W. Alef, Dr. W.J. Altenhoff (bis 30.11.), Dr. J.W.M. Baars (beurlaubt zum LMT-Projekt der Universität von Massachusetts), Dr. R. Beck, Dipl.-Phys. U. Beckmann (Abteilungsleiter Optische Interferometrie und Digitale Bildverarbeitung), Dr. E.M. Berkhuijsen, Dr. F. Bertoldi (seit 01.10.), Prof. Dr. P.L. Biermann, Dr. T. Blöcker, Dipl.-Ing. A. Dreß, G. Ediss, M.Sc., Dr. G. Engelen, Dipl.-Phys. A. Freihold, Prof. Dr. E. Fürst (Abteilungsleiter Station Effelsberg), Dr. H.-P. Gemünd, Dipl.-Ing. M. Geng, Dipl.-Phys. H.-G. Girnstein (bis 31.05.), Dipl.-Ing. S. Gong (seit 01.10.), Dr. D.A. Graham, Dr. R. Güsten (Abteilungsleiter mm/submm-Technologie), Prof. Dr. O. Hachenberg (emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied), Dr. C.G.T. Haslam, 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. M. Kramer (bis 05.04.), Dr. A. Kraus, Dr. M. Krause, Dr. Th. Krichbaum, Dr. E. Kreysa, Priv.-Doz. Dr. E. Krügel, Dr. A. Lobanov (seit 01.11.), Dr. H. Mattes, Dr. M. McCaughrean (bis 28.02.), Dr. A. Menshchikov, Dr. K.M. Menten (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. P.G. Mezger (emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied), Dr. D. Muders (tätig am SMT0 in Tucson), Dr. P. Müller, Dr. J. Neidhöfer, Dr. A. Oberreuter (Abteilungsleiter EDV; seit 01.04.), Dr. R. Osterbart, Dr. A. Patnaik, Dr. I.I.K. Pauliny-Toth, Dr. R. Porcas, Dr. E. Preuss, Dr. P. Reich, Dr. W. Reich, Dr. L. Reichertz, Dr. H.-P. Reuter (bis 31.05.),

Dr. K. Ruf-Ursprung, Dipl.-Phys. F. Schäfer, Dr. D. Schertl, Dr. P. Schilke, Prof. Dr. R. Schlickeiser (bis 28.02.), Prof. Dr. J. Schmid-Burgk, Dipl.-Phys. A. Schmidt (bis 31.03.), Dr. J. Schmidt, Dipl.-Phys. J. Schraml, Dipl.-Ing. R. Schulze, Dr. R. Schwartz (Leiter der Wissenschaftlichen und Allgemeinen Verwaltung), Dr. W.A. Sherwood, Dr. D. Skaley (bis 31.03.), Dr. R. Stark (seit 01.11.), Dipl.-Math. F. Uhlig, Dr. B. Uyaniker (seit 01.12.), Prof. Dr. G. Weigelt (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Dr. N. Wex (seit 01.09.), Prof. Dr. R. Wielebinski (Geschäftsführender Direktor), Dr. T.L. Wilson (abgeordnet als Direktor zum SMTO, Tucson), Dr. M. Wittkowski (seit 15.07.), Dr. A. Witzel, Dr. R. Wohlleben, Dipl.-Phys. S. Wongsowijoto, Dr. J.A. Zensus (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Dipl.-Ing. W. Zinz (Abteilungsleiter Elektronik).

Stipendiaten und Gäste:

Dr. S. Aaron (bis 19.09.), Dr. W. Altenhoff (seit 01.12.) Dr. G. Bower (bis 20.11.), Dr. R. Duncan (seit 27.10.), Prof. Dr. W. Duschl, Dr. H. Falcke, Dr. A. Gauger (bis 30.09.), Dipl.-Ing. S. Gong (bis 30.09.), Dr. F. Gueth, Dr. J. Han (bis 18.08.), Prof. Dr. M. Harwit (seit 07.09.), C. Jin (seit 03.08.), Dr. A. Karastergio (seit 30.09.), Dr. R. Kothes (bis 30.09.), Dr. M. Kramer (seit 06.04.), Prof. Dr. P. Kronberg, Dr. H. Lambert (seit 12.10.), Dr. R. Launhardt (seit 01.03.), Dr. A. Lobanov (bis 31.10.), Dr. D. Lorimer (bis 30.09.), Dr. Ch. Ma, Dr. M. Massi, Priv.-Doz. Dr. R. Mauersberger (tätig am SMTO in Tucson), Dr. A. Menshchikov (seit 01.05.), Dr. L. Moscadelli (bis 31.07.), Dr. F. Motte (seit 14.06.), Dr. B. Peng (bis 31.01.), Dr. S. Philipp (seit 01.11.), Prof. Dr. S. Qian (seit 04.03.), Dr. B. Ragot, Dr. E. Ros, I. Roussev (seit 01.08.), Dr. R. Stark (bis 31.10.), Dr. W. Tian (seit 02.10.), Dr. B. Uyaniker (bis 30.11.), Prof. Dr. P. Stumpff (bis 31.07.), Dr. C. van de Bruck (seit 01.09.), Dr. P. van der Wal, Dr. A. Walsh (seit 25.08.), Dr. N. Wex (bis 30.08.), Dr. F. Wyrowski (bis 30.09.), Dr. R. Zylka.

Doktoranden:

Dipl.-Phys. Th. Driebe (seit 01.02.), Dipl.-Phys. T. Enßlin, Dipl.-Phys. A. Giesecke (seit 01.08.), Dipl.-Phys. J. Gromke, Dipl.-Phys. T. Hannemann (seit 01.11.), Dipl.-Phys. A. von Hoensbroech, Dipl.-Phys. J. Klare (seit 01.03.), Dipl.-Phys. T. Klein (seit 01.07.), Dipl.-Phys. M. Kraus, Dipl.-Phys. Th. Kugelmeier (bis 28.02.), Dipl.-Phys. C. Lange, Dipl.-Phys. J. Lichtenthäler (bis 14.07.), Dipl.-Phys. Chr. Nieten, Dipl.-Phys. S. Philipp (bis 30.09.), Dipl.-Phys. G. Pugliese, Dipl.-Phys. H. Rottmann, Dipl.-Phys. I. Roussev (bis 31.07.), Dipl.-Phys. G. Schniggenberg, Dipl.-Phys. H. Seemann, Dipl.-Phys. M. Thierbach, Dipl.-Phys. G. Thuma (seit 01.11.), Dipl.-Phys. Y. Wang, Dipl.-Phys. B. Weferling (seit 01.02.), Dipl.-Phys. M. Wittkowski (bis 14.07.), Dipl.-Phys. Chr. Zier, Dipl.-Phys. V. Zota.

Diplomanden:

M. Burke, Th. George (bis 31.10.), A. Giesecke (bis 30.06.), T. Hannemann (bis 31.10.), P. Irrgang (bis 31.10.), T. Klein (bis 30.06.), M. Mörsberger, P. Simon (seit 01.11.), O. Stawicki (bis 15.09.), G. Thuma (bis 31.10.), B. Weferling (bis 31.01.).

1.2 Instrumente und Rechenanlagen

100-m Radioteleskop Effelsberg

Das 100-m-Radioteleskop wurde wiederum sehr flexibel für zahlreiche Beobachtungsprojekte eingesetzt. Es kamen 13 verschiedene Empfangssysteme, die einen Wellenlängenbereich von 3.5 mm bis 35 cm überspannten, zum Einsatz. Dabei lag das Schwergewicht der Beobachtungen bei 6 cm Wellenlänge, einer wesentlichen Wellenlänge für das Europäische VLBI-Netzwerk. Auch die Space-VLBI-Beobachtungen, an denen sich das Institut beteiligte, wurden — neben Experimenten bei 18 cm — bevorzugt bei 6 cm durchgeführt. Die Meßzeit verteilte sich zu rund 35 % auf Kontinuumsbeobachtungen, 32 % VLBI, 21 % Spektroskopie und 12 % Pulsaruntersuchungen. Dabei konnte 62 % des gesamten Zeitraums für astronomische Beobachtungen genutzt werden. Etwa die Hälfte der Beobachtungszeit entfiel auf auswärtige Wissenschaftler; dabei wurde rund 13 % der Meßzeit von Astronomen deutscher Hochschulen genutzt.

Im Mittelpunkt der technischen Arbeiten am 100-m-Radioteleskop stand wiederum der Austausch der äußeren Drahtnetzpaneele gegen perforierte Aluminiumpaneele. Im Laufe des Jahres 1998 sind die noch fehlenden 70 % der insgesamt 672 Paneele in den drei äußeren Ringen des Parabolspiegels ausgetauscht worden. Die neuen Paneele haben eine Oberflächengenauigkeit von ≤ 0.5 mm (RMS-Abweichung), mit einer Gesamtabweichung (peak-to-peak) von ≤ 3 mm. Bis auf die holographische Vermessung des gesamten Spiegels ist das Projekt damit abgeschlossen; das Verfahren der Holographie zur Vermessung der Paneellage wurde bereits mit Hilfe des 18.6-GHz-Signals des Satelliten ITALSAT F2 erprobt.

Nach dem Austausch der Laufschiene des 100-m-Teleskops 1996 erfolgten im Verlauf der letzten beiden Jahre Kontrollmessungen bzgl. der Qualität der Schiene selbst und dem Einfluß des gesamten Teleskopgewichts (3200 Tonnen) auf die Stabilität des Untergrunds. Die Ergebnisse zeigen, daß die Austauschaktion erfolgreich war: die Schiene selbst ist stabil, und auch der Untergrund hat sich allmählich erholt.

Das alte CO 300 Aufzeichnungssystem für Temperatur, Druck und Luftfeuchtigkeit muß ersetzt werden. Testmessungen mit einem neuen System der Fa. Delphin Systems sind bereits erfolgreich durchgeführt worden. Diese Meßgeräte sind mit dem Computer-Netzwerk in Effelsberg verbunden und werden mit einer 32 bit-Windows-Software betrieben. Der erste Teil des neuen Systems ist bereits seit Ende Oktober in Betrieb. Beide Elevations-Encoder, inzwischen bereits 25 Jahre alt, sind durch moderne Geräte ersetzt worden. Die Winkelauflösung ist dabei von ursprünglich 2" auf 0,36" gesteigert worden.

Für Pulsar-Suchprogramme, Datenanalyse von Spektyrallinien mit GREG, VLBI und andere Projekte ist eine JHP-J2240 Zwei-Prozessor Workstation mit 1 GB RAM und einem RAID-System mit fünf 20 GB Festplatten beschafft worden. Neben dieser neuen Workstation stehen drei SUN-Rechner (2 ULTRA-1 und ein älteres Zwei-Prozessor SPARC-20 System) für die Analyse von Beobachtungsdaten vor Ort zur Verfügung.

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 volle 12 Wochen an Beobachtungszeit zur Verfügung. Das HHT wies bei einem Durchmesser von 12 m eine Oberflächengenauigkeit von 12 Micron auf, während die Pointinggenauigkeit besser als 5 Bogensekunden war. Dabei konnte mit den gleichen Empfängern wie im Vorjahr beobachtet werden: SIS-Empfänger bei einer Frequenz von 230 GHz als Backup-Gerät für mäßige Witterungsbedingungen, 2-Kanal-SIS-Empfänger bei 345 GHz und ein SIS-Empfänger für den Frequenzbereich 460–490 GHz. Mehrere AOS standen als Spektrometer zur Verfügung. Die sogenannte On-the-Fly-Mapping Software wurde erfolgreich integriert und genutzt. Es wurden Testmessungen bei 860 GHz und mit Bolometern durchgeführt.

Am HHT wurde zum ersten Mal ein Bolometerarray mit sieben Elementen, das bei 100 mK arbeitet, eingesetzt. Das komplexe kryogene System für diese sehr tiefen Temperaturen, ein sogenannter "Dilution" Kühler der Firma Leiden Cryogenics arbeitete sehr zuverlässig. Wissenschaftliches Ziel der Untersuchungen war die Detektion des Sunyaev-Zel'dovich Effekts in nahen Galaxienhaufen. Die Auswertung der Daten ist noch nicht abgeschlossen.

Elektronik-Abteilung

Als Voraussetzung für die Entwicklung rauscharmer gekühlter Verstärker im Bereich bis 100 GHz wurde die Kooperation mit US-Instituten und der NASA mit dem Ziel der Entwicklung von InP-Transistoren und integrierten Schaltkreisen für diesen Frequenzbereich erfolgreich fortgesetzt. Unser Mikrowellenlabor hat im Rahmen dieser Zusammenarbeit dabei die Aufgabe übernommen, die Transistoreigenschaften in gekühltem Zustand zu messen. Dazu wurde zunächst eine Einrichtung zur Messung der Parameter bei Raumtemperatur aufgebaut, ein Meßplatz für die Messung bei 15 K ist kurz vor der Fertigstellung. Die Kenntnis der Transistoreigenschaften bei diesen Temperaturen ist Voraussetzung für

die Entwicklung von Verstärkern mit optimalen Rauschigenschaften. Durch Einsatz der aus diesem Programm bezogenen Transistoren konnten inzwischen mehrere Empfangssysteme am 100-m-Teleskop insbesondere im Frequenzbereich oberhalb 26 GHz wesentlich verbessert werden.

Nach dem erfolgreichen Einsatz eines Prototyp-Empfängers Ende 1997 für Interferometrie-Beobachtungen unterhalb 1 GHz, wurde inzwischen ein optimiertes 2-Kanal-System zur Messung der beiden zirkularen Polarisationen für den Frequenzbereich von 800–1300 MHz gebaut und auch bereits mit Erfolg am 100-m-Teleskop betrieben. Dem Ausbau der Beobachtungsmöglichkeiten für Spektroskopie in einem weiten Frequenzbereich sollen die neuen Breitbandempfänger für den Primärfokus dienen, die kurz vor der Fertigstellung stehen, Systeme für den Bereich 13–19 GHz und 18–26 GHz. Mehr für den VLBI-Einsatz sind dagegen ein Doppelkanal-System bei 8,6 GHz für den Sekundärfokus (kurz vor dem Labortest) und ein 3-Kanal-System für den Bereich um 86 GHz für den Primärfokus (noch in der Entwicklungsphase).

Für den Einsatz zusammen mit einem Multibeam Submm-Empfänger wurde ein Breitband-Korrelator mit 16 Spektrometern von je 1 GHz Bandbreite und 1024 Kanälen fertiggestellt. Dieses System soll Anfang 1999 am Mauna Kea installiert werden, und noch 1999 soll dieses System auf 32 Spektrometer ausgebaut werden. Auf der Basis dieser Entwicklung soll auch ein neues Breitbandspektrometer für den Einsatz am 100-m-Teleskop entstehen.

Ebenfalls für den Einsatz zusammen mit Multibeam Bolometern an anderen Teleskopen wurde ein Datenaufnahmegesetz für zunächst 300 Datenkanäle entwickelt, es soll Anfang 1999 am 30-m-Teleskop in Spanien eingesetzt werden. Teile dieser Entwicklung, schnelle programmierbare Chips, werden auch in einem neuen Pulsar Backend eingesetzt, das der schnellen Datenaufzeichnung mehrerer Kanäle und mit entsprechenden Auswerteprogrammen der Pulsarsuche dienen soll.

Submillimeter-Technologie

In der Abteilung für Submillimeter-Technologie wurden zum einen Heterodyn-Empfänger, und zum anderen Bolometer-Arrays für den Einsatz an (Sub)millimeterteleskopen wie dem HHT, CSO, IRAM 30m und dem Flugzeugobservatorium SOFIA entwickelt.

Die Arbeiten an "CHAMP", dem 16-elementigen Heterodyn-Array des MPIfR, sind nahezu abgeschlossen. Der Empfänger besteht aus 2 x 8 Detektoren, mit einem Abstand der Beams am Himmel von $2 \theta_{mb}$. Der Abstimmbereich des Lokaloszillators erlaubt die Messung sowohl des astronomisch wichtigen Feinstrukturübergangs des neutralen Kohlenstoffs [CI] bei 492 GHz wie auch des $J = (4 - 3)$ Rotationsübergangs des Kohlenmonoxidmoleküls (CO). Die Bandbreite von bis zu 2 GHz (1200 km/s) wird die Kartierung extragalaktischer Systeme ermöglichen. Das frontend ist mit einem flexiblen Autokorrelator-Spektrometer verbunden, das neben dem breitbandigen Betrieb von 16 x 2 GHz (mit je 2048 Kanälen) - in mehreren Stufen - einen höchstauflösenden Mode mit 61 kHz spektraler Auflösung (bei 8192 Kanälen, pro Detektor) anbietet. Nach umfangreichen Labortests wurde das System Anfang Januar 1999 zum Einsatz am 10,4m-Submillimeter-Teleskop des California Institute of Technology auf Hawaii verschickt. Der Ersteinsatz ist für Februar 1999 eingeplant. Nach erfolgreicher Einmessung wird der Empfänger, der teilfinanziert wurde im Rahmen der Verbundforschung Astronomie, deutschen Nutzern zur Verfügung stehen.

Parallel zu diesen Aktivitäten ist die Entwicklung eines Heterodyn-Empfängers für hochauflösende Spektroskopie auf der Flugzeugplattform SOFIA angelaufen. Ein Konsortium, bestehend aus dem MPIfR (PI), der Universität zu Köln (KOSMA) und dem MPI für Aeronomie, wird GREAT (German REceiver for Astronomie at Terahertz frequencies) rechtzeitig zum geplanten Erstflug des SOFIA (Ende 2001) anbieten. Geplant ist ein Doppelkanal-Empfänger, der zeitgleiche Beobachtungen in 2 Frequenzbändern ermöglichen wird. Die Erstversion soll die Frequenzbänder 1,6-1,9 THz und 2,4-2,7 THz erschließen, zur spektroskopischen Beobachtung u.a. der astrophysikalisch wichtigen Übergänge ionisierten Kohlenstoffs [CII] und des deuterierten Wasserstoffmoleküls [HD].

Die Bolometerarrays des Instituts wurden Anfang 1998 wiederum für Beobachtungskampagnen an MRT und HHT eingesetzt. Das 37-Element Array stand danach, ähnlich wie im letzten Jahr das 19-Element Array, Gastbeobachtern am MRT zur Verfügung.

Umfangreiche weitere Laborentwicklungen fanden statt in folgenden Bereichen: a) Herstellung mikromechanischer Bolometerstrukturen im Mikrostrukturlabor der Universität Berkeley (mit Prof. E.E. Haller, vom Lawrence Berkeley National Laboratory). b) Weiterentwicklung von Bolometerarrays für eine Arbeitstemperatur von 100mK. Wir erwarten eine Steigerung der Empfindlichkeit um etwa eine Größenordnung gegenüber den 300 mK Systemen. c) Verbesserung der Bolometereinkopplung und der Berechnung von mm/submm Filtern (mit Prof. V. Hansen, Universität Wuppertal). d) Theoretische und praktische Untersuchungen an mm/submm Filtern auf der Basis induktiver und kapazitiver metallischer Netze (V. Soglasnova und H.-P. Gemünd).

Technische Abteilung Optische Interferometrie

Seit 1995 werden Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Beobachtungen im Nahinfrarot (1.0-2.5 μ) mit verschiedenen Teleskopen in Chile und Rußland durchgeführt. Die erste eingesetzte Kamera war mit einem NICMOS-3-Detektor bestückt. Eine zweite Kamera mit einem HAWAII-Detektor wurde nach Fertigstellung im November 1998 am 6m-SAO-Teleskop in Rußland erstmals getestet. Die Empfindlichkeit der Kameras konnte mit der unten beschriebenen neuen Elektronik merklich verbessert werden. Der neue Controller dieser Elektronik zeichnet sich durch niedriges Ausleserauschen und extrem niedrige Interferenzstörungen aus. Damit lassen sich speckle-interferometrische Beobachtungen mit vorher unerreichten Werten für Auflösung und Signal-zu-Rausch-Verhältnis durchführen.

Speckle-Interferogramme sind kurzbelichtete Aufnahmen mit Belichtungszeiten von typischerweise 10 bis einige hundert Millisekunden. Dies erfordert schnell auslesbare Detektoren mit Taktraten von 250kHz bis 1MHz, da einige hundert bis tausend Einzelbilder aufgenommen werden müssen, um beugungsbegrenzte Bilder zu erstellen. Bei dieser Aufnahmetechnik wird die Grenzhelligkeit der Beobachtungen hauptsächlich vom Ausleserauschen des Detektors bestimmt. Nach Verstärkung und Tiefpaßfilterung des analogen Signals erfolgt eine A/D-Umwandlung, wobei die Detektorspannung zur weiteren Rauschunterdrückung für jeden Bildpunkt mehrmals abgetastet und gemittelt wird. Danach werden die digitalen Daten in einen seriellen Datenstrom umgewandelt, der über eine Faseroptik-Verbindung zum DSP (Digital Signal Processor) geschickt wird. Hier finden Display, Daten-Abspeicherung und Datenverarbeitung der Bispektrum-Speckle-Interferogramme in Echtzeit statt.

Mit der neuen Elektronik konnte das Ausleserauschen des NICMOS-3 Arrays um einen Faktor 1,5 gegenüber der bisher verwendeten Elektronik unterdrückt werden. Das Ausleserauschen für den HAWAII-Detektor liegt nochmals um einen Faktor 2 niedriger. Durch sorgfältige Abschirmung und Filterung ist es darüberhinaus gelungen, Interferenzsignale von internen und externen Quellen um einen Faktor 15 zu unterdrücken. Dadurch wird das Signal-zu-Rausch-Verhältnis der Speckle-Interferogramme wesentlich verbessert.

Seit Juni 1998 werden die NICMOS-3-Kamera und seit Oktober 1998 auch die HAWAII-Kamera mit der neuen Elektronik bei Beobachtungen mit dem russischen 6m-SAO-Teleskop eingesetzt. Es wurde ebenfalls damit begonnen, eine HAWAII-Array-Kamera für das AMBER Projekt am VLTI (Very Large Telescope Interferometer der ESO) zu bauen. Dieses Projekt ist eine internationale Kollaboration zwischen IR-Interferometrie-Gruppen in Frankreich, Italien und Deutschland. Darüberhinaus ist der Bau einer Kamera für den mittleren Infrarot-Spektralbereich am LBT-Interferometer geplant.

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, Schmid-Burgk,

Weigelt, Wielebinski, Priv.-Doz. Krügel und Dr. Falcke. Darüber hinaus wurde eine Reihe von Vorlesungen an auswärtigen Universitäten gehalten, wie z.B. von Prof. Biermann in Rumänien, Südkorea und Australien, und von Dr. Wohlleben an der Universität Kaiserslautern.

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: R. Wielebinski und A. Witzel. Im “Radioastron International Scientific Council” (RISC) arbeiteten E. Preuss und J.A. Zensus mit. An weiteren Mitgliedschaften in Gremien sind zu erwähnen: W. Alef: VLBI Technical Working Group; J.W.M. Baars: Mitglied MMA Oversight Committee of the NSF (USA), Mitglied Advisory Committee Green Bank Telescope (GBT), “Consultant” fuer ESTEC im PLANCK Projekt, Mitglied Advisory Committee for FIRST at JPL (USA); P.L. Biermann: Komitee des Hochleistungsrechenzentrum Jülich, Gremium für Gamma-Astronomie (MPI für Physik, München); C. Henkel: IAU Working Group on Astrochemistry; E. Kreysa: Evaluation der Instrumentenvorschläge für FIRST und PLANCK; K.M. Menten: Large Southern Array Consortium Board, IRAM: Executive Council, OECD Megascience Forum Working Group on Radio Astronomy, ESA: FIRST Scientific Evaluation Committee, NAIC: Visiting Committee, Gutachter der DFG; R. Porcas: Mitglied im VSOP Scientific Review Committee, und in der URSI Global VLBI Working Group, Chairman des Programmkomitees des europäischen VLBI-Netzes (EVN), der VSOP Phase-Referencing Working Group, und des EVN Users’ Meeting, (Dwingeloo, Oct 1998); W. Reich: Landesvorsitzender der Kommission J (Radioastronomie) der URSI, Mitglied der “Large Telescope Working Group” (LTWG) der URSI; R. Schlickeiser: Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Extraterrestrische Forschung e.V., Mitglied der IUPAP-Commission (C4) on Cosmic Rays; R. Schwartz: MGIO Verwaltungsrat, Programmkomitee des europäischen VLBI-Netzes (EVN); G.P. Weigelt: Mitglied VLT Interferometer Steering Committee der ESO, VLT AMBER Science Team; A. Witzel: Programmkomitee des Coordinated Millimeter VLBI Array (CMVA) IRAM SAC, gewähltes Mitglied der CPT-Sektion der MPG; R. Wielebinski: Chairman des IRAM Scientific Advisory Committee, Koordinator des INTAS-Projekts ‘Pulsare’, Gutachter der DFG, und Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des AIP; J.A. Zensus: JIVE-Verwaltungsrat, Vice-Chair des EVN-Konsortiums.

3 Wissenschaftliche Arbeiten

3.1 Millimeter- und Submillimeter-Astronomie

Forschungsschwerpunkte der Gruppe sind 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 kürzlich durchgeführter Projekte skizziert.

Massereiche Sterne entstehen in hot cores mit Massen von 10 bis $3000 M_{\odot}$, deren hohe Extinktionen ($A_V \approx 1000$) Beobachtungen selbst im mittleren Infrarot praktisch unmöglich machen. Die Verteilung etwa der Staubtemperaturen in den Innenregionen muß daher auf indirektem Weg über hochangeregte Moleküllinien erschlossen werden. Hierzu wurden mehrere hot cores in Rotationslinien von HC_3N in angeregten Vibrationszuständen untersucht und speziell für G10.47+0.03 per Interferometrie die Lage der HC_3N -Quellen relativ zu NH_3 und CH_3CN (räumlich koinzident) und zur Kontinuumsemission ultrakompakter HII-Regionen (UCHII, versetzt) bestimmt. Da Besetzung der Vibrationsniveaus

von HC_3N mittels Stößen wegen zu geringer Gasdichten nicht in Frage kommt und also Strahlungsanregung vorliegen muß, kann aus diesen Messungen das IR-Feld des Staubes in den innersten Bereichen der hot cores abgeleitet werden; für das sehr massereiche Objekt G10.47+0.03 z.B. ergab sich diese Temperatur zu 270 K.

Der hot core von $\text{W3(H}_2\text{O)}$ wurde in $\text{C}^{18}\text{O}(2-1)$ am Plateau de Bure kartiert mit einer Auflösung von $0.4''$. Spektrale Durchmusterungen speziell des Orion-KL-Nebels im Submm-Bereich wurden fortgeführt.

Neben hochangeregten Moleküllinien gelten Maseremissionen, insbesondere die des Methanolmoleküls bei 6,7 GHz, sowie die Bildung von UCHIIs bei Erreichen der Hauptreihe als Indizien für die Entstehung massereicher Sterne. Deshalb wurde in 534 Gebieten, deren IRAS-Farben auf die Existenz einer UCHII-Region schließen lassen, nach Kontinuumsemission dieser UC-Regionen und nach CH_3OH -Masern gesucht. Es ergab sich eine nur geringe Korrelation zwischen Masern und UC-Regionen, was anzudeuten scheint, daß die 6,7 GHz-Maser auftreten, *bevor* der Stern die Hauptreihe erreicht und eine UCHII-Region erzeugen kann; die dann einsetzende Expansion der Region sollte die Maser zerstören. Somit könnten Methanolmaser das früheste leicht beobachtbare Anzeichen für die Bildung massereicher Sterne darstellen.

Die Entstehung (vorwiegend) masseärmerer Sterne ist am markantesten an den zugehörigen bipolaren molekularen Ausflüsse zu erkennen; deren mächtigste sind mit den jüngsten Protosternen, den Class 0 YSOs, assoziiert. Der Antrieb der Ausflüsse geschieht mittels sehr stark kollimierter Jets. Geringe Durchmesser und tiefe Einbettung in molekulares Gas stehen einer direkten Beobachtung dieser Jets entgegen. Mit dem Interferometer auf dem Plateau de Bure konnte jetzt der extrem junge Ausfluß HH 211 bei einer räumlichen Auflösung von 400 AE in CO und SiO kartiert werden. Es bestätigten sich grundlegende Vorstellungen zur Physik des Ausflußphänomens: in den Linienflügeln hoher Geschwindigkeit sind extrem kollimierte Jetstrukturen entlang der Mittelachse eines langgestreckten rotations-symmetrischen Hohlraumes zu erkennen, welcher durch das Gas niedriger Geschwindigkeit definiert ist; im Ausgangspunkt liegt senkrecht zu dieser Achse eine Staubbkondensation von $\approx 0.2 M_\odot$, und an den Spitzen befinden sich (in H_2 sichtbare) bugwellenförmige Stoßfronten, in die sich die folgenden Hohlräume konform einpassen.

Ebenfalls interferometrisch wurde der Ausfluß HH 288 untersucht, der von einem massereicherem Protostern als HH 211 ausgeht. Mit diesen vergleichenden Messungen sollen die unterschiedlichen Bedingungen für die Bildung von Ausflüssen an Protosternen unterschiedlicher Masse geklärt werden.

Die Hydrodynamik einer nicht durch Sternentstehung energetisierten Region des kalten interstellaren Mediums wurde an der Globule L 1512 untersucht, die wegen ihrer extrem schmalen Linie als eine der "most quiescent" Molekülgebiete überhaupt gilt. Es zeigte sich aber, daß hier zwei Komponenten mit einer Relativgeschwindigkeit etwa gleich der Schallgeschwindigkeit ($\approx 0.5 \text{ km s}^{-1}$) aufeinanderprallen, und daß an der Kontaktstelle (und nur dort) diverse komplexere Molekülsorten wie NH_3 , C_4H , HC_3N und CCS zu beobachten sind. Diese sind in Hemisphären zwiebelschalenförmig um den NH_3 -Kern und umeinander angeordnet in einer Sequenz, die der zeitlichen Abfolge chemischer Entwicklungsmodelle für kollabierende protostellare Kondensationen entspricht. Hieran kann die chemische Umwandlung des "ruhenden" Gases, das nicht durch Kontraktionsprozesse verändert wird, sondern nur aufgrund geringer Geschwindigkeitsvariationen intern wechselwirkt, untersucht werden.

Um die kosmologisch wichtige Häufigkeit von Deuterium zu bestimmen, wurde die hellste H_2 -Emissionsregion am Himmel, der bekannte Ausfluß in der Orion-Molekülwolke OMC-1, mit dem Infrared Space Observatory (ISO) spektroskopisch untersucht. Dabei wurde die Linie $0-0\text{R}(5)$ des HD-Rotationsübergangs $J=6-5$ detektiert. In Verbindung mit zahlreichen gleichzeitig detektierten H_2 -Rotations- und Rotations-Vibrations-Linien konnte daraus ein Deuterium-zu-Wasserstoff Häufigkeitsverhältnis von $(7.6 \pm 2.9) \times 10^{-6}$ bestimmt werden, ein Wert, der mit zwei anderen neuen Abschätzungen der Deuteriumhäufigkeit im

Orion-Sternentstehungsgebiet gut übereinstimmt. Die Messungen deuten darauf hin, daß die Deuteriumhäufigkeit hier signifikant niedriger ist als der vermutete primordiale Wert von über 2×10^{-5} .

Ein Forschungsschwerpunkt der Gruppe lag auf Molekülbeobachtungen extragalaktischer Objekte sowohl in der näheren kosmischen Umgebung als auch bei hohen Rotverschiebungen. Mittels $HC^{15}N$ wurde das Isotop ^{15}N entdeckt in zwei massiven Sternentstehungsgebieten der Großen Magellanschen Wolke sowie in der (Post-)Starburst-Galaxie NGC 4945. In allen drei Fällen ergaben sich $^{14}N/^{15}N$ -Verhältnisse von ca. 100, ein wesentlich niedrigerer Wert als alle für die Scheibe (≈ 400) bzw. das Zentrum (≈ 600) der Milchstraße abgeleiteten Werte. ^{14}N wird sowohl in massereichen Sternen als auch bei niedrigeren Sternmassen erzeugt; die Quelle von ^{15}N ist unbekannt. Die hohen $HC^{15}N$ -Werte in der nuklearchemisch noch wenig entwickelten LMC und im durch Ejekta von massereichen Sternen charakterisierten NGC 4945 deuten auf eine "primäre" Natur des ^{15}N -Kerns und auf massereiche Sterne als seine hauptsächlichen Quellen hin. Sehr grobe Abschätzungen der Raten potentieller Produktionswege (z.B. Neutrinospallation von ^{16}O in Supernovae) lassen vermuten, daß ausreichende Effizienz der Kernbildung nur erreicht werden kann, wenn eine Durchmischung der wasserstoff- und heliumbrennenden Schalen aufgrund von durch stellare Rotation bedingten Turbulenzen auftreten kann.

Zusammen mit C. Carilli (NRAO) und M. Reid (CfA) wurden in Richtung der Gravitationslinsensysteme B 0218+357 und PKS 1830–211 interferometrische Beobachtungen einer Vielzahl von molekularen Absorptionslinien durchgeführt. Die Absorption geschieht bei Rotverschiebungen von 0.69 bzw. 0.89 in den als Linsen wirkenden Galaxien. Die hohe räumliche Auflösung unserer VLA- und VLBA-Beobachtungen erlaubt detaillierte Kartierungen des Kontinuumhintergrunds und der Absorptionsverteilung. Für einige Moleküle wurden mehrere Übergänge, zum Teil von verschiedenen Isotopomeren, gemessen. Dies erlaubt Abschätzungen der Temperatur der kosmischen Hintergrundstrahlung bei $z = 0.89$ sowie Bestimmungen von Molekül- und Isotopenhäufigkeiten, die einen Vergleich mit in der Milchstraße gemessenen Werten erlauben.

Darüber hinaus wurde rotverschobene Absorption in der 21cm-Linie des neutralen Wasserstoffs (HI) in einer Reihe von extragalaktischen Radioquellen entdeckt. Die Absorption findet in den Muttergalaxien der für die absorbierte Radiokontinuumstrahlung verantwortlichen aktiven Galaxienkerne statt. Diese Beobachtungen liefern wichtige Informationen über das interstellare und, in einigen Fällen, zirkumnukleare Medium in diesen Systemen.

Die erwähnte Radioquelle, B 0218+357, konnte bis unterhalb einer Millibogensekunde aufgelöst werden. Sie besteht aus einigen selbstabsorbierten Synchrotronkomponenten. Mit diesen Beobachtungen sind viele theoretisch erwarteten Eigenschaften von Gravitationslinsen zu bestätigen wie z. B. die Erhaltung der Oberflächenhelligkeit und der Polarisationsrichtung des "gelinsten" Objekts, die Achromatizität der Linse und die tangentiale Streckung des Bildes. Mit MERLIN und dem EVN-Netzwerk wurde der Einsteinring des Systems im Detail kartiert; damit kann die abbildende Galaxie modelliert und somit aus der kürzlich zu 10.5 Tagen bestimmten Zeitverzögerung zwischen den Einzelbildern die Hubblekonstante abgeleitet werden.

Personal: W.J. Altenhoff, F. Bertoldi, R. Güsten, F. Gueth, J. Gromke, C.G.T. Haslam, Ch. Henkel, Th. Klein, R. Kothes, E. Kreysa, R. Launhardt, M. McCaughrean, K. M. Menten, L. Moscadelli, F. Motte, D. Muders, A. Patnaik, S. Philipp, L. Reichertz, P. Schilke, J. Schmid-Burgk, J. Schraml, R. Stark, A. Walsh, B. Weferling, T. L. Wilson, F. Wyrowski, mit J. Hurka (RWTH, Aachen), A.E. Bragg (Arecibo Obs.), K. A. Weaver (Johns Hopkins Univ., Baltimore), A.S. Wilson (Univ. of Maryland, Baltimore), K.-H. Mack (Istituto di Radioastronomia del CNR, Bologna), D. Narasimha (Tata Inst., Bombay), J. Braine (Univ. Bordeaux), S. Hüttemeister, M. Marx-Zimmer, A. Tarchi, W. Walsh (RAIUB Bonn), A. Harrison (Cavendish Lab., Cambridge), A. L. Argon, M. Crosas, L. J. Greenhill, M. J. Reid, D. J. Wilner (CfA, Cambridge, Mass.), M. G. Burton, G. Robinson (Univ. New South Wales, Sydney), 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), 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. Schulz (Univ. Köln), A. R. Hyland (Southern Cross Univ., Lismore), G. Dahmen (Queen Mary & Westfield College, Univ. London), T. J. Millar (UMIST, Manchester), 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), N. Langer (Lehrstuhl Astrophysik, Univ. Potsdam), M. Matsuoka, S. Xue (RIKEN, Saitama), C. L. Carilli, M. J. Claussen, P.J. Diamond, W. M. Goss, A. J. Kemball, A. L. Roy, M. P. Rupen, J. S. Ulvestad, M. S. Yun (NRAO, Socorro), M. R. Hunt (Univ. of Western Sydney), Y.-N. Chin (Inst. Astron. Astrophys., Taipei), N. Iyomoto (Univ. Tokyo), R. Mauersberger (Steward Obs., Tucson), P. E. Hardee (Univ. Alabama, Tuscaloosa), J. Martin-Pintado (Centro Astronómico, Yebes).

3.2 Radiokontinuum und Pulsare

Das Hauptarbeitsgebiet der Gruppe ist die Untersuchung kosmischer Magnetfelder. Die in den letzten Jahren entwickelten Beobachtungstechniken sind auf unterschiedliche astronomische Projekte angewandt worden, wobei eine Reihe wichtiger neuer Erkenntnisse über verschiedene Objektklassen erzielt werden konnte.

Die Untersuchung der Polarisation ausgedehnter Bereiche unserer Milchstraße, die Aufschlüsse über lokale Magnetfelder und die interstellare Materie ermöglicht, wurde zu höheren galaktischen Breiten hin erweitert. Diese Beobachtungen zeigen unerwartete Feinstrukturen, deren Ursprung noch nicht verstanden wird. Eine nicht einfach zu lösende technische Herausforderung dieser Durchmusterung stellt die korrekte Behandlung der Basislinien der polarisierten Radiostrahlung in den ausgedehnten Beobachtungsfeldern dar. Der Vergleich der polarisierten Radiostrahlung in verschiedenen Wellenlängen ermöglicht die Bestimmung der Faraday-Rotation in unserer Milchstraße und in individuellen Supernoväüberresten. Die Resultate dieser Beobachtungen zeigen, daß uns mit dem 100-m-Radioteleskop das weltweit leistungsfähigste existierende Polarimeter zur Verfügung steht.

Die neuesten Untersuchungen der Magnetfelder von externen Galaxien erfordern die Kombination der in Effelsberg gemessenen polarisierten Radiostrahlung mit entsprechenden Datensätzen höherer Winkelaufösung, die am VLA oder am Australia Telescope gemessen wurden. Die kombinierten Radiokarten (z.B. von M 51, M 83, NGC 4631 und NGC 6946) bieten eine einzigartige Möglichkeit zur Untersuchung der detaillierten Magnetfeldstruktur und ihrer Verbindung zu anderen spektralen Komponenten für eine Vielzahl von Galaxien. Eine Radiodurchmusterung von Balkengalaxien zeigt, daß Magnetfelder auch zur Messung des Strömungsmusters des Gases benutzt werden können. Dadurch wird z.B. in NGC 1097 die Stoßfront sichtbar, an der sich die Strömungsrichtung des Gases abrupt ändert.

Pulsare sind Objekte im Kosmos, bei denen ebenfalls Magnetfelder eine entscheidende Rolle für den Energieerzeugungsprozeß spielen. Die in der Pulsargruppe erarbeitete Datenbasis wird gegenwärtig auf eine Vielzahl höherer Radiofrequenzen hin ausgedehnt, unter besonderer Berücksichtigung der Polarisationsinformation. Dabei ergibt sich überraschenderweise, daß bei manchen Pulsaren die zirkular polarisierte Komponente zu höheren Frequenzen hin ansteigt; dies erfordert eine Änderung des bisherigen Modells für den Emissionsprozeß. In den Untersuchungen der Polarisation von Millisekunden-Pulsaren wird besonders die Zeitabhängigkeit berücksichtigt. Diese Zeituntersuchungen sind vor allem für diejenigen Objekte durchgeführt worden, die nicht mit dem 300-m-Radioteleskop in Arecibo erreichbar sind. Durch Beobachtungen mit dem 30-m-Teleskop auf dem Pico Veleta wurden die spektralen Untersuchungen von Pulsaren bis zu einer Frequenz von 86 GHz hin erweitert.

Ein weiteres Arbeitsgebiet stellen Untersuchungen zur Verteilung von neutralem Wasserstoff (HI), molekularem CO und Staub in externen Galaxien dar. Die CO- und Staub-Untersuchungen werden überwiegend durch Beobachtungen mit den IRAM-Teleskopen auf dem Pico Veleta und dem Plateau de Bure durchgeführt. Das Ziel ist es, aus allen diesen Beobachtungen Datensätze ähnlicher Winkelauflösung zu gewinnen und sie für vergleichende Multi-Spektralstudien dieser Galaxien zu verwenden. Es wurden Beobachtungen in der HI-Linie von wohldefinierten Samples von sehr weit entfernten Galaxien durchgeführt, wobei die Objekte in Bereichen niedriger Galaxiendichte ("voids") besonders berücksichtigt wurden. Radiobeobachtungen von Galaxien am Südhimmel sind mit Instrumenten der Australia Telescope National Facility (ATNF) durchgeführt worden.

Radio- und FIR-Beobachtungen (ISO-Satellit) der Verteilung von CO und Staub für individuelle Galaxien lassen vermuten, daß deren Gesamtmasse höher ist als ursprünglich angenommen. Die Beobachtungen der Verteilung von CO in nahegelegenen Galaxien waren zunächst dazu gedacht, verbesserte kinematische Daten zu erhalten, die dann zu theoretischen Dynamo-Modellen der Magnetfeldentwicklung für diese Galaxien beitragen.

Die Entwicklung der "On-the-Fly"-Beobachtungsmethode am Pico Veleta hat es uns ermöglicht, die komplette Südhälfte der ausgedehnten Andromeda-Galaxie (M 31) in $^{12}\text{CO}(1-0)$ mit einer Auflösung von $22''$ zu kartieren. Diese Untersuchungen sind durch Beobachtungen individueller Klumpen in der CO-Struktur bei höherer Auflösung ($\approx 4''$) mit dem Plateau de Bure Interferometer vervollständigt worden.

Das mm-Interferometer ist ebenfalls für Radiokartierungen der Galaxie M 82 in $^{13}\text{CO}(1-0)$ und von NGC 4631 in $^{12}\text{CO}(1-0)$ benutzt worden. Beobachtungen des interstellaren Staubs in Edge-On-Galaxien mit dem 1.2 mm Multibeam Bolometer am Pico Veleta ermöglichen den Vergleich der Staubverteilung mit derjenigen von HI, CO und Magnetfeldern in diesen Galaxien. Auch diese Beobachtungen weisen auf einen wesentlichen Massenanteil in der molekularen Komponente hin.

Es ist ebenso gelungen, CO(4-3) und CO(3-2)-Beobachtungen mit dem Heinrich-Hertz-Teleskop auf dem Mt. Graham in nahegelegenen Galaxien auszuführen. Diese Beobachtungen zeigen eine weit ausgedehnte Verteilung des warmen interstellaren Gases in den 12 beobachteten Galaxien.

Untersuchungen des Sunyaev-Zel'dovich-Effekts in Galaxienhaufen, Halos von Galaxienhaufen und ausgewählten Radiogalaxien sind weitere Aktivitäten der Arbeitsgruppe.

Personal: R. Beck, E.M. Berkhuisen, M. Dumke, E. Fürst, A. v. Hoensbroesch, W. Huchtmeier, A. Jessner, M. Kramer, M. Kraus, M. Krause, E. Krügel, H. Lambert, C. Lange, D. Lorimer, P. Müller, C. Nieten, P. Reich, W. Reich, H. Rottmann, M. Thierbach, G. Thuma, B. Uyaniker, N. Wex, R. Wielebinski, R. Zylka, V. Zota, mit B. Aschenbach, W. Becker, W. Brinkmann, M. Ehle, G. Kanbach, J. Trümper (MPE Garching), B. Deiss (Univ. Frankfurt), R. Chini (Univ. Bochum), R. Siebenmorgen (ESA, Noordwijk), U. Klein, S. Kohle, N. Neininger (Univ. Bonn), D. Elstner, C. Fendt, R. Rohde, G. Rüdiger (AIP Potsdam), C. Chyzy, J. Knapik, M. Soida, M. Urbanik (Univ. Krakau), J.L. Han (Peking Observatory), S. Sukumar (Penticton), S. Anderson (CALTECH), D. Backer (UC Berkeley), O. Doroshenko, V. Malofeev (PRAO), S. Johnston (RCfTA, Sydney), S. Kopeikin (Univ. Jena), A. Lyne (Jodrell Bank), M. Guélin, D. Morris, R. Lucas, H. Ungerechts (IRAM), F. Owen (NRAO), B. Rickett (USCD), A. Wolszczan (Penn State University), K. Xilouris (NAIC), R.F. Haynes (ATNF Sydney), A.R. Duncan, M. Elmouttie (Univ. Brisbane), V. Shoutenkov (Pushchino Obs.), D. Sokoloff (Univ. Moskau), A. Shukurov (Univ. Newcastle), D. Moss (Univ. Manchester), I. D. Karachentsev (SAO), E. Karachentseva (Univ. Kiev), H. Jerjen (ANU, MSSO), U. Hopp, H. Lesch (Univ. München), C. Popescu (MPIK Heidelberg), J. Braine (Bordeaux).

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

Im folgenden wird über ausgewählte Forschungsprojekte berichtet, die im Jahre 1998 entweder abgeschlossen wurden oder sich noch in Arbeit befanden. Ein ausführlicherer Bericht findet sich unter <http://www.mpifr-bonn.mpg.de>. Wo nötig, werden folgende Werte für die kosmologischen Parameter verwendet: $H_0 = 100 \text{ km/s/Mpc}$, $q_0 = 0.5$ und $\Lambda = 0$.

Bevorzugte Beobachtungsobjekte sind: Quasare, Blasare, nahe Radiogalaxien, Objekte mit Gravitationslinsen-Effekt, Seyfertgalaxien, nahe Galaxien und hier speziell die Radioquelle Sgr A* im Galaktischen Zentrum. Die Untersuchungen basieren schwerpunktmäßig auf Messungen der Radioemission aus den kleinsten, noch unterscheidbaren, zentralen Raum-bereichen in AGK, die nahezu immer mehr oder weniger direkt mit kollimierten Ausflüssen, sog. 'Jets' assoziiert ist. Technisch gesehen sind die Radiomessungen gekennzeichnet durch intensiven Gebrauch von: VLBI (Very-Long-Baseline Interferometry) mit höchster Winkelauflösung (mm- und Weltraum-VLBI) und hoher Bilddynamik, VLBI-Polarimetrie, Mehrfrequenzmessungen (auch in anderen Spektralbereichen), Variabilitätsüberwachung, Phasenreferenz-Verfahren und hochpräziser Differentialastrometrie.

Neueste VLBI-Messungen mit bis zu 12 weltweit verteilten Antennen des Coordinated Millimeter VLBI Array (CMVA) demonstrieren, daß nunmehr auch bei 86 GHz (3.5 mm) Bilder von hoher Qualität gewonnen werden können. So konnte z.B. mit einem transatlantischen 6-Stationen-Netzwerk die Intensitätsverteilung des Blasars 3C454.3 ($z=0.859$) bei der Wellenlänge von 3.5 mm mit einer Bilddynamik von etwa 200:1 gemessen werden. Dabei wird der Jet in transversaler Richtung aufgelöst, so daß Details von etwa 60 Mikrobogensekunden (0.25 pc) unterscheidbar werden. Die auftretenden Helligkeitsmuster ähneln denen von Kelvin-Helmholtz-Instabilitäten in einer relativistischen Strömung.

VLBI-Beobachtungen des Quasars 0836+71 ($z=2.17$) bei 86, 22, 15 und 8 GHz zeigten das Auftreten einer neuen Jet-Komponente, die sich mit der scheinbaren Geschwindigkeit von 11 c nach außen bewegte. Rück-Extrapolation ergibt, daß die Emissionskomponente kurz nach einem Strahlungsausbruch ejiziert wurde, der bereits im optischen, Röntgen- und Gamma-Spektralbereich beobachtet worden war. Das Resultat stützt die These, daß breitbandige Flußvariabilität mit der Injektion von relativistischem Plasma an der Jet-Basis zusammenhängt und daß die Gammastrahlung durch Doppler-Verstärkung von Emission nahe dem Jet-Ursprung erzeugt wird.

An 3C 273 ($z=0.158$), dem uns nächstgelegenen 3C-Quasar, gelangen transkontinentale VLBI-Messungen bei 230 GHz (1.3 mm) mit einer Auflösung von 25 Mikrobogensekunden entsprechend 0.045 pc (= 52 Lichttage) oder etwa 500 Schwarzschildradien eines Körpers von 10^9 Sonnenmassen. Die zeitliche Variation der Emissionsstruktur wird auch mit Weltraum-VLBI (VSOP= VLBI Space Observatory Programme, Japan) bei 5 GHz verfolgt. Die erste Meßepoche ergab ein Bild mit einer Winkelauflösung von 0.7 Millibogensekunden senkrecht zur Jetachse. Von der gesamten Meßreihe ist Aufschluß zu erwarten z.B. bezüglich der Frage nach den dominanten Instabilitätsmoden (helikal vs. elliptisch) der Plasmaströmung im Jet.

Wichtigstes Ergebnis einer VSOP-Beobachtung des Blasars NRAO 530 bei 1.6 und 5 GHz ist die gemessene maximale Helligkeitstemperatur von $\sim 3 \times 10^{12}$ K. Der Wert ist deutlich höher als die durch den inversen Compteneffekt (IC) gesetzte Obergrenze; dies ist ein starker Hinweis auf relativistische Dopplerverstärkung der Jet-Emission.

Zehn Objekte mit extrem hoher Rotverschiebung ($3.1 < z < 4.72$) wurden mit einem globalen VLBI-Netzwerk bei 5 GHz beobachtet. Die meisten Quellen sind deutlich aufgelöst und haben asymmetrische Struktur. Die 3 weitest entfernten Objekte ($z > 4$) haben eine auffallend kompaktere Struktur.

Die Strukturänderungen des Quasars 3C345 sind durch ein klares Bewegungsmuster gekennzeichnet: Emissionskomponenten im cm-Wellenbereich bewegen sich entlang gekrümmter Bahnen nach außen mit scheinbaren Geschwindigkeiten von bis zu 10 c. Das Objekt wurde kürzlich in einem Zeitraum von 2 Jahren dreimal bei 4 Frequenzen (22, 15, 8.4 und

5 GHz) mit dem VLBA (Very-Long-Baseline Array, USA) polarimetrisch beobachtet. Für alle Epochen und Frequenzen konnte die Verteilung von totaler und polarisierter Intensität gemessen werden. Bei 22 GHz ist die Richtung des E-Vektors im inneren Teil des stark gekrümmten Jets über 3 Millibogensekunden parallel zur Jetrichtung. Bei tieferen Frequenzen weist der E-Vektor senkrecht zur Jet-Richtung mit Polarisationsgraden von 15 % am Rand.

Eine Durchmusterung von kompakten Radioquellen mit dem VLBA bei 15 GHz wurde weiter vorangetrieben. Diese Beobachtungen sind Teil eines Programms zum Studium der sub-parsec-Strukturen von Quasaren und AGK. Eine zuverlässige morphologische Klassifizierung der kompakten Strukturen ist hiermit möglich. Insgesamt wurde keine Überschreitung des IC-Limits von $\sim 10^{12}$ K für die Strahlungstemperatur gefunden. Eine Korrelation zwischen Gammastrahlungsdetektion und Radiomorphologie wurde nicht nachgewiesen.

Sieben Quasare mit sehr schwachen Kernregionen wurden mit einem hochempfindlichen VLBI-Experiment bei 8.4 GHz kartiert. Die gefundenen Strukturen sind konsistent mit einem relativ einfachen relativistischen Jetmodell und der Vereinheitlichung von kern- und lobe-dominierten Quasaren sowie von starken Radiogalaxien und Quasaren.

Die Strukturvariationen des BL-Lac-Objekts 1803+784 ($z=0.68$) auf der pc-Skala wurden mit Hilfe von 3.6-cm- und mm-VLBI weiter verfolgt. Ferner wurde die größere Struktur des Objekts mit Hilfe eines 'World Arrays' bei 1.6 GHz untersucht, bestehend aus dem MERLIN-Interferometer in England und einem globalen Netzwerk von 16 Radioteleskopen. Das aus den Messungen gewonnene Gesamtbild legt bezüglich des räumlichen Aufbaus der Radioquelle eine gekrümmte (und wahrscheinlich helikale) Jet-Geometrie nahe.

Selbst mehr als 10 Jahre nach seiner Entdeckung gibt das Phänomen der Kurzzeitvariabilität (Intraday Variability) noch immer Rätsel auf. Insbesondere die Frage nach den Anteilen von intrinsischer und extrinsischer Ursache, die wahrscheinlich (besonders bei den extrem schnell variablen Objekten) *beide* eine Rolle spielen, ist ungeklärt. Etwa 1/3 aller 73 beobachteten Blasare zeigt Variationen von einigen Prozent bis zu mehr als 20 % auf Zeitskalen von kleiner als 2 Tagen. Beobachtungen mit dem 100-m-Radioteleskop zeigen, daß Änderungen in der Gesamtflußdichte gewöhnlich einhergehen mit (meist größeren und antikorrelierten) Variationen in der linearen Polarisation, und zwar nach Betrag bis zu Faktoren 2 und Winkel bis zu 100 Grad.

Die klassische Radiogalaxie 3C 111 ($z=0.0485$) wurde nach einem starken Strahlungsausbruch im mm-Bereich, Anfang 1996, 4 mal innerhalb von 16 Monaten bei 43 GHz VLBI-polarimetrisch beobachtet, davon die ersten beiden Male auch gleichzeitig bei 8.4 GHz. Die räumliche Auflösung des verwendeten 11-Stationen-Netzwerks (VLBA + 100-m-Teleskop) betrug ungefähr 2.5 Lichtmonate. Die Form der resultierenden Helligkeitsverteilung bei 43 GHz ist komplex und nicht vom Typ 'Kern-Jet'. Die hellste Jet-Komponente im 8.4 GHz-Bild der ersten Epoche ist linear polarisiert auf dem 5 %-Niveau.

Mehrere Seyfert-Galaxien vom Typ 2 wurden mit dem VLA (Very Large Array, USA) und dem HST (Hubble Space Telescope) beobachtet. Der Vergleich von Radio- und Emissionslinien-Bild der 'Narrow-Line-Region' (NLR) zeigt, daß die Strukturelemente in beiden Bildern durchweg detailliert korrespondieren. Das Ergebnis der Untersuchung stützt stark die These, daß die (schwachen) Radiojets in Seyfert-Galaxien in signifikanter Weise die Form der NLR beeinflussen, auch wenn die Linienemission nicht primär durch Schock-Ionisation angeregt wird.

Im Frühjahr 1998 wurde in der Seyfert-Galaxie III Zw 2 ein extrem starker Strahlungsausbruch (Faktor 30 in 2 Jahren) im mm-Bereich entdeckt. Flußmessungen im Frequenzbereich zwischen 1.4 GHz und 600 GHz ergaben, daß die Flare-Quelle im cm-Bereich ein extrem invertiertes Spektrum aufwies (Spektralindex +2.5 nach Subtraktion des Ruhe-Niveaus). VLBI-Messungen bei 43 GHz zeigten, daß es sich um eine kompakte Doppelquelle mit Komponentendurchmessern von 50 Mikrobogensekunden handelt. Diese Werte stimmen exakt mit denen überein, die sich aufgrund der Synchrotronstrahlungstheorie aus der spektralen Anpassung ergeben.

Es gibt starke Hinweise darauf, daß sich im Galaktischen Zentrum, im Inneren der kompakten Radioquelle Sgr A*, ein Schwarzes Loch von $2.6 \cdot 10^6$ Sonnenmassen befindet. Dies macht das Objekt zu einem vielversprechenden Kandidaten zum Studium der direkten Umgebung eines supermassiven Schwarzen Lochs. Mit dem Nachweis von Sgr A* bei 215 GHz mit einem Interferometer der Basislänge 1150 km (Granada–Plateau de Bure) könnte ein erster Schritt in Richtung Abbildung des ‘Ereignishorizonts’ des Zentralobjekts gelungen sein. VLBA–Beobachtungen bei 43 GHz lieferten das bisher vollständigste Bild der Quelle mit einem Durchmesser < 4 AU. Erstmals wurde auch die Linearpolarisation von Sgr A* mit Hilfe von VLA und BIMA (mm-Interferometer in Kalifornien) untersucht. Die VLA–Messungen ergaben die Obergrenze von 0.1% für etwaige Polarisation im cm-Bereich. Die BIMA–Messungen lieferten einen unsicheren ‘marginalen Nachweis’ der Polarisation von $1 \pm 1\%$. Eine theoretische Untersuchung von Sgr A* auf der Basis eines frei expandierenden, druckgetriebenen Jet–Modells führte zu dem Schluß, daß die Eigenschaften dieser Quelle wahrscheinlich nur durch eine Kombination von Jet- und ADAF–Modell zu erklären sind (ADAF= Advection Dominated Accretion Flow).

Die Relativastrometrie des Quasar–Paares 1038+52 A,B konnte mit Hilfe von Weltraum–VLBI bei 1.6 GHz deutlich verbessert werden. Das VLBI–Netzwerk bestand aus der Orbital–Antenne der VSOP–Mission, den 10 VLBA– und zwei 70–m–DSN–Antennen in Spanien und Kalifornien. Die erreichte Winkelauflösung betrug etwa 1 Millibogensekunde, vergleichbar der eines erdgebundenen Netzwerk bei 5 GHz. Das Bild der schwachen Quelle B wurde mittels der Phasen–Referenz–Methode gewonnen; dies ist die erste Anwendung dieses Verfahrens bei einer Messung mit Weltraum–VLBI. Hauptziel der Untersuchung war die Bestimmung der Frequenzabhängigkeit der Relativpositionen der ‘Kerne’ (= Referenzpunkte) von A und B, was die Trennung der frequenzabhängigen Effekte von Winkelauflösung und Morphologie erfordert. Die Differenz der Kern-Position von A bei 1.6 und 8.4 GHz entlang der Jet–Achse von A wurde zu 1.24 Millibogensekunden bestimmt.

Hochpräzise Differentialastrometrie: Mit VLBI lassen sich heutzutage Relativpositionen von Referenzpunkten in kompakten Radioquellen (bei nicht zu großen Winkelabständen) mit einer Genauigkeit von besser als 100 Mikrobogensekunden bestimmen. Ziel der hier berichteten Untersuchung ist die Anwendung der Technik, die sich auf die Observable ‘phase-delay’ stützt, auf immer weiter voneinander entfernte Objekte. Die Technik wurde zunächst erfolgreich auf eine Dreiergruppe von Objekten (1928+738/–2007+777/–1803+784) mit einem Maximalabstand von 4.6 Grad angewandt. Es gelang z.B., die Kernposition und die Eigenbewegung der Emissionskomponenten von 1928+738 eindeutig zu bestimmen. Nach erfolgreichem Test der Phasenverbindung über einen Quellenabstand von 15 Grad am Paar 1150+812/1803+784 wurde Ende 1997 ein Programm zur Etablierung eines astrometrischen Netzes initiiert, das 13 zirkumpolare Objekte aus dem ‘S5 polar cap sample’ umfaßt und das später noch erweitert werden kann. Wiederholte astrometrische Beobachtung dieser Quellengesamtheit über einen Zeitraum von 5 Jahren ermöglicht, Relativpositionen und Eigenbewegungen aller Meßobjekte mit der oben genannten Genauigkeit zu bestimmen.

Personal: S. Aaron, W. Alef, G. Bower, D. Graham, H. Falcke, A. Giesecke, C. Henkel, C. Jin, J. Klare, A. Kraus, Th. Krichbaum, A. Lobanov, M. Massi, A. Patnaik, B. Peng, I. Pauliny-Toth, R. Porcas, E. Preuss, S. Qian, E. Ros, W. Sherwood, W. Tian, Y.P. Wang, A. Witzel, J.A. Zensus, R. Zylka,

mit Z. Abraham, E. Carrara (U of Saõ Paulo), H. Aller, M. Aller (UMich), J. Alcolea, F. Colomer, P. de Vicente, J. Gomez-Gonzalez (Yebes, Spanien), L. Bååth (U Halmstad), A. Baudry (Bordeaux), D.C. Backer, M. Wright (Hat Creek), A.O. Benz, M. Pestalozzi (ETH Zürich), S. Britzen (NFRA), T. Beasley, V. Dhawan, D. Emerson W.M. Goss, A. Kembell, K.I. Kellermann, J. Ulvestad (NRAO), R. Booth, J. Conway, F. Rantakyrö, M. Garrett (Onsala), I. Browne, S. Garrington, T. Muxlow, S. Nair, P. Wilkinson, E. Xanthopoulos (Jodrell Bank), J. Braatz, L.C. Ho, M.I. Ratner, I.I. Shapiro, J.-H. Zhao (CfA), T. Bushimata, H. Hirabayashi (ISAS), S. Doeleman, R. Phillips, A.E.E. Rogers (MIT), I. Fejes, S. Frey, Z. Paragi (FÖMI SGO), M. Güdel (Paul-Scherrer Inst., CH), D. Gabuzda (ASC, Moscow), A. Greve, M. Grewing, J. Wink (IRAM), J.C. Guirado, J.M. Marcaide,

M.A. Pérez-Torres (U València), L.I. Gurvits, R.T. Schilizzi (JIVE), D. Hough (U San Antonio, Texas), C.H. Hummel, K. Johnston (USNO), M. Inoue, H. Matsuo (Nobeyama), A. Marecki (Copernicus Univ.), M.H. Cohen, K. Marvel, S. Padin (CalTech), A. Marscher, J. Moran (Boston), D. Murphy, R.A. Preston, C. Simpson, S.C. Unwin (JPL), G.D. Nicolson (NITR, RSA), K. Otterbein, S. Wagner (LSW Heidelberg), R.L. Plambeck (UCB), E. Predmore (Quabbin), B. Rickett, A. Quirrenbach (UCSD), G.&M. Rieke (Steward Obs.), M.J. Rioja (IRA, Bologna) D.H. Roberts, J.F.C. Wardle (Brandeis), J. Roland (Inst. d’Astroph., Paris), L. Saripalli (RRI Bangalore), C.J. Schalinski (DLR Berlin), P. Schneider (MPIA München), P. Teuben (U Maryland), E. Valtaoja, K. Wiik (Metsahovi), R. Vermeulen (Dwingeloo), M. Ward (U Leicester), A.S. Wilson (UCLA).

3.4 Optische und Infrarot-Astronomie; Theorie

Es wurden mit dem russischen 6-m-Teleskop beugungstheoretische Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen von jungen Doppelsternen im Orion und von mehreren jungen Sternen mit Ausströmungen (u.a. S140 IRS1, LkH $_{\alpha}$ 198, AFGL 2591) bei nahinfraroten Wellenlängen durchgeführt. Zur Interpretation der Daten wurden Strahlungstransportrechnungen durchgeführt. Es wurde auch ein Zweistrahlpolarimeter entwickelt, mit dessen Hilfe erstmals hochaufgelöste Polarisationskarten von S140 IRS1 rekonstruiert wurden.

Mit dem russischen 6-m-Teleskop wurden auch Speckle-Messungen des Kohlenstoffsterns IRC +10 216 im J-, H- und K-Band durchgeführt. Die rekonstruierten Bilder zeigen in ihrem Zentrum mehrere aufgelöste Komponenten, die von einem schwächeren, annähernd bipolaren Nebel umgeben sind. Die K-Band-Ergebnisse von fünf verschiedenen Epochen zeigen, daß sich Abstände, Strukturen und relative Helligkeiten der inneren Komponenten im Laufe der Zeit ändern. Die Relativgeschwindigkeit einzelner Komponenten wurde für den Zeitraum von 1995 bis 1998 zu ~ 23 mas/a ~ 14 km/s (bei einer Entfernung von 130 pc) bestimmt. Aus den Beobachtungen folgt, daß die Veränderung der inneren Staubhülle nicht direkt an die stellare Pulsation gekoppelt ist, sondern auf längeren Zeitskalen abläuft. Es wurden zweidimensionale Strahlungstransportrechnungen durchgeführt, die nachweisen, daß die Struktur des inneren Nebels durch eine nur mäßige Abweichung der Staubverteilung von einer sphärischen Hülle zu erklären ist. Es wurden auch die Staubhüllen mehrerer sauerstoffreicher AGB-Sterne untersucht. Beispiele hierfür sind die AGB-Objekte AFGL 2290 und CIT 3.

Beugungsbegrenzt scharfe Bilder des bipolaren protoplanetarischen Nebels Red Rectangle bei optischen und infraroten Wellenlängen zeigen, daß der nördliche und südliche Teil des Reflektionsnebels durch einen Staubtorus getrennt sind, der das Licht des zentralen spektroskopischen Doppelsterns absorbiert. Aus Strahlungstransportrechnungen wurden Eigenschaften der zirkumbinären Staubverteilung abgeleitet. Die Dichte des zirkumstellaren Staubtorus fällt z.B. in einem Abstand von 0,02" (~ 6 AE) bis 0,09" (~ 30 AE) mit r^{-2} und weiter außerhalb schneller ab. Die Strahlungstransportmodellierung bestätigt frühere Vermutungen, nach denen der innere Staubtorus zu einem wesentlichen Teil aus sehr großen Teilchen besteht.

Es wurden umfangreiche Sternentwicklungsrechnungen zur AGB-Entwicklung durchgeführt. Die Entwicklung von AGB-Sternen wird zum einen geprägt durch thermische Instabilitäten der Helium-Brennschale (Thermische Pulse) und den damit verbundenen Mischprozessen (3rd Dredge-Up), tiefreichenden Hüllenkonvektionszonen, die bei massereichen AGB-Sternen in die Wasserstoff-Brennschale eintauchen können (hot bottom burning), und hohe Massenverluste, die schließlich zur Ausbildung einer zirkumstellaren Staubhülle führen und das interstellare Medium mit prozessierten Material anreichern. Ein Schwerpunkt der Studien lag insbesondere auf der Untersuchung zusätzlicher Mischprozesse außerhalb klassischer Konvektionszonen, die zur Erklärung vielfältiger Beobachtungen unerlässlich scheinen. So wurde der Einfluß diffusiven "Overshoots" für verschiedene Anfangsmassen untersucht, wie z.B. hinsichtlich der Bildung von Kohlenstoffsternen oder der Erzeugung extrem lithi-

umreicher AGB-Sterne. Es wurde damit begonnen, auch Rotation in den Rechnungen zu berücksichtigen.

Es wurde auch die systematische Untersuchung zur Entwicklung und Morphologie zirkumstellarer Staubhüllen von massereichen Sternen in späten Entwicklungsphasen fortgesetzt. Dazu wurden die Überriesen IRC +10 420, ρ Cas, μ Cep, NML Cyg und VY CMa bei infraroten Wellenlängen beobachtet. IRC +10 420 nimmt unter diesen Sternen eine Schlüsselstellung ein, da es bislang das einzige Objekt ist, das im Übergang vom Roten-Überriesen-Stadium zur Wolf-Rayet-Phase beobachtet wurde. Sein Spektraltyp hat sich von 1973 bis heute von F8 nach A gewandelt. Das entspricht einem Anstieg der Effektivtemperatur von 1000 bis 2000 K in nur 20 Jahren! Die $2,11\ \mu\text{m}$ -Speckle-Messungen (Auflösung 73 mas) zeigen, daß 40 % der beobachteten Strahlung von der Staubschale herrühren und 60 % vom Zentralstern kommen. Zur Interpretation dieser Daten wurden neben Sternentwicklungsrechnungen für den Zentralstern auch Strahlungstransportrechnungen für die zirkumstellare Hülle durchgeführt. Modellierungen der spektralen Energieverteilung und $2,11\ \mu\text{m}$ -Visibilität zeigen, daß die Staubschale aus mehreren Komponenten zu bestehen scheint: einer heißen Komponente (1000 K) bei $71 R_*$ und einer kalten (475 K) bei $320 R_*$. Am Übergang von der heißen zur kalten Komponente ändert sich die Dichte stark (\sim Faktor 40). Die Winkeldurchmesser dieser Komponenten betragen 71 mas bzw. 321 mas bei einer Entfernung von 5 kpc. Aus diesem Modell kann erschlossen werden, daß IRC +10 420 vor etwa 100 Jahren das Ende einer Superwind-Phase erreicht hatte, in der der Massenverlust drastisch höher war. Dies ist im Einklang mit Sternentwicklungsmodellen für das Ende der Roten-Überriesen-Phase.

Im Gegensatz zu IRC +10 420 zeigt die Staubhülle von VY CMa eine deutlich nicht-sphärische Struktur. Beugungsbegrenzte Bilder bei 0,8, 1,28 und $2,17\ \mu\text{m}$ zeigen Staubschalendurchmesser von $100\ \text{AE} \times 125\ \text{AE}$, $120\ \text{AE} \times 174\ \text{AE}$ und $207\ \text{AE} \times 308\ \text{AE}$. Diese Asymmetrien legen einen inhomogenen Massenverlust-Prozeß oder aber die Existenz einer Scheibe nahe. VY CMa befindet sich zwar auf dem Roten-Überriesen-Ast, Studien zur Rotation Roter Überriesen und ihrer Pulsationseigenschaften weisen aber daraufhin, daß VY CMa sich bereits in einem Stadium befindet, das dem von IRC +10 420 unmittelbar vorausgeht.

Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Untersuchungen der Seyfert-Galaxie NGC 1068 wurden fortgesetzt. Die Rekonstruktionen zeigen eine sehr kompakte Struktur mit einer Ausdehnung von etwa 30 mas \sim 2 pc bei einer angenommenen Entfernung von 14 Mpc. Der Fluß dieser Komponente bei $2,2\ \mu\text{m}$ beträgt $524\ \text{mJy} \pm 57\ \text{mJy}$. Weiterhin gibt es ausgedehntere K-Band-Strukturen. Diese Strukturen wurden mit Messungen verglichen, die im optischen und Radio-Wellenlängenbereich mit ähnlicher Auflösung gewonnen wurden. Die ausgedehnteren K-Band-Strukturen werden als gestreutes Licht interpretiert, das seinen Ursprung in der zentralen Quelle oder am Innenrand des Torus hat. Die kompakte Struktur wird als eine Zusammensetzung verschiedener Quellen interpretiert. Zu diesen Quellen gehört thermische Strahlung des Innenrandes des Torus, Licht der zentralen Quelle oder des Torus, das an Staub gestreut wird, der sich zwischen BLR und NLR befindet, und direktes Licht der zentralen Quelle.

Noch sehr viel höhere Winkelauflösung wird in Zukunft im optischen und infraroten Spektralbereich durch Long-Baseline-Interferometrie mit dem Very Large Telescope Interferometer (VLTI) der Europäischen Südsternwarte und dem Large Binocular Telescope (LBT) in Arizona erzielt werden können. Unsere Mitarbeit an beiden Interferometrie-Projekten findet unter anderem im Rahmen von Instrumentierungsprojekten statt. Die Entwicklung z.B. der VLTI-Phase-Closure-Kamera AMBER erfolgt in Kooperation mit französischen und italienischen Gruppen.

Die Arbeit der Theorie-Gruppe hat sich auf folgende drei Gebiete konzentriert. Beobachtungen mit dem Hubble Space Telescope hatten gezeigt, daß das Verhältnis der Masse alter Sterne in der spheroidalen Komponente von Galaxien zur Masse des zentralen schwarzen Loches etwa 300 — 500 beträgt. Die Modellierung ergab eine solche Zahl, ohne starke Abhängigkeit von irgendwelchen Parametern. Schwarze Löcher wachsen durch Akkretion,

und in den Zentren von Galaxien wird dieses Wachstum am stärksten angetrieben durch Galaxienwechselwirkung. Diese Wechselwirkung füttert aber auch die Sternentstehung in den galaktischen Scheiben. So ergibt sich eine Korrelation zwischen der Masse neu entstandener Sternen und der Masse des Schwarzen Loches, die der Beobachtung nahe kommt.

Aus Radiorelikten kann abgeleitet werden, daß der Akkretionsschock um Haufen von Galaxien genau an dem Radius sitzt, wo man ihn erwartet, und auch die Eigenschaften hat, die man aus Simulationen erschlossen hatte. Es konnte auch gezeigt werden, daß die kürzlich beobachtete Ultraviolett-Exzeß-Strahlung von Haufen von Galaxien sich gut als inverse Compton-Strahlung erklären läßt. Das stützt die Vermutung, daß die nichtthermische Komponente in Haufen von Galaxien eine wesentliche Rolle spielt, analog zum interstellaren Medium in Galaxien. Das ergibt Tests für Modelle der kosmischen Strukturbildung und für kosmologische Parameter.

Eine mögliche Korrelation zwischen der Ankunftsrichtung der Teilchen der Kosmischen Strahlung der höchsten Energien und kompakter Radio-Quasare des Typs "Giga-Hertz Peaked Sources" suggeriert die Existenz eines langlebigen supersymmetrischen Teilchens, des S_0 . Falls sich die Korrelation mit weiteren Daten bestätigen ließe, ergäbe sich ein Ausblick auf Teilchenphysik jenseits vom Standardmodell. Ein wesentlicher Test ist die Vorhersage starker hochenergetischer Neutrino-Emission von diesen Radioquasaren.

Personal: P. Biermann, T. Blöcker, T. Driebe, T. Enßlin, A. Gauger, M. George, S. Gong, T. Hannemann, K.-H. Hofmann, P. Irrgang, J. Lichtenthäler, A. Men'shchikov, G. Pugliese, I. Roussev, S. Scheller, G. Schniggenberg, M. Schöller, P. Simon, Y. Wang, G. Weigelt, M. Wittkowski, C. Zier, mit Y. Balega (SAO), W. Duschl, M. Scholz (ITA, Heidelberg), O. Fischer (Univ. Jena), A. Fleischer, J.M. Winters (TU Berlin), B. Freytag, H. Holweger (Univ. Kiel), F. Herwig, D. Schönberner, H. Zinnecker (AIP, Potsdam), N. Kassim, R. Perley (Socorro), N. Langer (Univ. Potsdam), S. Markoff, P.A. Strittmatter, I. Sarcevic (Tucson), W. Rhode (Berkeley), G. Sigl, P. Blasi (Chicago), T. Weiler, T. Kephardt (Nashville), R. Lieu (Huntsville), L.M. Ozernoy (George Mason Univ), E.-S. Seo (Univ. of Maryland), T. Stanev, T. Gaisser (Bartol Research Inst.), G.R. Farrar (New York Univ.), R.V.E. Lovelace (Cornell), P.P. Kronberg, T. Clarke (Toronto), A. Watson (Leeds), M. Lemoine (Paris), J. Rachen (Utrecht), A. + F. Donea (Bukarest), A.M. Fridman, M.M. Romanova (Moskau), Gopal Krishna (Pune), B.B. Nath (Bangalore), X.-P. Wu (Peking), D. Ryu, H. Kang (Daejeon), R.J. Protheroe (Adelaide), H. Meyer, B. Wiebel-Sooth (GHS Wuppertal), K. Mannheim (Univ. Göttingen), S. Kohle, U. Klein (Univ. Bonn).

4 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

4.1 Diplomarbeiten

Abgeschlossen:

Burke, M.: Der Einfluß eines Staubtorus auf die nichtthermischen Strahlungsprozesse in den Jets von aktiven galaktischen Kernen

George, M.: Der Einfluß von Aberrationen auf Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen

Giesecke, A.: Der Transport von Positronen im galaktischen Zentrumswind

Irrgang, P.: Speckle-Masking-Rekonstruktion des AGB-Sternes AFGL 2290 im nahinfraroten Wellenlängenbereich

Mörsberger, U.: Untersuchung der diffusen galaktischen γ -Strahlung. Berechnung des durch Sekundärelektronen der kosmischen Strahlung induzierten Beitrags zum diffusen galaktischen γ -Spektrum

Thuma, G.: Die Verteilung des kalten Staubes in der Starburst-Galaxie M82

Laufend:

Scheller, S.: Methoden der Bildrekonstruktion
Simon, P.: Strukturbildung im Kosmos
Stawicki, O.: Solare Modulation anomaler kosmischer Strahlung

4.2 Dissertationen

Abgeschlossen:

Böttcher, M.: Zeitabhängiger Strahlungstransport in Jets von aktiven galaktischen Kernen
Philipp, S.: IR-Beobachtungen der Zentralregion unserer Milchstraße. (Heidelberg 1998)
Seemann, H.: Magnetic radiation driven stellar winds
Wittkowski, M.: Speckle-Masking-Interferometrie von lichtschwachen Objekten im nahinfraroten Wellenlängenbereich und Messungen des aktiven Kerns der Seyfert-Galaxie NGC 1068
Zota, V.: Modellierung der Infrarotstrahlung von Galaxienkernen unter Berücksichtigung von ISO-Beobachtungen

Laufend:

Donea, A.: Hochenergetische Elektronen in SNRs
Driebe, T.: Entwicklung von Sternen auf dem Asymptotischen Riesenast und der Einfluß von Rotationseffekten
Enßlin, T.: Relativistic Particles and Magnetic Fields in Clusters and Filaments of Galaxies
George, M.: IR-Interferometrie
Giesecke, A.: Modellierung von Parsec-Skalen-Strukturen in Aktiven Galaktischen Kernen
Gromke, J.: Ein 100 mK-19-Kanal-Bolometersystem zur Detektion des Sunyaev-Zel'dovich-Effekts bei einer Wellenlänge von 2 mm
Hannemann, T.: Speckle-Polarimetrie
Hoensbroech, A. von: Polarisation von Pulsaren
Irrgang, P.: IR-Interferometrie
Jin, C.: Highest resolution studies of intraday variable radio sources
Klare, J.: Compact structure in the quasar 3C345
Klein, T.: 460 GHz-Messungen am 16-Kanal-Heterodyn-Array-Empfänger
Kraus, M.: CO-Bandenemission aus zirkumstellaren Scheiben
Lange, C.: Pulsar timing
Lichtenthäler, J.: Bispektrum-Speckle-Interferometrie des Roten Überriesen IRC +10 420 und methodische Untersuchungen zur Speckle-Interferometrie-Übertragungsfunktion
Nieten, C.: Eigenschaften des interstellaren Staubes und Magnetfeld-Feinstruktur in M 31
Pugliese, G.: Cosmic Rays and Gamma Ray Bursts
Rottmann, H.: Radiogalaxien
Roussev, I.: Magnetic disks and jets
Schniggenberg, G.: Bispektrum-Speckle-Interferometrie von AGB-Sternen
Thierbach, M.: Galaxienhaufenhalo und Sunyaev-Zel'dovich-Effekt
Thuma, G.: CO-Gas in Galaxien
Wang, Y.: Models for the far-infrared background based on the evolution of galaxies and the central black holes
Weferling, B.: Beobachtung hochrotverschobener Objekte und Theorie der kosmologischen Evolution
Zier, C.: Models for tori in Active Galactic Nuclei

5 Tagungen, Projekte am Institut und Beobachtungszeiten

5.1 Tagungen und Veranstaltungen

Das Institut führte gemeinsam mit den Astronomischen Instituten der Universität Bonn im Berichtsjahr 36 Hauptkolloquien und zusätzlich 31 Sonderkolloquien durch.

Am 17. und 18. Februar fand ein zweitägiger Workshop zum Thema “Neutronensterne” statt (M. Kramer und D. Lorimer).

Am 28. April wurde ein gemeinsamer MPIfR-JIVE Workshop in Bonn abgehalten (J.A. Zensus).

Vom 7. bis 9. September wurde ein Workshop zum Thema “Galactic Foreground Polarization” veranstaltet (E.M. Berkhuisen).

Ein internes Symposium des MPIfR mit Kurzvorträgen aller Mitarbeiter erfolgte am 17. November.

Außerdem wurde am 18. November 1998 ein Festkolloquium anlässlich des 70. Geburtstags von Prof. P.G. Mezger durchgeführt.

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.

Im LBT- (Large Binocular Telescope) Projekt erfolgte im Rahmen der deutschen Beteiligung am LBT eine Kooperation mit dem Steward-Observatorium, außerdem mit der Universität Florenz, der Ohio State University und der Research Corporation.

Darüberhinaus 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.

Eine Kooperation mit der ESO erfolgte im VLTI- (Very Large Telescope Interferometer) Projekt, die VLTI-AMBER-Kamera ist ein kooperatives Projekt mit der ESO, und den Universitäten Nizza, Grenoble und Florenz.

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

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

Eine europäische Zusammenarbeit in der Pulsarforschung innerhalb eines “Pan European Pulsar Network” sowie über “INTAS” wurde mit Fördermitteln der Europäischen Gemeinschaft ermöglicht.

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

IceCube Projekt zur Errichtung eines großen internationalen Instituts für Neutrinophysik und Glaziologie (Kooperation mit der University of California, Sprecher: B. Price, Berkeley, und F. Halzen, Madison).

Zusammenarbeit mit dem Team des AUGER-Projekts zur Beobachtung von Teilchen der Energien jenseits von 10^{20} eV (Sprecher: J. Cronin, Chicago, und A.A. Watson, Leeds).

SOKRATES-Programm der Europäischen Gemeinschaft 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).

6 Veröffentlichungen

6.1 In Zeitschriften und Büchern

Aaron, S.E., Wardle, J.F.C., Roberts, D.H.: A multi-frequency VLBI polarization study of the CSS quasar 3C309.1. In: Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 105-106.

Alberdi, A., Lara, L., Gómez, J.L., Marcaide, J.M., Pérez-Torres, M.A., Kembal, A., Leppänen, K., Marscher, A.P., Patnaik, A., Porcas, R.: Magnetic field configuration in 4C39.25. In: Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 115-116.

Alef, W., Preuss, E., Kellermann, K.I., Gabuzda, D.: Sub-milliarcsec structure of 3C111 at 0,7 and 3,6 cm. In: Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 129-130.

Angel, J.R.P., Hill, J.M., Strittmatter, P., Salinari, Weigelt, G.: Interferometry with the large binocular telescope. In: Astronomical Interferometry, SPIE proc. **3350**, (Ed.) R.D. Reasenberg. SPIE, Bellingham 1998, 881-889.

Argon, A.L., Greenhill, L.J., Moran, J.M., Reid, M.J., Menten, K.M.: Proper motions and the distance to a water vapor maser in the galaxy M33. In: Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 235-236.

Bachiller, R., Guilloteau, S., Gueth, F., Tafalla, M., Dutrey, A., Codella, C., Castets, A.: A molecular jet from SVS 13B near HH7-11. *Astron. Astrophys.* **339**, L49-L52 (1998).

Bardou, A., Heyvaerts, J., Duschl, W.J.: Influence of viscosity laws on the transition to the self-gravitating part of accretion disks. *Astron. Astrophys.* **337**, 966-974 (1998).

Bate, M.R., Clarke, C.J., McCaughrean, M.J.: Interpreting the mean surface density of companions in star-forming regions. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **297**, 1163-1181 (1998).

Beasley, A.J., Alef, W.: Improving Mark III correlation models after correlation. In: Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 405-406.

Beck, R., Berkhuijsen, E.M., Hoernes, P.: A deep $\lambda 20$ cm radio continuum survey of M31. *Astron. Astrophys. Suppl.* **129**, 329-336 (1998).

- Berkhuijsen, E.M.: The volume filling factor of the WIM. In: The Local Bubble and Beyond, IAU Coll. 166, Lecture Notes in Physics **506**, (Eds.) D. Breitschwerdt et al. Springer, Berlin 1998, 301-304.
- Biermann, P.L.: Cosmic ray interactions in the Galaxy. In: Nuclear Astrophysics, Hirscheegg 98, (Eds.) M. Buballa et al. Gesellschaft für Schwerionenforschung, Darmstadt 1998, 211-222.
- Biermann, P.L.: Cosmic ray sources and acceleration processes. In: High Energy Astronomy and Astrophysics, (Eds.) P.C. Agrawal, P.R. Vishwanath. Universities Press, Hyderabad 1998, 297-305.
- Biermann, P.L.: Powerful radio galaxies as sources of the highest energy cosmic rays. In: Workshop on Observing Giant Cosmic Ray Air Showers from $> 10^{20}$ eV Particles from Space, AIP conf. proc. 433, (Eds.) J.F. Krizmanic et al. AIP, Woodbury 1998, 22-36.
- Biermann, P.L., Falcke, H.: Frontiers of astrophysics. In: Fundamental Particle and Interactions, AIP conf. proc. 423, (Eds.) R.S. Panvini, T.J. Weiler. American Institute of Physics, Woodbury, N.Y. 1998, 236-248.
- Blöcker, T., Holweger, H., Freytag, B., Herwig, F., Ludwig, H.-G., Steffen, M.: Lithium depletion in the sun: a study of mixing based on hydrodynamical simulations. Space Science Reviews **85**, 105-112 (1998).
- Bower, G., Backer, D.C.: 7 millimeter VLBA observations of Sagittarius A*. Astrophys. J. **496**, L97-L100 (1998).
- Bower, G.C., Backer, D.C.: Space VLBI observations show $T_b > 10^{12}$ K in the quasar NRAO 530. Astrophys. J. **507**, L117-L120 (1998).
- Braine, J., Dumke, M.: Millimeter-wave thermal dust emission from luminous mergers. Astron. Astrophys. **333**, 38-42 (1998).
- Bremer, M., Krichbaum, T.P., Galama, T.J., Castro-Tirado, A.J., Frontera, F., van Paradijs, J., Mirabel, I.F., Costa, E.: Millimetre detection of GRB 970508. Astron. Astrophys. **332**, L13-L16 (1998).
- Britzen, S., Witzel, A., Krichbaum, T.P., Roland, J., Wagner, S.J.: Monthly VLBI monitoring of selected gamma-bright quasars. In: Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 43-44.
- Browne, I.W.A., Patnaik, A.R., Wilkinson, P.N., Wrobel, J.M.: Interferometer phase calibration sources. II. The region $0^\circ \leq \delta_{B1950} \leq +20^\circ$. Mon. Not. R. Astron. Soc. **293**, 257-287 (1998).
- Carilli, C.L., Menten, K.M., Reid, M.J., Rupen, M., Claussen, M.: Imaging the absorption cloud at $z=0.88582$ toward 1830–211. In: Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 317-318.
- Carilli, C.L., Menten, K.M., Reid, M.J., Rupen, M.P., Min Su Yun: Redshifted neutral hydrogen 21cm absorption toward red quasars. Astrophys. J. **494**, 175-182 (1998).
- Chen, H., Bally, J., O'Dell, C.R., McCaughrean, M.J., Thompson, R.L., Rieke, M., Schneider, G., Young, E.T.: 2.12 micron molecular hydrogen emission from circumstellar disks embedded in the Orion nebula. Astrophys. J. **492**, L173-L176 (1998).
- Chin, Y.-N., Henkel, C., Millar, T.J., Whiteoak, J.B., Marx-Zimmer, M.: Molecular abundances in the Magellanic Clouds. III. LIRS 36, a star-forming region in the Small Magellanic Cloud. Astron. Astrophys. **330**, 901-909 (1998).
- Chyzy, K.T., Kohle, S., Beck, R., Klein, U., Urbanik, M.: Recent radio and polarization observations of dwarf irregulars. In: The Magellanic Clouds and Other Dwarf Galaxies,

- Berichte aus der Astronomie, (Eds.) J.M. Braun, T. Richtler. Shaker, Aachen 1998, 237-238.
- Claussen, M.J., Diamond, P.J., Braatz, J.A., Wilson, A.S., Henkel, C.: The water masers in the elliptical galaxy NGC1052. *Astrophys. J.* **500**, L129-L132 (1998).
- Dahmen, G., Hüttemeister, S., Wilson, T.L., Mauersberger, R.: Molecular gas in the Galactic center region. II. Gas mass and $N(\text{H}_2)/I(^{12}\text{CO})$ conversion based on a $\text{C}^{18}\text{O}(J=1-0)$ survey. *Astron. Astrophys.* **331**, 959-976 (1998).
- Dallacasa, D., Bondi, M., Alef, W., Mantovani, F.: European VLBI Network dual frequency observations of CSS-GPS candidates. *Astron. Astrophys. Suppl.* **129**, 219-236 (1998).
- Desmurs, J.F., Baudry, A., Wilson, T.L., Cohen, R.J., Tofani, G.: VLBI maps and properties of the 6 GHz OH masers in W 3(OH). *Astron. Astrophys.* **334**, 1085-1094 (1998).
- Diamond, P.J., Claussen, M.J., Braatz, J.A., Wilson, A.S., Henkel, C.: NGC 1052: a different class of H_2O megamaser? In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 223-224.
- Driebe, T., Schönberner, D., Blöcker, T., Herwig, F.: The evolution of helium white dwarfs: I. The companion of the millisecond pulsar PSR J1012+5307. *Astron. Astrophys.* **339**, 123-133 (1998).
- Dumke, M., Krause, M.: Radio and polarization properties in the disk and halo of edge-on spirals. In: *The Local Bubble and Beyond: Lyman-Spitzer-Coll.*, IAU Coll. 166, Lecture Notes in Physics 506, (Eds.) D. Breitschwerdt et al. Springer, Berlin 1998, 555-558.
- Duncan, A.R., Haynes, R.F., Reich, W., Reich, P., Goss, W.M., Gray, A.D.: A kiloparsec-scale polarized plume associated with the Galactic Centre. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **299**, 942-954 (1998).
- Duschl, W.: The Galactic Center — a laboratory for AGN. In: *The Central Regions of the Galaxy and Galaxies*, IAU Symp. 184, (Ed.) Y. Sofue. Kluwer, Dordrecht 1998, 315-316.
- Ehle, M., Pietsch, W., Beck, R., Klein, U.: ROSAT PSPC X-ray observations of the nearby spiral galaxy M83. *Astron. Astrophys.* **329**, 39-54 (1998).
- Eilhardt, K., Wohlleben, R.: Einfache Diagramme zur Bestimmung der Hauptkeulenaufspaltung (HKA) von symmetrischen Cassegrain-Antennen-Systemen bei unsymmetrischer Ausleuchtung. In: *Antennen. Vorträge der ITG Fachtagung vom 21. bis 24. April 1998 in München*, ITG-Fachbericht 149, (Ed.) A. Brunner. VDE-Verlag, Berlin 1998, 17-22.
- Elmoultie, M., Krause, M., Haynes, R.F., Jones, K.L.: A distributed molecular disk in the Circinus galaxy. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **300**, 1119-1126 (1998).
- Enßlin, T.A., Biermann, P.L.: Limits on magnetic fields and relativistic electrons in the Coma cluster from multifrequency observations. *Astron. Astrophys.* **330**, 90-96 (1998).
- Enßlin, T.A., Biermann, P.L., Klein, U., Kohle, S.: Cluster radio relicts as a tracer of shock waves of the large-scale structure formation. *Astron. Astrophys.* **332**, 395-409 (1998).
- Enßlin, T.A., Wang, Y., Nath, B.B., Biermann, P.L.: Black hole energy release to the gaseous universe. *Astron. Astrophys.* **333**, L47-L50 (1998).
- Falcke, H.: Jets in AGN — New results from HST and VLA. *Reviews in Modern Astronomy* **11**, 245-265 (1998).
- Falcke, H.: The nature of compact radio cores in galaxies. In: *The Central Regions of the Galaxy and Galaxies*, IAU Symp. 184, (Ed.) Y. Sofue. Kluwer, Dordrecht 1998, 459-460.
- Falcke, H., Goss, W.M., Ho, L.C., Matsuo, H., Teuben, P., Wilson, A.S., Zhao, J.-H., Zylka, R.: Sgr A* and company — multiwavelength observations of Sgr A* and VLA search for “Sgr A*s” in LINERs. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact*

- Sources, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 323-324.
- Falcke, H., Goss, W.M., Matsuo, H., Teuben, P., Zhao, J.-H., Zylka, R.: The simultaneous spectrum of Sgr A* from $\lambda 20\text{cm}$ to $\lambda 1\text{mm}$ and the nature of the mm-excess. *Astrophys. J.* **499**, 731-734 (1998).
- Falcke, H., Rieke, M.J., Rieke, G.H., Simpson, C., Wilson, A.S.: Molecular hydrogen and Pa α emission in cooling flow galaxies. *Astrophys. J.* **494**, L155-L158 (1998).
- Falcke, H., Wilson, A.S., Simpson, C.: Hubble Space Telescope and VLA observations of Seyfert 2 galaxies: The relationship between radio ejecta and the narrow line region. *Astrophys. J.* **502**, 199-217 (1998).
- Farrar, G.R., Biermann, P.L.: Correlation between compact radio quasars and ultra-high energy cosmic rays. *Phys. Rev. Letters* **81**, 3579-3582 (1998).
- Fendt, Ch., Beck, R., Neininger, N.: Spiral pattern in the optical polarization of NGC 6946. *Astron. Astrophys.* **335**, 123-133 (1998).
- Filipovic, M.D., Pietsch, W., Haynes, R.F., White, G.L., Jones, P.A., Wielebinski, R., Klein, U., Dennerl, K., Kahabka, J., Lazendic, J.S: A radio continuum survey of the Magellanic Clouds. VI. Discrete sources common to radio and X-ray surveys of the Magellanic Clouds. *Astron. Astrophys. Suppl.* **127**, 119-138 (1998).
- Fürst, E., Reich, W., Reich, P., Uyaniker, B., Wielebinski, R.: The MPIfR radio continuum surveys and their WW distribution. In: *New Horizon from Multiwavelength Sky Surveys*, IAU Symp. 179, (Eds.) B.J. McLean et al. Kluwer, Dordrecht 1998, 97-99.
- Gabuzda, D.C., Kovalev, Y.Y., Krichbaum, T.P., Alef, W., Kraus, A., Witzel, A., Quirrenbach, A.: VLBI polarization observations of the rapidly variable BL Lacertae object BL 0716+714. *Astron. Astrophys.* **333**, 445-451 (1998).
- Gangadhara, R.T.: Emission in spin-powered pulsars and polarization position angle. *Astron. Astrophys.* **314**, 853-863 (1998).
- Garrett, M.A., Leppänen, K., Porcas, R.W., Patnaik, A.R., Nair, S., Teräsranta, H.: PKS 1830–211: VLBA $\lambda 7\text{mm}$ polarization observations. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 313-314.
- Gauger, A., Winters, J.M., Fleischer, A., Keady, J.J.: Temporal variations of CO infrared lines in cool star winds. In: *Cyclical Variability in Stellar Winds*, (Eds.) L. Kaper, A. Fullerton. Springer, Berlin 1998, 309.
- Gaume, R.A., Wilson, T.L., Vrba, F.J., Johnston, K.J., Schmid-Burgk, J.: Water masers in Orion. *Astrophys. J.* **493**, 940-949 (1998).
- Gopal-Krishna, Biermann, P.L.: Are ultra-luminous infrared galaxies the dominant extragalactic population at high luminosities? *Astron. Astrophys.* **330**, L37-L40 (1998).
- Güsten, R., Ediss, G., Gueth, F., Gundlach, K., Hauschildt, H., Kasemann, C., Klein, T., Kooi, J., Korn, A., Krämer, I., LeDuc, R., Mattes, H., Meyer, K., Perchtold, E., Pilz, M., Sachert, R., Scherschel, M., Schilke, P., Schneider, G., Schraml, J., Skaley, D., Stark, R., Wetzker, W., Wiedenhöfer, H., Wiedenhöfer, W., Wongsowijoto, S., Wyrowski, F.: CHAMP — The carbon heterodyne array of the MPIfR. In: *Advanced Technology MMW, Radio, and Terahertz Telescopes*, SPIE Proc. 3357, (Ed.) T.G. Phillips. SPIE, Bellingham 1998, 495-506.
- Guirado, J.C., Marcaide, J.M., Ros, E., Ratner, M.I., Shapiro, I.I., Quirrenbach, A., Witzel, A.: Submilliarcsecond shift of the brightness peak of the radio sources 1928+738 and 2007+777. *Astron. Astrophys.* **336**, 385-392 (1998).
- Haas, M., Chini, R., Meisenheimer, K., Stickel, M., Lemke, D., Klaas, U., Kreysa, E.: On the far-infrared emission of quasars. *Astrophys. J.* **503**, L109-L113 (1998).

- Han, J.L., Beck, R., Berkhuijsen, E.M.: New clues to the magnetic field structure of M31. *Astron. Astrophys.* **335**, 1117-1123 (1998).
- Henkel, C., Chin, Y.-N., Mauersberger, R., Whiteoak, J.B.: Dense gas in nearby galaxies: XI. Interstellar $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ratios in the central regions of M82 and IC348. *Astron. Astrophys.* **329**, 443-450 (1998).
- Henkel, C., Wang, Y.P., Falcke, H., Wilson, A.S., Braatz, J.A.: H_2O megamaser emission from FRI radio galaxies. *Astron. Astrophys.* **335**, 463-466 (1998).
- Herwig, F., Schönberner, D., Blöcker, T.: On the validity of the core-mass luminosity relation for TP-AGB stars with efficient dredge-up. *Astron. Astrophys.* **340**, L43-L46 (1998).
- Hoensbroech, A. von, Kijak, J., Krawczyk, A.: On the high frequency polarization of pulsar radio emission. *Astron. Astrophys.* **334**, 571-584 (1998).
- Hoensbroech, A. von, Lesch, H., Kunzl, T.: Natural polarization modes in pulsar magnetospheres. *Astron. Astrophys.* **336**, 209-219 (1998).
- Hoernes, P., Beck, R., Berkhuijsen, E.M.: Properties of synchrotron emission and magnetic fields in the central region of M31. In: *The Central Regions of the Galaxy and Galaxies*, IAU Symp. 184, (Ed.) Y. Sofue. Kluwer, Dordrecht 1998, 351-352.
- Hoernes, P., Berkhuijsen, E.M., Xu, C.: Radio-FIR correlations within M31. *Astron. Astrophys.* **334**, 57-70 (1998).
- Hofmann, K.-H., Scholz, M.: Limb-darkening and radii of non-Mira M giant models. *Astron. Astrophys.* **335**, 637-646 (1998).
- Hofmann, K.-H., Scholz, M., Wood, P.R.: Limb-darkening and radii of M-type Mira models. *Astron. Astrophys.* **339**, 846-857 (1998).
- Huchtmeier, W.K.: Beobachtungen des Kometen Hale-Bopp mit dem Effelsberger Radioteleskop. *Kleinheubacher Berichte* **41**, 220-225 (1998).
- Huchtmeier, W.K.: HI observations of dwarf galaxies in voids. In: *Supernovae and Cosmology*, (Eds.) L. Labhard et al. Astronomisches Institut, Basel 1998, 163-170.
- Huchtmeier, W.K.: HI properties of new nearby dwarf galaxies from the Karachentsev catalog. In: *The Magellanic Clouds and Other Dwarf Galaxies*, *Berichte aus der Astronomie*, (Eds.) J.M. Braun, T. Richtler. Shaker, Aachen 1998, 165-168.
- Huchtmeier, W.K., Gopal-Krishna, Petrosian, A.: Neutral hydrogen in a sample of selected blue compact dwarf galaxies. In: *The Magellanic Clouds and Other Dwarf Galaxies*, *Berichte aus der Astronomie*, (Eds.) J.M. Braun, T. Richtler. Shaker, Aachen 1998, 259-260.
- Huchtmeier, W.K., Skillman, E.D.: An optically directed HI search for new dwarf members of the M81 group. *Astron. Astrophys. Suppl.* **127**, 269-276 (1998).
- Hüttemeister, S., Dahmen, G., Mauersberger, R., Henkel, C., Wilson, T.L., Martin-Pintado, J.: Molecular gas in the Galactic center region. III. Probing shocks in molecular cores. *Astron. Astrophys.* **334**, 646-658 (1998).
- Keene, J., Schilke, P., Kooi, J., Lis, D.C., Mehringer, D.M., Phillips, T.G.: Detection of the $^3\text{P}_2-^3\text{P}_1$ submillimeter transition of ^{13}C in the interstellar medium: implication for chemical fractionation. *Astrophys. J.* **494**, L107-L111 (1998).
- Kellermann, K.I., Vermeulen, R.C., Zensus, J.A., M.H. Cohen: Sub-milliarcsecond imaging of quasars and active galactic nuclei. *Astron. J.* **115**, 1295-1318 (1998).
- Kijak, J., Kramer, M., Wielebinski, R., Jessner, A.: Pulse shapes of radio pulsars at 4.85 GHz. *Astron. Astrophys. Suppl.* **127**, 153-165 (1998).
- Kneller, M., Schlickeiser, R.: Mode limitation and mode completion in collisionless plasmas. *J. Plasma Phys.* **60**, 193-202 (1998).

- Kohle, S., Klein, U., Henkel, C., Hunter, D.A.: A CO map of NGC 4449. In: *The Magellanic Clouds and Other Dwarf Galaxies*, *Berichte aus der Astronomie*, (Eds.) J.M. Braun, T. Richtler. Shaker, Aachen 1998, 265-266.
- Kothes, R., Fürst, E., Reich, W.: A multifrequency study of G182.4+4.3: a new supernova remnant in the Galactic anti-centre. *Astron. Astrophys.* **331**, 661-668 (1998).
- Kovalev, Y.Y., Gabuzda, D.C., Krichbaum, T.P., Alef, W., Witzel, A.: A multi-frequency VLBI total intensity and polarization study of the BL Lacertae object 0716+714. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 173-174.
- Kramer, M.: Determination of the geometry of the PSR B1913+16 system by geodetic precession. *Astrophys. J.* **509**, 856-860 (1998).
- Kramer, M.: High frequency morphology of pulsars. In: *Neutron Stars and Pulsars*, (Eds.) N. Shibasaki et al. Universal Academy Press, Tokyo 1998, 229-232.
- Kramer, M., Xilouris, K.M., Lorimer, P.R., Doroshenko, O., Jessner, A., Wielebinski, R., Wolszczan, A., Camilo, F.: The characteristics of millisecond pulsar emission. I. Spectra, pulse shapes, and the beaming fraction. *Astrophys. J.* **501**, 270-285 (1998).
- Kraus, A., Krichbaum, T.P., Witzel, A.: Polarization properties of intraday variable blazars. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 277-278.
- Krause, F., Beck, R.: Symmetry and direction of seed magnetic fields in galaxies. *Astron. Astrophys.* **335**, 789-796 (1998).
- Krause, M., Neininger, N., Elmouttie, M., Jones, K.L., Haynes, R.F.: Peculiar CO distribution in active spiral galaxies: NGC 4258 and Circinus. In: *The Central Regions of the Galaxy and Galaxies*, IAU Symp. 184, (Ed.) Y. Sofue. Kluwer, Dordrecht 1998, 229-230.
- Kreysa, E., Gemünd, H.-P., Gromke, J., Haslam, C.G.T., Reichertz, L., Haller, E.E., Beeman, J.W., Hansen, V., Sievers, A., Zylka, R.: Bolometer array development at the Max-Planck-Institut für Radioastronomie. In: *Advanced Technology MMW, Radio, and Terahertz Telescopes*, SPIE Proc. 3357, (Ed.) T.G. Phillips. SPIE, Bellingham 1998, 319-325.
- Krichbaum, T.P., Alef, W., Witzel, A., Zensus, J.A., Booth, R.S., Greve, A., Rogers, A.E.E.: VLBI observations of Cygnus A with sub-milliarcsecond resolution. *Astron. Astrophys.* **329**, 873-894 (1998).
- Krichbaum, T.P., Graham, D.A., Witzel, A., Greve, A., Wink, J.E., Grewing, M., Colomer, F., de Vicente, P., Gómez-González, J., Baudry, A., Zensus, J.A.: VLBI observations of the Galactic center source SgrA* at 86 GHz and 215 GHz. *Astron. Astrophys.* **335**, L106-L110 (1998).
- Krichbaum, T.P., Kraus, A., Otterbein, K., Britzen, S., Witzel, A., Zensus, J.A.: Sub-mas jets in gamma-active blazars: results from high frequency VLBI. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 37-38.
- Krügel, E., Siebenmorgen, R., Zota, V., Chini, R.: Isophot boosts dust masses in spiral galaxies. *Astron. Astrophys.* **331**, L9-L12 (1998).
- Kunzl, T., Lesch, H., Jessner, A.: On beaming due to coherent inverse Compton scattering. *Astron. Astrophys.* **339**, 917-920 (1998).
- Kunzl, T., Lesch, H., Jessner, A., Hoensbroech, A. von: On pair production in the Crab pulsar. *Astrophys. J.* **505**, L139-L141 (1998).
- Kuzmin, A.D., Izvekova, V.A., Shitov Yu.P., Sieber, W., Jessner, A., Wielebinski, R., Lyne, A.G., Smith, F.G.: Catalogue of time aligned profiles of 56 pulsars at frequencies between 102 and 10500 MHz. *Astron. Astrophys. Suppl.* **127**, 355-366 (1998).

- Lange, Ch., Kramer, M., Wielebinski, R., Jessner, A.: Radio pulsar microstructure at 1.41 and 4.85 GHz. *Astron. Astrophys.* **332**, 111-120 (1998).
- Lapinov, A.V., Schilke, P., Juvela, M., Zinchenko, I.I.: Studies of dense cores in regions of massive star formation. VI. Multitransitional CS and CO observations of G 261.64–2.09, G 268.42–0.85, G 270.26+0.83 and G 301.12–0.20. *Astron. Astrophys.* **336**, 1007-1023 (1998).
- Launhardt, R., Evans, N.J., Wang, Y., Clemens, D.P., Henning, T., Yun, J.L.: CD emission from Bok globules: survey results. *Astrophys. J. Suppl.* **119**, 59-74 (1998).
- Lesch, H., Jessner, A., Kramer, M., Kunzl, T.: On the possibility of curvature radiation from radio pulsars. *Astron. Astrophys.* **332**, L21-L24 (1998).
- Linsky, J.L., Wilson, T.L., Rood, R.T.: Local interstellar medium summary of working group VI. *Space Science Review* **84**, 309-315 (1998).
- Lis, D.C., Menten, K.M.: Infrared space observatory long wavelength spectrometer observations of a cold giant molecular cloud core near the Galactic center. *Astrophys. J.* **507**, 794-804 (1998).
- Lobanov, A.P.: Spectral distributions in compact radio sources. I. Imaging with the VLBI data. *Astron. Astrophys.* **132**, 261-273 (1998).
- Lobanov, A.P.: Ultracompact jets in active galactic nuclei. *Astron. Astrophys.* **330**, 79-89 (1998).
- Lobanov, A.P., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Kraus, A., Zensus, J.A., Britzen, S., Otterbein, K., Hummel, C., Johnston, K.: VSOP imaging at S5 0836+710: a close-up on plasma instabilities in the jet. *Astron. Astrophys.* **340**, L60-L64 (1998).
- Lobanov, A.P., Zensus, J.A.: Synchrotron spectra of compact VLBI-jets. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 53-54.
- Lorimer, D.R., Jessner, A., Seiradakis, J.H., Lyne, A.G., D'Amico, N., Athanasopoulos, A., Xilouris, K.M., Kramer, M., Wielebinski, R.: A flexible format for exchanging pulsar data. *Astron. Astrophys. Suppl.* **128**, 541-544 (1998).
- Lorimer, D.R., Lyne, A.G., Camilo, F.: A search for pulsars in supernova remnants. *Astron. Astrophys.* **331**, 1002-1010 (1998).
- Lovelace, R.V.E., Romanova, M.M., Biermann, P.L.: Magnetically supported tori in active galactic nuclei. *Astron. Astrophys.* **338**, 856-862 (1998).
- Ma, C.-Y., Biermann, P.L.: On the dynamo driven accretion disks. *Astron. Astrophys.* **334**, 736-741 (1998).
- Martí, J., Peracaula, M., Paredes, J.M., Massi, M., Estalella, R.: Deep VLA images of LS I+61°303: a search for associated extended radio emission. *Astron. Astrophys.* **329**, 951-956 (1998).
- Massi, M., Neidhöfer, J., Torricelli-Ciamponi, G., Chiuderi-Drago, F.: Activity cycles in UX Arietis. *Astron. Astrophys.* **332**, 149-154 (1998).
- Matveenko, L.I., Diamond, P.J., Graham, D.A.: The H₂O supermaser emission region in Orion KL. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 249-250.
- Matveenko, L.I., Pauliny-Toth, I.I.K.: The injector and the AGN core. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 71-72.

- McCaughrean, M.J., Chen, H., Bally, J., Erickson, E., Thompson, R., Rieke, M., Schneider, G., Stolovy, S., Young, E.: High-resolution near-infrared imaging of the Orion 114-426 silhouette disk. *Astrophys. J.* **492**, L157-L161 (1998).
- Mehringer, D.M., Goss, W.M., Lis, D.C., Palmer, P., Menten, K.M.: VLA observations of the Sagittarius D star-forming region. *Astrophys. J.* **493**, 274-290 (1998).
- Menshchikov, A.B., Balega, Y.Y., Osterbart, R., Weigelt, G.: High-resolution bispectrum speckle interferometry and two-dimensional radiative transfer modeling of the red rectangle. *New Astronomy* **3**, 601-617 (1998).
- Menten, K.M., Reid, M.J.: SiO and H₂O masers in the central parsec of the Galaxy. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 229-230.
- Mezger, P.G., Philipp, S.: Inside the central cavity. In: *The Central Regions of the Galaxy and Galaxies*, IAU Symp. 184, (Ed.) Y. Sofue. Kluwer, Dordrecht 1998, 313-314.
- Moss, D., Shukurov, A., Sokoloff, D.D., Berkhuijsen, E.M., Beck, R.: The nature of the magnetic belt in M31. *Astron. Astrophys.* **335**, 500-509 (1998).
- Neininger, N., Guélin, M., Klein, U., Garcia-Burillo, S., Wielebinski, R.: ¹³CO at the centre of M82. *Astron. Astrophys.* **339**, 737-744 (1998).
- Neininger, N., Guélin, M., Ungerechts, H., Lucas, R., Wielebinski, R.: Carbon monoxide emission as a precise tracer of molecular gas in the Andromeda galaxy. *Nature* **395**, 871-873 (1998).
- Osterbart, R., Balega, Y.Y., Weigelt, G., Langer, N.: Diffraction-limited speckle-masking observations of the red rectangle and IRC+10216 with the 6m telescope. In: *Planetary Nebulae*, IAU symp. 180, (Eds.) H.J. Habing, H.J.G.L.M. Lamers. Kluwer, Dordrecht 1998, 362.
- Otterbein, K., Kraus, A., Witzel, A., Hummel, C.A., Zensus, J.A.: S5 0836+710 a Kelvin-Helmholtz unstable jet on parsec scales? In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 73-74.
- Otterbein, K., Krichbaum, T.P., Kraus, A., Lobanov, A.P., Witzel, A., Wagner, S.J., Zensus, J.A.: Gamma-ray to radio activity and ejection of a VLBI component in the jet of the S5-quasar 0836+710. *Astron. Astrophys.* **334**, 489-497 (1998).
- Ozernoy, L.M., Fridman, A.M., Biermann, P.L.: Angular momentum transport in the central region of the Galaxy. *Astron. Astrophys.* **337**, 105-112 (1998).
- Patnaik, A.R., Porcas, R.W.: VLBI observations of the gravitational lens B1422+231. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 319-320.
- Pauliny-Toth, I.I.K.: Structural variations in the quasar 3C454.3. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 75-76.
- Petr, M.G., Coude du Foresto, V., Beckwith, S.V.W., Richichi, A., McCaughrean, M.J.: Binary stars in the Orion trapezium cluster core. *Astrophys. J.* **500**, 825-837 (1998).
- Philipp, S., Zylka, R.: Mosaic-mapping of very extended objects in (sub)millimetre and near-infrared. In: *The Central Regions of the Galaxy and Galaxies*, IAU Symp. 184, (Ed.) Y. Sofue. Kluwer, Dordrecht 1998, 63-64.
- Porcas, R.W.: VLBI observations of gravitational lenses. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 303-310.

- Qian, S.J., Britzen, S., Witzel, A., Krichbaum, T.P., Kraus, A., Waltman, E.B., Valtaoja, E., Aller, H.D.: An analysis of the mm-radio outbursts in the gamma-ray source PKS 0528+134. *Chin. Astron. Astrophys.* **22**, 280-287 (1998).
- Qian, S.J., Zhang, X.Z., Witzel, A., Krichbaum, T.P., Britzen, S., Kraus, A.: Correlation between TeV and X-ray bursts in Mrk 421. *Chin. Astron. Astrophys.* **22**, 155-160 (1998).
- Qian, S.J., Zhang, X.Z., Witzel, A., Krichbaum, T.P., Britzen, S., Kraus, A.: Some theoretical studies of two gamma-ray blazars: PKS 0528+134 and Mrk 421. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 93-94.
- Quirrenbach, A., Coude du Foresto, V., Daigne, G., Hofmann, K.-H., Hofmann, R., Lattanzi, M., Osterbart, R., Le Poole, R.S., Queloz, D., Vakili, F.: PRIMA: study for a dual-beam instrument for the VLT interferometer. In: *Astronomical Interferometry*, SPIE vol. 3350, (Ed.) R.D. Reasenberg. SPIE, Bellingham 1998, 807-817.
- Ragot, B.R.: Nonlinear particle dynamics in a broadband turbulence wave spectrum. *J. Plasma Phys.* **60**, 299-329 (1998).
- Ragot, B.R.: Transport of dust grains in turbulent molecular clouds. *Astrophys. J.* **498**, 757-762 (1998).
- Ragot, B.R., Schlickeiser, R.: The acceleration of energetic particles by transit-time damping. *Astroparticle Physics* **9**, 79-95 (1998).
- Ragot, B.R., Schlickeiser, R.: Cosmic ray acceleration by fast magnetosonic waves. *Astron. Astrophys.* **331**, 1066-1069 (1998).
- Rantakyrö, F.T., Bååth, L.B., Backer, D.C., Booth, R.S., Carlstrom, J.E., Emerson, D.T., Grewing, M., Hirabayashi, H., Hodges, M.W., Inoue, M., Kobayashi, H., Krichbaum, T.P., Kus, A.J., Moran, J.M., Morimoto, M., Padin, S., Plambeck, R.L., Predmore, R., Rogers, A.E.E., Schalinski, C., Witzel, A., Woody, D., Wright, M.C.H., Zensus, A.: 50 μ s resolution VLBI images of AGN's at λ 3mm. *Astron. Astrophys. Suppl.* **131**, 451-467 (1998).
- Reich, W., Reich, P., Pohl, M., Kothes, R., Schlickeiser, R.: Flux density monitoring of radio sources with detected or supposed γ -ray emission. *Astron. Astrophys. Suppl.* **131**, 11-16 (1998).
- Reuter, H.-P., Kramer, C.: The mm-to-submm continuum spectra of W3 (OH) and K3-50A. *Astron. Astrophys.* **339**, 183-186 (1998).
- Rioja, M.J., Porcas, R.W.: Multi-frequency VLBA+Effelsberg observations of 1038+528 A/B. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 95-96.
- Rood, R.T., Bania, T.M., Balser, D.S., Wilson, T.L.: Helium-3: Status and prospects. *Space Science Reviews* **84**, 185-198 (1998).
- Ros, E., Marcaide, J.M., Guirado, J.C., Ratner, M.I., Shapiro, I.I., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Preston, R.A.: High precision astrometry with closure constraints. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 389-390.
- Ruf, K., Fürst, E., Reich, W.: At the limits — radioastronomical observations with the Effelsberg 100-m telescope. In: *Electromagnetic Compatibility 1998*, (Eds.) J.M. Janiszewski et al. Institute of Telecommunications, Wroclaw 1998, 625-628.
- Rupen, M.P., Beasley, A.J., Bartel, N., Bietenholz, M.F., Graham, D.A., Altunin, V.I., Jones, D.L., Conway, J.E., Venturi, T., Umana, G., Rius, A.: VLBI observations of supernova 1993J: the first 1000 days. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 355-356.

- Ryu, D., Kang, H., Biermann, P.L.: Cosmic magnetic fields in large scale filaments and sheets. *Astron. Astrophys.* **335**, 19-25 (1998).
- Schalinski, C.J., Johnston, K.J., Witzel, A., Waltman, E.B., Umana, G., Pavelin, P.E., Ghigo, F.D., Venturi, T., Mantovani, F., Foley, A.R., Spencer, R.E., Davis, R.J.: VLBI monitoring of the complex jet of Cygnus X-3 during the January 1991 outburst. *Astron. Astrophys.* **329**, 504-510 (1998).
- Scherer, M., Havenith, M., Mauersberger, R., Wilson, T.L.: A search for $(\text{H}_2\text{O})_2$ in the Galaxy and toward comet Hale-Bopp. *Astron. Astrophys.* **335**, 1070-1076 (1998).
- Schlickeiser, R., Miller, J.A.: Quasi-linear theory of cosmic ray transport and acceleration: The role of oblique magnetohydrodynamic waves and transit-time damping. *Astrophys. J.* **492**, 352-378 (1998).
- Schöller, M., Balega, I.I., Balega, Y.Y., Hofmann, K.-H., Reinheimer, T., Weigelt, G.: Diffraction-limited speckle masking interferometry of binary stars with the SAO 6-m telescope. *Astronomy Letters* **24**, 283-288 (1998).
- Siebenmorgen, R., Natta, A., Krügel, E., Prusti, T.: A ring of organic molecules around HD 97300. *Astron. Astrophys.* **339**, 134-140 (1998).
- Sokoloff, D.D., Bykov, A.A., Shukurov, A., Berkhuijsen, E.M., Beck, R., Poezd, A.D.: Depolarization and Faraday effects in galaxies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **299**, 189-206 (1998).
- Stanke, T., McCaughrean, M.J., Zinnecker, H.: First results of an unbiased H_2 survey for protostellar jets in Orion A. *Astron. Astrophys.* **332**, 307-313 (1998).
- Stark, A.A., Carlstrom, J.E., Israel, F.P., Menten, K.M., Peterson, J.B., Phillips, T.G., Sironi, G., Walker, C.K.: Plans for a 10-m submillimeter-wave telescope at the South Pole. In: *Advanced Technology MMW, Radio, and Terahertz Telescopes*, SPIE Proc. 3357, (Ed.) T.G. Phillips. SPIE, Bellingham 1998, 495-506.
- Stark, R., Reif, K.: Surface brightness measurements of extended galactic nebulae. *Publ. Astron. Soc. Australia* **15**, 86-90 (1998).
- Stolzmann, W., Blöcker, T.: The effects of exchange and correlation for astrophysical quantities. In: *Strongly Coupled Coulomb Systems*, (Eds.) G.J. Kalman et al. Plenum, New York 1998, 273-278.
- Takano, S., Masuda, A., Hirahara, Y., Suzuki, H., Ohishi, M., Ishikawa, S.-I., Kaifu, N., Kasai, Y., Kawaguchi, K., Wilson, T.L.: Observations of ^{13}C isotopomers of HC_3N and HC_5N in TMC-1: evidence for isotopic fractionation. *Astron. Astrophys.* **329**, 1156-1169 (1998).
- Tieftrunk, A.R., Gaume, R.A., Wilson, T.L.: High-resolution imaging of NH_3 inversion lines toward W3 main. *Astron. Astrophys.* **340**, 232-240 (1998).
- Tieftrunk, A.R., Megeath, S.T., Wilson, T.L., Rayner, J.T.: A survey for dense cores and young stellar clusters in the W 3 giant molecular cloud. *Astron. Astrophys.* **336**, 991-1006 (1998).
- Torricelli-Ciamponi, G., Franciosini, E., Massi, M., Neidhöfer, J.: Radio flares from the active binary system UX Arietis. *Astron. Astrophys.* **333**, 970-976 (1998).
- Uyaniker, B., Fürst, E., Reich, W., Reich, P., Wielebinski, R.: A 1.4 GHz radio continuum and polarization survey at medium Galactic latitudes: I. Observation and reduction technique. *Astron. Astrophys.* **132**, 401-411 (1998).
- Uyaniker, B., Fürst, E., Reich, W., Reich, P., Wielebinski, R.: The local magnetic field in the Milky Way. In: *The Local Bubble and Beyond*, IAU Coll. 166, Lecture Notes in Physics 506, (Eds.) D. Breitschwerdt et al. Springer, Berlin 1998, 239-242.
- Vainio, R., Schlickeiser, R.: Alfvén wave transmission and particle acceleration in parallel shock waves. *Astron. Astrophys.* **331**, 793-799 (1998).

- van Driel, W., Kraan-Korteweg, R.C., Bingelli, B., Huchtmeier, W.K.: An HI line search for optically identified dwarf galaxy candidates in the M81 group. *Astron. Astrophys. Suppl.* **127**, 397-408 (1998).
- Walker, R.C., Kellermann, K.I., Dhawan, V., Romney, J.D., Benson, J.M., Vermeulen, R.C., Alef, W.: Probing the accretion region of NGC 1275 with VLBI. In: *Radio Emission from Galactic and Extragalactic Compact Sources*, IAU Coll. 164, ASP conf. series **144**, (Eds.) J.A. Zensus et al. Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998, 133-134.
- Walmsley, M., Natta, A., Marconi, A., Testi, L., Hofner, P., Schilke, P., Wyrowski, F.: A new look at the Orion bar. In: *Star Formation with the Infrared Space Observatory (ISO)*, ASP conf. series **132**, (Eds.) J.L. Yun, R. Liseau. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 1998, 35-40.
- Wang, Y., Biermann, P.L.: A possible mechanism for the mass ratio limitation in early type galaxies. *Astron. Astrophys.* **334**, 87-95 (1998).
- Weigelt, G., Balega, Y., Blöcker, T., Fleischer, A.J., Osterbart, R., Winters, J.M.: 76 mas speckle-masking interferometry of IRC+10216 with the SAO 6m telescope: evidence for a clumpy shell structure. *Astron. Astrophys.* **333**, L51-L54 (1998).
- Wex, N.: A timing formula for main-sequence star binary pulsars. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **298**, 67-77 (1998).
- Wex, N., Johnston, S., Manchester, R.N., Lyne, A.G., Stappers, B.W., Bailes, M.: Timing models for the long-orbital period pulsar PSR B1259-63. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **298**, 997-1004 (1998).
- White, G.J., Nisini, B., Correia, J.C., Tothill, N.F.H., Huldgtren, M., Lorenzetti, D., Saraceno, P., Smith, H.A., Ceccarelli, C., Burgdorf, M., Griffin, M.J., Furniss, I., Glencross, W., Spinoglio, L., Matthews, H.E., McCutcheon, W.H., McCaughrean, M.J.: ISO observations of M8, the Lagoon nebula. In: *Star Formation with the Infrared Space Observatory (ISO)*, ASP conf. series **132**, (Eds.) J.L. Yun, R. Liseau. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 1998, 113-118.
- Wiebel-Sooth, B., Biermann, P.L., Meyer, H.: Cosmic rays. VII. Individual element spectra: prediction and data. *Astron. Astrophys.* **330**, 389-398 (1998).
- Wiesemeyer, H., Güsten, R., Cox, P., Zylka, R., Wright, M.C.H.: The pivotal onset of protostellar collapse: ISO's view and complementary observations. In: *Star Formation with the Infrared Space Observatory (ISO)*, ASP conf. series **132**, (Eds.) J.L. Yun, R. Liseau. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 1998, 189-194.
- Wiklind, T., Combes, F., Henkel, C., Wyrowski, P.: Molecular gas in the center of the elliptical galaxy NGC 759. In: *The Central Regions of the Galaxy and Galaxies*, IAU Symp. 184, (Ed.) Y. Sofue. Kluwer, Dordrecht 1998, 253-254.
- Wilkinson, P.N., Browne, I.W.A., Patnaik, A.R., Wrobel, J.M., Sorathia, B.: Interferometer phase calibration sources — III. The regions $+20^\circ \leq \delta_{B1950} \leq +35^\circ$ and $+75^\circ \leq \delta_{B1950} \leq +90^\circ$. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **300**, 790-816 (1998).
- Wilson, A.S., Roy, A.L., Ulvestad, J.S., Colbert, E.J.M., Weaver, K.A., Braatz, J.A., Henkel, C., Matsuoka, M., Xue, S., Iyomoto, N., Okada, K.: The ionization front in the obscuring 'torus' of an active galactic nucleus. *Astrophys. J.* **505**, 587-593 (1998).
- Wittkowski, M., Balega, Y., Beckert, T., Duschl, W.J., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: Diffraction-limited 76 mas speckle masking observations of the core of NGC 1068 with the SAO 6m telescope. *Astron. Astrophys.* **329**, L45-L48 (1998).
- Wittkowski, M., Balega, Y., Beckert, T., Duschl, W.J., Hofmann, K.-H., Weigelt, G.: Diffraction-limited IR speckle masking observations of the central regions of Seyfert galaxies. In: *The Central Regions of the Galaxy and Galaxies*, IAU Symp. 184, (Ed.) Y. Sofue. Kluwer, Dordrecht 1998, 103-104.

Wittkowski, M., Langer, N., Weigelt, G.: Diffraction-limited speckle-masking interferometry of the red supergiant VY CMa. *Astron. Astrophys.* **340**, L39-L42 (1998).

Wouterloot, J.G.A., Lingmann, A., Miller, M., Vowinkel, B., Winnewisser, G., Wyrowski, F.: HCN, CO, CS, CN, and CO⁺ observations of comet Hyakutake (1996 B2). *Planet. Space Science* **46**, 579-584 (1998)

Wyrowski, F., Schilke, P., Walmsley, M.: Vibrationally excited molecules: a probe of the infrared field in hot molecular gas. In: *Star Formation with the Infrared Space Observatory (ISO)*, ASP conf. series **132**, (Eds.) J.L. Yun, R. Liseau. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 1998, 438-441.

Xanthopoulos, E., Browne, I.W.A., King, L.J., Koopmans, L.V.E., Jackson, N.J., Marlow, D.R., Patnaik, A.R., Porcas, R.W., Wilkinson, P.N.: The new gravitational lens system B1030+074. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **300**, 649-655 (1998).

Xilouris, K., Kouveliotou, C., Lorimer, D.R., Ramachandran, R., van Paradijs, J.: PSR J1907+09. *IAU Circular No. 7023* (1998).

Xilouris, K.M., Kramer, M., Jessner, A., Hoensbroech, A. von, Lorimer, D.R., Wielebinski, R., Wolszczan, A., Camilo, F.: The characteristics of millisecond pulsar emission. II. Polarimetry. *Astrophys. J.* **501**, 286-306 (1998).

Zylka, R., Philipp, S., Duschl, W., Mezger, P.G., Herbst, T., Tuffs, R.: NIR and mm mosaics of the central 100 pc. In: *The Central Regions of the Galaxy and Galaxies*, IAU Symp. 184, (Ed.) Y. Sofue. Kluwer, Dordrecht 1998, 291-292.

6.2 Abstracts

Beckert, T., Duschl, W.J.: The AGN-switch. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 66 (1998).

Blöcker, T., Hofmann, K.-H., Lichtenthäler, J., Osterbart, R., Weigelt, G., Balega, Y.Y.: The hypergiant IRC+10 420: high-resolution speckle-masking interferometry and dust-shell modelling. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 116 (1998).

Braatz, J., Wilson, A., Henkel, C., Gough, R., Sinclair, M.: Monitoring water vapor masers in AGNs. *Bull. Am. Astron. Soc.* **30**, 36.04 (1998).

Bragg, A.E., Greenhill, L.J., Moran, J.M., Henkel, C.: Acceleration - Derived positions of high velocity maser features in NGC 9258. *Bull. American Astron. Soc.* **30**, 6.13 (1998).

Driebe, T., Blöcker, T., Herwig, F., Schönberner, D.: Diffusive overshooting in hot bottom burning AGB models. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 114 (1998).

Driebe, T., Blöcker, T., Herwig, F., Schönberner, D.: Diffusive overshooting in hot bottom burning AGB models. In: *Asymptotic Giant Branch Stars*. Poster paper. (IAU Symp. 191). 1998, P1-05

Falcke, H.: Results of and prospects for mm-interferometry observations of the Galactic Center supermassive black hole candidate Sgr A*. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 54 (1998).

Falcke, H., Ho, L.C.: Radio nuclei in nearby galaxies. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 64 (1998).

Gauger, A., Irrgang, P., Osterbart, R., Schniggenberg, G., Weigelt, G., Balega, Y.Y.: Speckle masking observations and radiative transfer modeling of the oxygen-rich dust shells of AFGL 2290 and CIT 3. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 115 (1998).

Herwig, F., Schönberner, D., Blöcker, T.: Violation of the core mass-luminosity relation for AGB models which experience the third dredge-up. In: *Asymptotic Giant Branch Stars*. Poster paper. (IAU Symp. 191). 1998, P1-10.

Hofmann, K.-H., Petrov, R.G., Malbet, F., Richichi, A.: Amber: the near infrared-red focal instrument for the VLTI. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 92 (1998).

- Hofmann, K.-H., Weigelt, G., Balega, Y.Y., Scholz, M.: Diffraction-limited speckle masking observations of the Mira variables R Cas and R Leo with the 6 m SAO telescope. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 125 (1998).
- Huchtmeier, W.K.: HI observations of the Karachentsev-survey of nearby dwarf galaxies. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 57 (1998).
- Irrgang, P., Balega, Y., Gauger, A., Osterbart, R., Schniggenberg, G., Weigelt, G.: Speckle masking imaging and radiative transfer modeling of the oxygen-rich dust shells of AFGL 2290 and CIT 3. In: *Asymptotic Giant Branch Stars. Poster paper. (IAU Symp. 191)*. 1998, P4-08.
- Lambert, H.C., Rickett, B.J., Kramer, M., Wielebinski, R.: Weak scintillation observations of pulsar B1929+10 at centimeter wavelengths. *Bull. Am. Astron. Soc.* **29**, 111.09 (1997)
- Mauersberger, R., Henkel, C., Walsh, W., Schulz, A.: An extragalactic CO (J= 3 – 2) survey with the Heinrich-Hertz-Telescope. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 141 (1998).
- Menten, K.M.: (Sub)millimeter interferometry — Today and tomorrow. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 55 (1998).
- Neininger, N., Guélin, M., Lucas, R., Ungerechts, H., Wielebinski, R.: The kinematics of molecular clouds in the Andromeda galaxy. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 53 (1998).
- Osterbart, R., Balega, Y., Menshchikov, A., Langer, N., Weigelt, G.: 75 mas speckle imaging and radiative transfer modeling of the red rectangle. In: *Asymptotic Giant Branch Stars. Poster paper. (IAU Symp. 191)*. 1998, P5-19.
- Osterbart, R., Blöcker, T., Menshchikov, A.B., Weigelt, G., Balega, Y.Y., Winters, J.M.: Diffraction-limited bispectrum interferometry of the carbon star IRC+10 216 with the SAO 6 m telescope. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 115 (1998).
- Osterbart, R., Menshchikov, A.B., Weigelt, G., Balega, Y.Y., Langer, N.: High-resolution speckle imaging and radiative transfer modeling of the red rectangle. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 114 (1998).
- Quirrenbach, A., Kraus, A., Lobanov, A., Krichbaum, T.P., Witzel, A., Schneider, P., Wagner, S.J., Heidt, J., Bock, H., Aller, M., Aller, H.: Rapid variability in the BL Lacertae object AO 0235+164. *Bull. American Astron. Soc.* **30**, 36.03 (1998).
- Rottmann, H., Dennet-Thorpe, J., Klein, U.: Multi-frequency observations of X-shaped radio galaxies. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 137 (1998).
- Schilke, P.: Millimeter interferometric observations of NGC 7027. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 54 (1998).
- Tarchi, A., Moscadelli, L., Mack, K.-H., Henkel, C.: H₂O megamasers in a sample of FRI radio galaxies. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 139 (1998).
- Wielebinski, R., Dumke, M., Nieten, C.: Extended warm CO gas in nearby galaxies. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 52 (1998).
- Wyrowski, F.: Sub-arcsecond observations of the high mass star forming region W3(OH). *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 55 (1998).
- Zinnecker, H., Hasinger, G., Storm, J., Weigelt, G.: Interferometry with the Large Binocular Telescope. *Astronomische Gesellschaft Abstract Series* **14**, 92 (1998).

6.3 Sonstiges

- Henkel, C., Chin, Y.-N., Wielebinski, R., Mauersberger, R.: Cool gas in southern galaxies. *ESO Messenger* **91**, 45-48 (1998).
- Petrov, R.G., Malbet, F., Richichi, A., Hofmann, K.-H.: AMBER, the near-infrared/red VLT focal instrument. *The ESO Messenger* **92**, 11-14 (1998).

6.4 Bücher

Zensus, J.A., G.B. Taylor, J.M. Wrobel (Eds.): Radio emission from galactic and extragalactic compact sources. Proceedings of IAU Coll. 164 (ASP conf. series **144**). Astronomical Society of the Pacific, San Francisco 1998.

Norbert Junkes