

# 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. Zum 01.02. des Jahres wurde Dr. J. Anton Zensus zum Direktor am Institut berufen.

### 1 Personal und Ausstattung

#### 1.1 Personalstand

##### *Wissenschaftliche Mitarbeiter:*

Dr. W. Alef, Dr. W.J. Altenhoff, Dr. J.W.M. Baars (seit 01.09 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, Prof. Dr. P.L. Biermann, Dr. T. Blöcker (seit 01.09.), G. Ediss, M.Sc., Dr. G. Engelen, Dr. O. Fischer (bis 31.08.), Dipl.-Phys. A. Freihold, Prof. Dr. E. Fürst (Abteilungsleiter Wissenschaftliche Datenverarbeitung, seit 01.08. Leiter der Station Effelsberg), Dr. H.-P. Gemünd, Dipl.-Ing. M. Geng, Dipl.-Phys. H.-G. Girnstein, 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. Hutfleß, Dr. A. Jessner, Dipl.-Phys. A. von Kap-herr, Dipl.-Ing. U. Kohl (bis 31.08.), Dr. M. Kramer, Dr. M. Krause, Dr. Th. Krichbaum, Dr. E. Kreysa, Priv.-Doz. Dr. E. Krügel, Dr. H. Mattes, Dr. M. McCaughrean, Dr. A. Menschikov (seit 18.08.), Dr. K.M. Menten (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. P.G. Mezger (emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied), Dr. D. Muders (tätig am SMTO in Tucson), Dr. P. Müller, Dr. J. Neidhöfer, Dr. R. Osterbart, Dr. A. Patnaik, Dr. I.I.K. Pauliny-Toth, Dr. R. Porcas, Dr. E. Preuss, Dr. P. Reich, Dr. W. Reich (bis 31.07. Abteilungsleiter Station Effelsberg), Dr. L. Reichertz (seit 16.03.), Dr. H.-P. Reuter, Dr. K. Ruf-Ursprung, Dipl.-Phys. F. Schäfer, Dr. M. Scherschel (bis 31.08.), Dr. D. Schertl, Dr. P. Schilke (seit

21.04.), Prof. Dr. R. Schlickeiser, Prof. Dr. J. Schmid-Burgk, Dipl.-Phys. A. Schmidt, 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, Dipl.-Math. F. Uhlig, Prof. Dr. G. Weigelt (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. R. Wielebinski (Geschäftsführender Direktor), Dr. T.L. Wilson (seit 01.08. abgeordnet als Direktor zum SMTO, Tucson), Dr. A. Witzel, Dr. R. Wohlleben, Dipl.-Phys. S. Wongsowijoto, Dr. J.A. Zensus (seit 01.02. Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Dipl.-Ing. W. Zinz (Abteilungsleiter Elektronik).

#### *Stipendiaten und Gäste:*

Dr. Sc. Aaron, Dr. G. Bower (seit 03.09.), Dr. C. Codella (bis 28.02.), Dr. M. Dumke (bis 31.12.), Prof. Dr. W. Duschl, Dr. H. Falcke, Dr. R.F. Gangadhara (bis 31.10.), Dr. A. Gauger (seit 01.08.), Dr. P. Gensheimer (bis 14.08.), Dipl.-Ing. Sh. Gong, Dr. F. Gueth (seit 01.12.), Dr. J. Han (seit 21.05.), Dr. R. Kothes (seit 01.05.), Prof. Dr. P. Kronberg (seit 15.12.), Dr. A. Lobanov, Dr. D. Lorimer, Dr. Ch. Ma (bis 31.10.), Dr. M. Massi, Priv.-Doz. Dr. R. Mauersberger (tätig am SMTO in Tucson), Dr. L. Moscadelli, Dr. B. Peng (seit 01.07.), Dr. B. Ragot (seit 01.07.), Dr. L. Reichertz (bis 15.03.), Dr. L. Saripalli (seit 01.09.), Dr. P. Schilke (bis 20.04.), Prof. Dr. W. Sieber (bis 31.07.), Dr. V. Soglasnova (bis 31.07.), Prof. Dr. M. Solomon (bis 28.02.), Dr. R. Stark, Dr. B. Uyaniker (seit 01.06.), Prof. Dr. P. Stumpff, Dr. P. van der Wal, Dr. N. Wex, Dr. R. Zylka.

#### *Doktoranden:*

Dr. M. Böttcher (bis 28.02.), Dr. S. Britzen (bis 30.06.), Dipl.-Phys. A. Donea (bis 31.07.), Dipl.-Phys. F. Donea (bis 31.07.), Dr. M. Dumke (bis 28.02.), Dipl.-Phys. T. Enßlin, Dipl.-Phys. J. Gromke, Dipl.-Phys. A. von Hoensbroech, Dipl.-Phys. Th. Klein, Dr. R. Kothes (bis 30.04.), Dr. A. Kraus (bis 31.12.), Dipl.-Phys. M. Kraus (seit 01.09.), Dipl.-Phys. Th. Kugelmeier, Dipl.-Phys. C. Lange, Dipl.-Phys. J. Lichtenthäler, Dipl.-Phys. Chr. Nieten (seit 01.09.) Dipl.-Phys. S. Philipp, Dipl.-Phys. G. Pugliese (seit 01.06.), Dipl.-Phys. H. Rottmann, Dipl.-Phys. I. Roussev (seit 01.10.), Dipl.-Phys. M. Schicke, Dipl.-Phys. G. Schniggenberg, Dipl.-Phys. M. Schreiner (bis 31.03.), Dipl.-Phys. H. Seemann, Dipl.-Phys. M. Thierbach, Dr. B. Uyaniker (bis 31.05.), Dipl.-Phys. Y. Wang, Dr. H. Wiesemeyer (bis 30.04.), Dipl.-Phys. M. Wittkowski, Dipl.-Phys. Chr. Zier, Dipl.-Phys. V. Zota.

#### *Diplomanden:*

M. Burke, Th. George (seit 01.11.), A. Giesecke (seit 01.07.), T. Hannemann (seit 01.11.), Dipl.-Phys. J. Hurka (bis 31.03.), P. Irrgang (seit 01.11.), T. Klein (seit 01.11.), Dipl.-Phys. M. Kraus (bis 30.06.), M. Mörsberger, G. Thuma (seit 01.10.), Dipl.-Phys. H. Vaßen (bis 31.05.), B. Weferling.

## 1.2 Instrumente und Rechenanlagen

Am Heinrich-Hertz-Teleskop in Arizona wurden mehrere im Institut entwickelte Empfangssysteme für regelmäßige Beobachtungsperioden eingesetzt; darunter Empfänger für 345, 460 und 890 GHz sowie ein Bolometerarray. Ein Teil der Meßzeit wurde auch von Mitarbeitern deutscher Universitäten wahrgenommen. Der flexible Beobachtungsbetrieb mit dem 100-m-Radioteleskop erforderte den Einsatz von insgesamt 16 verschiedenen Empfängern über einen Wellenlängenbereich von 3.5 mm bis 35 cm. Erstmals war das Teleskop in Weltraum-VLBI-Experimente einbezogen, die im Rahmen des japanischen VSOP-Projekts zu einem weltweiten VLBI-Beobachtungsverbund bei 1.6 und 5 GHz führten. Das 100-m-Teleskop konnte rund 60% der Jahreszeit für Beobachtungen genutzt werden. Der Rückgang an Beobachtungszeit gegenüber dem langjährigen Mittelwert erklärt sich aus dem zeitaufwendigen Projekt der Paneelerneuerung. Rund 16% der Beobachtungszeit entfiel auf Mitarbeiter deutscher Universitäten.

Auch im Jahr 1997 wurden weitere Workstations (SUN und HP) angeschafft, zum Teil solche mit höherer Leistung als Sparc Ultra und HP J282. Bei der Neuverkabelung des

Institutes mit "Twisted Pair"-Kabel wurden weitere Fortschritte erzielt, so daß ein Teil der Zubringerleitungen mit Fast-Ethernet betrieben werden kann.

Im Mittelpunkt der technischen Arbeiten am 100-m-Radioteleskop stand das Projekt des Austauschs der äußeren Drahtnetzpaneele gegen perforierte Aluminiumpaneele. Infolge technischer Schwierigkeiten auf der Herstellerseite konnten nur rund 30% der insgesamt vorgesehenen 672 Paneele montiert werden.

Das Verfahren der Holographie zur Vermessung der Paneellage wurde mit Hilfe des 18.6-GHz-Signals des Satelliten ITALSAT F2 erprobt. Das Verfahren funktioniert und kann nach beendeter Montage sofort angewandt werden.

Das neue 8192-Kanal-Autokorrelationssystem wurde vollständig ins Effelsberger System integriert und ist jetzt ein Standardbackend mit entsprechender On- und Off-line Auswertung. Das Pointing wurde softwaremäßig neu organisiert und flexibler gestaltet, vor allem im Hinblick auf die kurzen Wellenlängen und Beobachtungen von mehreren Frequenzen aus dem Sekundärfokus. Während eines Treffens über Antennen-Kontrollsysteme im April in Bonn wurde die Ablösung der derzeitigen Hard- und Software an den Teleskopen von IRAM und MPIfR diskutiert. Es wurde eine enge Zusammenarbeit mit IRAM und dem HHT vereinbart. Erste Vorarbeiten für die bei diesem Treffen befürwortete Lösung mit VxWorks und VME wurden durchgeführt. Mit diesem System soll die veraltete CAMAC-J11-VAX Struktur abgelöst werden.

Verbesserungen wurden am Pulsarbeobachtungssystem vorgenommen. Eine schmalbandige  $2 * 8 * 4$ -MHz-Filterbank zur Pulsarsuche bei Frequenzen zwischen 1.4 und 3 GHz wurde in Betrieb genommen. Der kohärente Effelsberg-Berkeley-Pulsar-Prozessor (EBPP) arbeitet seit Beginn des Jahres im regulären Meßbetrieb. Das Pulsararchiv (Rohdaten seit 1991) ist nun auch auf CD-ROM abgespeichert.

Schwerpunkte in der Arbeit der Elektronikabteilung im Jahr 1997 waren die Inbetriebnahme des neuen Autokorrelators mit 8 Einzelspektrometern von je bis zu 1024 Kanälen und Bandbreiten von 10 MHz bis 160 MHz, die Entwicklung rauscharmer HEMT-Verstärker auf der Basis von InP-Transistoren in den Frequenzbereichen 26–40 GHz und 33–50 GHz, die Arbeit an mehreren Empfangssystemen für das 100-m-Teleskop und die Entwicklung des Prototyps eines Breitband-Korrelators für den Einsatz mit einem Multibeam-System am Heinrich-Hertz-Teleskop, der Betrieb der Empfangssysteme am 100-m-Teleskop und des VLBI-Korrelators.

Mit der Inbetriebnahme des neuen Korrelators in Effelsberg wurden die Weichen für zukünftige breitbandige Spektroskopie gestellt. Bei Versatz der 8 Spektrometer kann ein Band von fast 1-GHz-Breite gleichzeitig analysiert oder aber bei Verteilung der 8192 Kanäle auf z.B. 10-MHz-Bandbreite eine sehr hohe Frequenzauflösung erreicht werden. Für den Einsatz des neuen Spektrometers wurden für beide Empfängerboxen breitbandige Übertragungsstrecken (500 MHz) für die ZF-Signale eingerichtet.

Erfolgreich im Labor getestet wurde auch der Prototyp eines 1 GHz breiten Korrelators mit 1024 Kanälen. Für den Einsatz mit Multibeam-Systemen am Heinrich-Hertz-Teleskop sind 32 solcher Korrelatoren vorgesehen; die Produktion der entsprechenden Platinen und der Aufbau des Gesamtsystems läuft bereits.

Auf der Basis einer Zusammenarbeit mit der NASA über die Evaluierung von kühlbaren InP-Transistoren hat das Institut Zugriff auf Transistoren, die kommerziell nicht erhältlich sind, und kann sogar Einfluß auf das Layout nehmen. Mit diesen Transistoren wurden nun erste Verstärker gebaut, die extrem rauscharm und breitbandig sind. So können die Bänder 26–40 GHz und 33–50 GHz mit nur je einem Verstärker überdeckt werden. Das Rauschen, am Eingang des Testdewars gemessen, betrug etwa 20 K bzw. unter 30 K, das ist eine Verbesserung um etwa einen Faktor 2 gegenüber Verstärkern, die mit Pseudomorphic-Transistoren gebaut wurden. Zur Zeit werden mehrere Verstärker für den Einsatz in Systemen für das Teleskop in Effelsberg gebaut.

Die Arbeiten zur Verbesserung und zum Ersatz älterer Empfänger am 100-m-Teleskop durch modernere Systeme wurden fortgesetzt. Ein neues System für den Frequenzbereich 40–50 GHz steht kurz vor der Fertigstellung. Im Herbst konnte erstmals auch ein Empfänger für VLBI-Beobachtungen im Bereich 800 MHz–1.2 GHz erfolgreich eingesetzt werden.

Nach der Fertigstellung eines 37-Element-Array-Bolometers wurde dieses im April während einer kurzen Periode am MRT getestet. Das war im wesentlichen erfolgreich, obwohl sich eine zunächst unverständliche 1/f-Rauschkomponente bei allen Bolometern nachweisen ließ. In anschließenden umfangreichen Labortests in Zusammenarbeit mit der Gruppe von Eugene Haller (Berkeley), dem Hersteller der Thermistoren, konnte der Grund schließlich in der Technik der Herstellung der Thermistoren selbst ausgemacht werden. Neue verbesserte Thermistoren sind in Arbeit. Umfangreiche weitere Laborentwicklungen konzentrierten sich auf die Entwicklung eines Bolometerarrays für eine Arbeitstemperatur von 100mK, wovon wir eine Empfindlichkeitssteigerung um etwa eine Größenordnung gegenüber den 300mK-Systemen erwarten.

Eine von der DARA teilfinanzierte Technologiestudie zur Entwicklung von SIS-Empfängern für den submm-Wellenlängenbereich konnte mit dem erfolgreichen Einsatz des Empfangssystems bei 809 GHz (Januar am HHT) abgeschlossen werden. Das “planare” Mischerkonzept beinhaltet eine double-slot Antenne mit vorgesetzter Substratlinse zur Kopplung an die einkommende Strahlung. Die Detektorelemente wurden in Zusammenarbeit mit IRAM (Grenoble) entwickelt. Aufgrund schlechten Wetters war jedoch nur ein astronomisches Minimalprogramm durchführbar; die gute Antennencharakteristik und Rauscheigenschaft des Systems (DSB Rauschtemperatur: 680 K bei 809 GHz) jedoch konnte an astronomischen Quellen verifiziert werden. Die hier gewonnenen Erfahrungen werden unmittelbar der Entwicklung des für SOFIA geplanten Empfangssystems zugute kommen. In Zusammenarbeit mit IRAM (Grenoble) wird das MPIfR einen für den Wellenlängenbereich 110-120  $\mu\text{m}$  optimierten Detektor entwickeln (4 Elemente, basierend auf NbN hot electron Mischern). Eines der astronomischen Ziele ist die Bestimmung der interstellaren und, letztendlich, die Eingrenzung der kosmologischen Häufigkeit des Deuteriums.

Das 16-Element Heterodyn-Array (“CHAMP” – teilfinanziert im Rahmen der Verbundforschung Astronomie) für den Einsatz im atmosphärischen Fenster bei 490 GHz nimmt Gestalt an. Die Entwicklung aller wesentlichen Komponenten wurde abgeschlossen, die Serienfertigung ist angelaufen und mit der Integration des Gesamtsystems wurde begonnen.

In der technischen Abteilung für Optische Interferometrie und digitale Bildverarbeitung wurden CCD-Kameras für Speckle-Masking-Beobachtungen im Wellenlängenbereich von 400 nm bis 900 nm entwickelt. Das allgemein in wissenschaftlichen CCD-Kameras verwendete Correlated Double Sampling (CDS) zur Reduzierung des Ausleserausches wurde weiterentwickelt zum *digitalen* CDS. Der Reset-Pegel eines jeden Pixels wird dabei digital subtrahiert. Durch mehrfache Wandlung des Analog/Digital-Wandlers wird das Videosignal für jedes Pixel zusätzlich digital gefiltert und das Systemrauschen minimiert.

Mit dieser Kamera und einer gleichzeitig betriebenen Infrarot-Kamera wurden 1997 Speckle-Masking-Beobachtungen am russischen 6-m-Teleskop durchgeführt. Die Infrarot-Kamera ist mit einem NICMOS3-Sensor mit 256x256 Pixeln für den Wellenlängenbereich von 1–2,5  $\mu\text{m}$  ausgerüstet. Bei einer max. Quantenausbeute des Sensors von 65% beträgt das Ausleserauschen etwa  $40 e^-$ . Beide Kamerasysteme sind fernbedienbar und über ein Glasfaserkabel, das ebenfalls die digitalisierten Kamerabilder überträgt, mit dem Steuerrechner verbunden. Die für die CCD-Kameras entwickelte digitale Filterung wird zur Zeit auch in die Elektronik der Infrarot-Kamera implementiert. Eine weitere Infrarot-Kamera mit 1024x1024 Pixeln und wesentlich geringerem Ausleserauschen steht kurz vor der Fertigstellung. Die höhere Empfindlichkeit kommt vor allem der Beobachtung schwacher, flächenhafter Objekte zugute, wie z.B. protoplanetarischen Nebeln.

Für jede Kamera wird mit einem System aus fünf digitalen Signal-Prozessoren (DSP) eine online-Bildverarbeitung der Speckle-Interferogramme durchgeführt, wie z.B.: Darstellung

des Laufbildes, Berechnung des Bildhistogramms, Berechnung und Darstellung des Langzeitbildes (mit und ohne Schwerpunktzentrierung) und des mittleren 2D-Powerspektrums bei einer Bildrate von 4 Bildern pro Sekunde. Ferner werden mit Hilfe der DSPs die CCD-Daten auf vier Exabyte-Bandlaufwerke zur Abspeicherung verteilt. Eine besondere Herausforderung für das DSP-System ist die Berechnung des mittleren Bispektrums der Speckle-Interferogramme mit anschließender Bildrekonstruktion. Man erhält während der laufenden Aufnahmen am Teleskop Bilder mit annähernd beugungsbegrenzter Ortsauflösung, also z.B. 30 Milli-Bogensekunden im Optischen am 6-m-Teleskop.

## 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 Proff. Biermann, Fürst, Schlickeiser, Schmid-Burgk, Weigelt, Wielebinski und Priv.-Doz. Krügel. Darüber hinaus wurde eine Reihe von Vorlesungen an auswärtigen Universitäten gehalten, wie z.B. von Prof. Biermann in Indien und den USA, 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. R. Porcas und R. Schwartz waren Mitglied im Programmkomitee des europäischen VLBI-Netzes (EVN). Im "Radioastron International Scientific Council" (RISC) arbeiteten E. Preuss und J.A. Zensus mit. An weiteren Mitgliedschaften in Gremien sind zu erwähnen: J.W.M. Baars: Scientific and Technical Advisory Committee on Large Millimeter Telescope (INAOE, Puebla, Mexiko), Chairman IAU/URSI working Group on International Collaboration in Large (Sub)Millimeter Arrays, Telescope Working Group for FIRST; U. Beckmann und K.H. Hofmann: VLTI AMBR Team; U. Beckmann und R. Osterbart: VLTI PRIMA Team; P.L. Biermann: Komitee des Hochleistungsrechenzentrum Jülich, K.M. Menten: IRAM-Verwaltungsrat, SMTO-Verwaltungsrat, Mitglied IAU Comm. 34/Astrochemistry Working Group, Programmkomitees NRAO VLA +VLBA, Mitglied OECD Megascience Committee; W. Reich: Vorsitzender der Kommission J (Radioastronomie) der URSI, Mitglied der "Large Telescope Working Group" (LTWG) der URSI, Mitglied von CRAF; R. Schlickeiser: Vorstandsmitglied der Arbeitsgemeinschaft Extraterrestrische Forschung e.V., Mitglied der IUPAP-Commission (C4) on Cosmic Rays; R. Schwartz: VSOP Technical Working Group und MGIO Verwaltungsrat; G.P. Weigelt: Mitglied VLT Interferometer Steering Committee der ESO, LBT Science Advisory Committee; A. Witzel: Programmkomitee des Coordinated Millimeter VLBI Array (CMVA); R. Wielebinski: Mitglied der EVN-Direktoren, des JIVE Board und des Wissenschaftlichen Beirats (AIP); J.A. Zensus: JIVE-Verwaltungsrat, EVN-Direktoren.

## 3 Wissenschaftliche Arbeiten

### 3.1 Spektroskopie

Die Arbeiten der Spektroskopiegruppe umfaßten Untersuchungen des molekularen Mediums sowohl in externen Galaxien als auch in unserer Galaxis. Bei den externen Objekten konzentrierte sich das Interesse vor allem auf die neugewonnenen Möglichkeiten der chemischen Analyse stark rotverschobener Systeme mittels Absorptionslinien sowie auf die Suche nach H<sub>2</sub>O-Megamasern. In der Milchstraße standen Fragen der chemischen Entwicklung von Molekülwolken und der Sternentstehung in Wechselwirkung mit dem umgebenden

Medium im Vordergrund. Ein besonderer Erfolg war der Molekülspektroskopie des Kometen Hale-Bopp im Radiobereich beschieden. Im folgenden wird eine Auswahl der behandelten Themen skizziert.

### 3.2 Das interstellare Medium in externen Galaxien

Zahlreiche Molekülsorten zeigen bei Radio- und Millimeterwellenlängen Absorptionslinien im Kontinuum der durch Gravitationslinsen abgebildeten Systeme, was neue Möglichkeiten zur Untersuchung des interstellaren Mediums von Galaxien in kosmologischen Entfernungen eröffnet. In einer äußerst erfolgreichen Serie von Beobachtungen unter Benutzung des NRAO Very Large Array, des 100-m-Teleskops sowie des IRAM Interferometers auf dem Plateau de Bure wurden etwa zwei Dutzend Spektrallinien von 10 verschiedenen Molekülen in Richtung der Galaxie entdeckt, welche als Gravitationslinse für das Einsteinringssystem 1830–211 verantwortlich ist.

Bei einer Rotverschiebung von  $z = 0.89$  wurden Linien von HCN,  $\text{H}^{13}\text{CN}$ , HNC,  $\text{HN}^{13}\text{C}$ ,  $\text{HCO}^+$ ,  $\text{H}^{13}\text{CO}^+$ ,  $\text{C}_2\text{H}$ ,  $\text{HC}_3\text{N}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}$  sowie des Ringmoleküls  $\text{C}_3\text{H}_2$  entdeckt. Diese Beobachtungen erlauben sehr genaue Bestimmungen von Relativhäufigkeiten verschiedener Moleküle und von Isotopenverhältnissen sowie die Messung des Ortho/Para-Verhältnisses von Formaldehyd ( $\text{H}_2\text{CO}$ ). Darüber hinaus haben Multiliniemessungen zu einer Bestimmung der Temperatur des kosmischen Mikrowellenhintergrundes bei  $z = 0.89$  geführt, die sich in Einklang mit dem Standardmodell der Kosmologie befindet.

Am 100-m-Teleskop läuft gegenwärtig ein Programm zur Suche nach molekularem Sauerstoff in den Absorptionsgebieten zweier Gravitationslinsensysteme. Die hohe Rotverschiebung der Linsen ermöglicht die Trennung ihrer  $\text{O}_2$ -Linien von der atmosphärischen Absorptionsbande, die ansonsten jede terrestrische Sauerstoffmessung blockiert.

*Personal.* C. Henkel, K.M. Menten und A.R. Patnaik; mit C.L. Carilli/NRAO und M.J. Reid/Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics.

Mit dem Westerbork Synthesis Radio Telescope (WSRT) wurde eine Suche nach der rotverschobenen 21-cm-Linie des neutralen Wasserstoffs in Richtung von "Roten Quasaren" durchgeführt. Das untersuchte Sample bestand aus Quellen des 1-Jy-Radiokatalogs, die nicht auf den Palomar Sky Survey-Platten identifiziert werden konnten. Letzteres weist auf starke Extinktion durch Staub in entlang der Sichtlinie platzierten Systemen oder in den mit den Radioquellen selbst assoziierten Galaxien hin. Die HI-Linie wurde in vier von fünf untersuchten Quellen bei Rotverschiebungen zwischen 0.58 und 0.74 mit zum Teil hohen Säulendichten entdeckt. Das absorbierende Gas befindet sich in drei der Quellen in der Nähe des AGN und ist entweder zirkumnukleares Material oder Teil des interstellaren Mediums der AGN-Muttergalaxie. In einem Fall findet die Absorption möglicherweise in einer mit dem AGN unassoziierten Galaxie statt.

Um Beobachtungen von rotverschobenem HI mit Millibogensekundenauflösung zu ermöglichen, wurde ein VLBI-Experiment unter Beteiligung des WSRT, des Green Bank 43-m-Teleskops und des 100-m-Teleskops durchgeführt. Etwa ein Dutzend Quellen einschließlich der erwähnten Roten Quasare und Gravitationslinsensysteme wurde beobachtet; diese Daten werden gegenwärtig ausgewertet.

*Personal.* K.M. Menten; mit C.L. Carilli und anderen Wissenschaftlern des NRAO sowie R. Vermeulen und andere Mitarbeiter des NFRA (Niederlande).

Mehrere prominente Sternentstehungsgebiete der großen und kleinen Magellanschen Wolke wurden spektroskopisch im 3- und 2-mm-Bereich untersucht. Die Beobachtung zahlreicher Moleküle, z.T. mit seltenen Isotopen, erlaubt erstmalig die astrochemische Untersuchung von molekularem Material geringer Metallizität. Sogar in der metallarmen kleinen Magellanschen Wolke ist der  $\text{N}(\text{H}_2)/\text{I}(\text{CO})$ -Konversionsfaktor nur wenig größer als in der galaktischen Scheibe, was auf ein weitgehend molekulares interstellares Medium in den Wolchenkernen hinweist. Molekulare Häufigkeiten relativ zu  $\text{H}_2$  sind in der kleinen Magellanschen Wolke um ein bis zwei Größenordnungen kleiner als in der galaktischen Scheibe; dies ist im

wesentlichen der niedrigen Metallizität zuzuschreiben. Bemerkenswert ist das Fehlen eines nachweisbaren CN-Signals in der Sternentstehungsregion LIRS 36. Chemische Modellrechnungen zeigen, daß dies als Folge der hohen Dichte der molekularen Kerne ( $>10^5 \text{ cm}^{-3}$ ) und ihrer geringen Metallizität interpretiert werden kann. Bemerkenswert sind auch die CNO-Isotopenverhältnisse, die drastisch von denen der galaktischen Scheibe abweichen. Eine systematische Analyse dieser "Anomalien" in bezug auf stellare Nukleosynthese und "chemische" Entwicklung steht noch aus.

*Personal.* C. Henkel; mit Y.-N. Chin/Inst. Astron. Astrophys., Taipeh, J.B. Whiteoak, M.R. Hunt/CSIRO, T. Millar/UMIST, Manchester, N. Langer/Univ. Potsdam und C. Lemme/DLR, Berlin.

Große elliptische Galaxien besitzen einen massereichen Halo mit Gas hoher Temperatur, der thermische Röntgenstrahlung aussendet. Diese koronale Strahlung sollte in der Lage sein, den Staub zu zerstören und die Infrarotleuchtkraft zu minimieren, während das Gas z.T. stark abkühlt und vor der Entstehung neuer Sterne noch eine molekulare Phase mit starker CO-Abstrahlung durchläuft. Um dieses "Standard Cooling Flow"-Modell zu testen, wurden elliptische Galaxien hoher Röntgen- und niedriger Infrarotleuchtkraft mit hoher Empfindlichkeit in CO beobachtet. Ein Nachweis von Linienstrahlung gelang nicht (selbst nicht bei der zuvor schon zweimal "detektierten" Galaxie NGC 4472). Die Abwesenheit von nachweisbaren CO-Linien ist mit dem "Standard Cooling Flow"-Modell nur schwer vereinbar.

Da hochauflösende Messungen der in frühen Galaxien manchmal vorhandenen molekularen Komponente noch fast völlig fehlen, wurde von der elliptischen Galaxie NGC 759 mit dem Interferometer auf dem Plateau de Bure eine CO-Karte mit  $2''6$  Auflösung erstellt. Der größte Teil des molekularen Gases (mehrere  $10^9 M_{\odot}$ ) bildet einen Ring (Radius:  $650 \text{ pc}$ ; Flächendichte:  $750 M_{\odot} \text{ pc}^{-2}$ ). Auch wenn die Flächendichte sehr hoch ist, liegt sie doch unterhalb des kritischen Wertes, bei dem großräumige Instabilitäten zu erwarten wären. Verglichen mit Galaxien ähnlicher molekularer Masse besitzt NGC 759 nur eine geringe Infrarotleuchtkraft, so daß es sich um einen "Merger" im Spätstadium handeln könnte. Verwenden wir die radiale Masseverteilung sphärischer Galaxien, die aus dem charakteristischen  $r^{1/4}$ -Leuchtkraftprofil folgt, ergibt sich ein molekularer Gasmassenanteil, der kleiner ist als bei Verwendung einfacherer Masseverteilungen. Für die zentralen Gebiete ultraleuchtkräftiger IRAS-Galaxien waren häufig spektakulär hohe Anteile molekularen Gases bestimmt worden. Die hier verwendete kompliziertere, aber wahrscheinlich korrektere radiale Masseverteilung führt zu einer Reduktion dieser Werte.

*Personal.* C. Henkel; mit T. Wiklind/Onsala Space Obs., F. Combes/Meudon und J. Braine/ Univ. Bordeaux.

Alle bislang im Detail untersuchten  $\text{H}_2\text{O}$ -Megamaser stammen aus dem zentralen Parsec aktiver Galaxien und sind somit wichtige Sonden zum Studium des AGN-Phänomens. Eine systematische Suche nach Megamasern in 364 Seyfert- und LINER-Galaxien ( $V < 7000 \text{ km s}^{-1}$ ;  $m_B < 14^m3$ ) führte zur Entdeckung von 10 neuen Maserquellen. Die drastisch erhöhte Zahl beobachteter Quellen erlaubt zum ersten Mal eine statistische Untersuchung:  $\text{H}_2\text{O}$ -Emission wird nicht in Seyfert 1, sondern nur in Seyfert 2 und LINER-Galaxien beobachtet. Dies ist konsistent mit der Vorstellung, daß die den aktiven Kern umgebende,  $\text{H}_2\text{O}$  emittierende Scheibe in Seyfert 2-Galaxien mehr von der Seite gesehen wird, was zu höheren Säulendichten führt. Zumindest partiell könnte dann auch die Kontinuumstrahlung der zentralen Radioquelle verstärkt werden. Die Beobachtungen weisen auch darauf hin, daß einige der LINER-Galaxien aktive Kerne besitzen. Seyfert 2-Galaxien, deren zentrale Quelle im Röntgenbereich stark absorbiert wird ( $N_{\text{H}} > 10^{24} \text{ cm}^{-2}$ ), zeigen häufiger  $\text{H}_2\text{O}$ -Emission als Quellen mit geringeren Säulendichten. Viele der Megamasergalaxien sind Spiralgalaxien, deren Scheibe näherungsweise von der Seite gesehen wird.

Deshalb begann am 100-m-Teleskop eine Suche nach  $\text{H}_2\text{O}$ -Megamasern in den Kernen von FR I-Galaxien. Diese Klasse von Objekten wurde ausgewählt, weil deren Jets vermutlich annähernd in der Himmelsebene liegen. Eine senkrecht zur Jetachse angeordnete zentrale

Scheibe würde also besonders hohe Säulendichten und damit eine hohe Chance für Maserverstärkung bieten. Es sollten insgesamt etwa 80 solcher Quellen untersucht werden; bis jetzt wurden keine neuen Megamaser entdeckt.

*Personal.* L. Moscadelli und C. Henkel; mit A. Tarchi/Univ. Bonn und K.-H. Mack/CNR Bologna.

Nicht alle  $\text{H}_2\text{O}$ -Megamaser sind mit rotierenden nuklearen Scheiben assoziiert. Eine der beiden bekannten elliptischen Galaxien mit Megamaseremission wurde mit hoher Auflösung (0.7 Millibogensekunden) beobachtet. Die  $\text{H}_2\text{O}$ -Emission stammt in diesem Fall entweder von mit dem Radiojet wechselwirkendem geschocktem molekularem Gas oder von einer Molekülwolke, die sich zufällig vor dem Jet befindet und dessen Radiokontinuum verstärkt.

Die Kartierung von  $\text{H}_2\text{CO}$ -Absorption in Richtung auf den Kern der  $\text{H}_2\text{O}$ -Kilomasergalaxie NGC 253 zeigt zusätzlich zur bereits vorher bekannten "äußeren" nuklearen Scheibe auch eine dagegen geneigte, schnell rotierende innere Scheibe. Radiospektren und Kontinuumdaten weisen auf eine leicht gebogene, von der Kante her gesehene Struktur hin, die Supernovaüberreste enthält und von deren Zentrum Gas senkrecht zur innersten Scheibenebene abgestoßen wird.

*Personal.* C. Henkel; mit A.S. Wilson, K. Weaver/Univ. of Maryland, J. Braatz/Ctr. for Astrophys., M. Claussen, P. Diamond/NRAO und W.A. Baan/Arecibo.

### 3.3 Galaktische Molekülwolken

Mit Hilfe eines 1.2-m-Radioteleskops der Universität von Chile wurde eine umfangreiche Durchmusterung des Zentrums der Milchstraße in  $\text{C}^{18}\text{O}$  durchgeführt. Ein Vergleich mit CO ergab, daß die CO-Linien im Zentrumsgebiet optisch dünn sind. Es konnte gezeigt werden, daß der üblicherweise benutzte "Standard"-Konversionsfaktor zur Umrechnung von über die ganze Linie integrierter Intensität der CO-Emission in die Säulendichte von  $\text{H}_2$  im Falle der Zentralregion um einen Faktor 7 zu hoch ist, die Masse der Molekülwolken im Zentrum also nur  $3 \times 10^7 M_\odot$  beträgt. Ein universell gültiger Konversionsfaktor kann demnach, im Widerspruch zur bisher meist gemachten Annahme, nicht angegeben werden, und die Abschätzungen von Massen der Molekülwolken in anderen Galaxien dürften häufig bis zu fast einem Faktor 10 zu hoch gegriffen sein.

*Personal.* T.L. Wilson; mit S. Hüttemeister/AIUB, G. Dahmen, R. Mauersberger/ Steward Observatory und MPIfR, L. Bronfman und J. May/U. Chile.

Es wurden Studien von "hot cores", heißen, dichten Gebieten, in denen gerade massive Sterne entstehen, durchgeführt. Durch ihre speziellen Bedingungen: Aufheizung auf  $\approx 200$  K vor relativ kurzer Zeit, damit Verdampfung der Eismäntel von Stauboberflächen, sind diese Regionen reich an komplexen Molekülen und deshalb lohnende Ziele von spektroskopischen Beobachtungen. Der Prototyp von hot cores ist der Orion hot core. Dort wurden und werden am Caltech Submillimeter Observatory Liniensurveys im Submillimeter-Bereich durchgeführt (607–725 GHz und 780–840 GHz), die nun teilweise in Bonn ausgewertet werden.

Obwohl Orion die Quelle mit der relativ stärksten Linienstrahlung darstellt, ist dieses Gebiet ein Zwerg in galaktischen Vergleich. Näher am Galaktischen Zentrum liegen hot cores, die um ein Vielfaches massiver sind und eine viel höhere Säulendichte haben als Orion. Diese hot cores sind zwar bei weitem noch nicht so gut erforscht wie Orion, sind jedoch vielleicht noch lohnendere Objekte. Zuerst entdeckt wurden sie durch Kontinuumsstudien im Zentimeterbereich, die nach ultrakompakten  $\text{HII}$ -Gebieten ( $\text{UCHII}$ ) suchten. Diese  $\text{UCHIIs}$  sind Anzeichen für bereits entstandene, sehr junge OB-Sterne, die ihre Umgebung ionisieren; da aber Sterne in Gruppen entstehen, sind die Chancen gut, dicht bei  $\text{UCHIIs}$  noch etwas frühere Stadien, eben hot cores, zu finden. Am 30-m-Teleskop, dem Effelsberg-Teleskop und dem Interferometer auf Plateau de Bure wurde deshalb eine Studie des Objekts G10.47 in vibrationsangeregtem  $\text{HC}_3\text{N}$  durchgeführt. Studien dieser Art erlauben einen Einblick in das Infrarotfeld in Inneren der hot cores.



Nachdem die Sterne zünden, ionisieren sie ihre Umgebung. Eine der spektakulärsten Ionisationsfronten ist der Orion Bar am Rand des Orionnebels M42. Hier wurden Beobachtungen in Kohlenstoff-Rekombinationslinien (mit dem VLA) und dichtem Gas (mit dem Plateau de Bure-Interferometer) durchgeführt. Im Orion Bar wurden auch zum ersten Mal Übergänge von atomarem  $^{13}\text{C}$  gefunden (am CSO in Zusammenarbeit mit der Caltech-Gruppe) und Modelle von chemischer Fraktionierung gerechnet.

Eine weitere Entdeckung war die von Wasserstofffluorid im interstellaren Medium mit dem ISO-Satelliten. Dieses fluorhaltige Molekül ist das erste bekannte im interstellaren Gas überhaupt. Ebenfalls mit ISO wurde in Zusammenarbeit mit einer Gruppe am Caltech atomarer Sauerstoff in Absorption in Richtung auf mehrere Quellen gefunden. Die Auswertung dieser Daten wird sehr wichtig für unser Verständnis des Sauerstoffhaushaltes sein.

*Personal.* P. Schilke; mit F. Wyrowski/Köln und D. Neufeld mit seiner Gruppe/John's Hopkins.

Die Kartierung von S 140 in der 9-cm-Linie von CH wurde abgeschlossen. Das Radikal CH ist ein wichtiges Zwischenprodukt in der Entwicklung der interstellaren Kohlenstoffchemie. Seine Analyse in Verbindung mit analogen Beobachtungen in  $^{13}\text{CO}$ ,  $\text{C}^{18}\text{O}$  und [C $\text{I}$ ] (bei 492 GHz) verspricht einen entscheidenden Test bestimmter chemischer Entwicklungsmodelle, die große Häufigkeiten atomaren Kohlenstoffs im Inneren von Molekülwolken vorhersagen.

*Personal.* R. Stark, R. Güsten und P. Schilke; mit Plume/CfA.

In den Gebieten der beiden prominentesten molekularen Ausflüsse in Orion, BN/KL und Ori S, wurden mit Hilfe des VLA  $\text{H}_2\text{O}$ -Maser bei 1.3 cm untersucht. In BN/KL verteilen sich die Maser auf eine Fläche von  $30'' \times 30''$ , speziell die Gruppe der "shell"-Maser auf einen Streifen von  $2'' \times 0.5''$ , der auf die Radioquelle I zentriert ist, nicht auf IRc2. Diese "shell"-Maser haben Größen von 24 bis 38 A.E. und ein gemittelttes Spektrum mit zweifachem Maximum ähnlich dem der  $v=1$  SiO-Maser. Sie sind scheibenartig verteilt wie das quasithermische SiO; die Scheibe steht etwa senkrecht zu dem großräumigen Ausfluß bei IRc2.

Die Maser der Region Ori S finden sich in einem Gebiet von  $15'' \times 20''$ , darunter ein Maserhaufen in einem Streifen von nur  $0.6''$  Breite (räumliche Auflösung des VLA ca.  $0.1''$ ). Die Geschwindigkeiten in diesem Haufen verteilen sich über fast  $65 \text{ km s}^{-1}$ ; rot- bzw. blauverschobene Maser finden sich an den entgegengesetzten Enden der länglichen Verteilung, die ziemlich genau senkrecht auf der Richtung des stark kollimierten Ausflusses von Ori S steht. Vermutlich sind die Maser dieses Haufens mit der Energiequelle des molekularen Ausflusses Ori S assoziiert. Die Suche nach Maseremission von OH oder  $\text{CH}_3\text{OH}$  aus diesem Gebiet blieb erfolglos.

Auf Aufnahmen im J, H und K-Band wurden in der Nähe dieser Ori S-Maser drei Objekte mit sehr roten NIR-Farben entdeckt, von denen eines ein B2-Hauptreihenstern sein könnte, der die nördlichen Teile der Staubwolke in Ori S aufheizt. Seine Energieproduktion dürfte aber nicht zur Heizung der ganzen Wolke ausreichen; vermutlich ist die hauptsächliche Energiequelle tief in Staub verborgen und im NIR vollständig extingiert.

*Personal.* T.L. Wilson und J. Schmid-Burgk; mit R.A. Gaume, F.J. Vrba und K. J. Johnston/USNO.

Mit dem EVN wurden nochmals die 6.7-GHz-Methanolmaser in der ultrakompakten HII-Region W3(OH) beobachtet. Die Übergänge des Methanol bei 12.2 GHz ( $2_0 \rightarrow 3_{-1}$  E) und bei 6.7 GHz ( $5_1 \rightarrow 6_0$  A $^+$ ) gehören zu den stärksten Masern in der Milchstraße; sie entstehen in der unmittelbaren Umgebung neugebildeter massereicher Sterne, durch deren UCHII-Regionen sie angeregt werden. Beide Übergänge waren in W3(OH) bereits untersucht und aus dem Vergleich der 12.2-GHz-Maser zu zwei verschiedenen Epochen (1988 und 1994) die Eigenbewegungen von etwa zehn Maserquellen abgeleitet worden. Typische Transversalgeschwindigkeiten hatten sich zu 1 bis  $5 \text{ km s}^{-1}$  ergeben. Da sich die

6.7-GHz-Maserquellen nicht mit den Bahnen der 12.2-GHz-Quellen deckten, müssen die beiden Übergänge wohl in physisch getrennten Regionen emittiert werden. Die neuerlichen Beobachtungen (bei 6.7 GHz) haben zum Ziel, auch die 6.7-GHz-Bahnen zu bestimmen und aus dem Vergleich zu 12.2 GHz Einblicke in die Kinematik der UCHII-Region zu gewinnen.

*Personal.* L. Moscadelli und K. Menten; mit M. Reid/CfA.

Die Analyse des extrem symmetrischen Jetsystems HH 212 mittels NIR-Spektroskopie wurde abgeschlossen; es ergab sich eine Serie von Zeitskalen (quasi)periodischer Vorgänge im System der Jets und Ausflußkomponenten, die wohl auf regelmäßige Prozesse am zentralen Protostern zurückzuführen sind. Sodann wurden am 100-m-Teleskop in NH<sub>3</sub> und am CSO in CO ausgedehnte Karten aufgenommen im Bereich zweier neuentdeckter H<sub>2</sub>-Jets, HH 288 und IC 348-IR; bei beiden Objekten wurden weiträumige molekulare Ausflüsse gefunden. Eine Durchmusterung der Riesenmolekülwolke L 1641 in H<sub>2</sub> v=1-0 S(1) bei 2.12  $\mu$ m wurde in Angriff genommen, um nach von jungen Protosternen angetriebenen Jets zu suchen. Ziel ist hier eine Statistik der Protosterne in der Wolke sowie ein besseres Verständnis der kumulativen Effekte von Jets und Ausflüssen auf die sie beherbergende Wolke.

*Personal.* M. McCaughrean und P. Schilke; mit Zinnecker, Stanke/Potsdam, Rayner/Hawaii, Reipurth/Colorado und Heathcote/CTIO.

Beobachtungen zeigen, daß einzelne molekulare Ausflüsse von ihrer geraden Bahn durch Wechselwirkung mit dem interstellaren Medium abgelenkt werden. Die Impulsbilanzen fordern, daß solche Ablenkungen zur schnellen Zerstörung des Widerstandes führen, wenn der Aufprall nicht mittels Magnetfeldern über ein Gebiet insgesamt großer Masse verteilt wird. Um die Wechselwirkung zwischen Ausfluß und magnetisiertem Medium zu quantifizieren, wurden dreidimensionale MHD-Rechnungen durchgeführt für unterschiedliche Kombinationen von Jetgeschwindigkeit, Magnetfeldstärke und Auftreffwinkel. Es ergaben sich einfache numerische Zusammenhänge zwischen diesen Größen und der Ablenkeffizienz; allerdings müssen sehr beträchtliche Feldstärken vorliegen (im Bereich 100  $\mu$ G bis mG), damit – bei realistischen Werten der anderen Parameter – dieser Prozeß überhaupt quasi-stationär funktionieren kann.

*Personal.* J. Hurka und J. Schmid-Burgk.

Rotverschobene Selbstabsorption in molekularen Kondensationen weist auf den Kollaps eines protostellaren Objektes hin. Gegenwärtig interessiert unter den diversen Phasen dieses Kollapses vor allem der allererste, auslösende Schritt, aus dem man auf die physikalischen Vorbedingungen für die Bildung neuer Sterne schließen möchte. Mit Hilfe von ISOCAM und ISOPHOT wurde zu diesem Zweck die spektrale Energieverteilung mehrerer Kollapskandidaten im globularen Filament GF9/L1082 im Bereich zwischen 7 und 180  $\mu$ m untersucht und durch Kartierung des Staubkontinuums bei 1.3 mm ergänzt. Für einen besonders jungen Kollapskandidaten wurden zusätzlich interferometrische Beobachtungen der CS(2-1)-Linie am BIMA und bei IRAM durchgeführt. Mit deren Interpretation anhand von NLTE-Rechnungen konnte gezeigt werden, daß solche spektroskopische Information unabdingbar ist für die Deutung der (mehrdeutigen) Kontinuumsmessungen, und daß erst mit dieser Kombination ein Verständnis des Akkretionsvorganges im Zentrum zu erreichen ist.

*Personal.* R. Güsten und H. Wiesemeyer; mit P. Cox/Orsay, R. Zylka/Heidelberg und Wright/Berkeley.

Die Untersuchung von Scheiben um die jungen Sterne des Trapezhaufens im Orionnebel, die das Hubble Space Telescope erstmalig 1995 in Projektion gegen den hellen Nebelhintergrund entdeckt hatte, wurde fortgesetzt. Erste hochaufgelöste NICMOS-Bilder der großen, von der Kante gesehenen Scheibe Orion 114-426 im NIR ergaben für die Scheibenstruktur ein radiales Potenzgesetz der Dichte bis hinaus zu einem abrupten Abbruch bei ca. 500 A.E. Daraus und aus den polaren Reflektionsnebeln ober- und unterhalb der Scheibenebene

sowie der Nichtsichtbarkeit eines Zentralsternes ließ sich eine strikte untere Massengrenze von  $5 \times 10^{-4} M_{\odot}$  ableiten. NICMOS-Beobachtungen anderer Scheiben zeigten helle H<sub>2</sub>-Fluoreszenzemission der Oberflächen, angeregt durch das UV der zentralen OB-Sterne des Trapez.

*Personal.* M. McCaughrean; mit B. O'Dell/Rice U., J. Bally/Colorado, J. Stauffer/CfA und H. Chen/Arizona.

### 3.4 Kometen

Erwartungsgemäß war Hale-Bopp ein "großer" Komet, so daß es möglich war, ihn über das ganze Radiofrequenzband zu beobachten. Deshalb wurden simultane Beobachtungen durchgeführt im Frequenzbereich von 32 bis 860 GHz mit Auflösungsvermögen im Bereich von Bogensekunden bis Bogenminuten. An den 14-tägigen Beobachtungen Mitte März 1997 nahe dem Perigäum waren beteiligt das Heinrich-Hertz-Teleskop bei Tucson bei 250, 345 und 860 GHz, das Plateau de Bure-Interferometer von IRAM bei 90 und 240 GHz, das IRAM 30-m-Teleskop (Pico Veleta) bei 250 GHz und das 100-m-Teleskop in Effelsberg bei 32 GHz. Es wurden folgende Ergebnisse erhalten: (1) Die Eigenstrahlung des Kometen war in dieser Zeit nahezu konstant. (2) Die Emission läßt sich mit einer symmetrischen Gaußverteilung mit einem scheinbaren Durchmesser von ca. 11" beschreiben, entsprechend einem linearen Durchmesser von 11000 km bei einer geozentrischen Entfernung von 1.2 A.U. Dieser Radiohalo zeigt (in den Genauigkeitsgrenzen) keine Korrelation mit der optischen Rotation des Kerns oder der Schweifrichtung oder den im IR-Bereich beobachteten kernnahen Jets oder Arcs. (3) Mit dem PdB-Interferometer konnte der Kometenkern mit seinem Durchmesser von ca. 40 km direkt gemessen werden; das war der erste Nachweis eines Kometen bzw. eines Kometenkerns mit einem Radiointerferometer überhaupt. (4) Der Radiohalo hat einen Spektralindex um 3.1; das deutet darauf hin, daß die kleinen Teilchen im Halo dominieren. Die Masse der hier beobachteten Teilchen wird bei einer angenommenen Dichte von  $0.3 \text{ g cm}^{-3}$  zu  $2 \times 10^{13} \text{ g}$  abgeschätzt und die Staubproduktionsrate zu  $6 \times 10^7 \text{ g/sec}$ . Ein Vergleich mit den beiden anderen, umfangreich beobachteten Kometen Hyakutake und Halley ergibt starke Unterschiede sowohl in Kerngröße, Haloausdehnung, Größenverteilung der Staubteilchen und der Teilchenmasse im Halo; ein generelles Kometenmodell für die Radiobeobachtungen ist noch nicht absehbar.

*Personal.* W.J. Altenhoff, C.G.T. Haslam, E. Kreysa, R. Mauersberger, D. Muders, J. Schmidt, J.B. Schraml, P. Stumpff, A. von Kap-herr; mit R. Zylka/Heidelberg, J. Bieging, B. Butler, H. Butner, R. Martin, J. McMullin, W. Peters/Steward Observatory, A. Sievers/IRAM, Granada, C. Thum und J.E. Wink/IRAM, Grenoble.

### 3.5 Galaktische Kontinuumsbeobachtungen

Der letzte Teil der 21-cm-Kontinuumsdurchmusterung der galaktischen Ebene mit dem 100-m-Teleskop wurde fertiggestellt und veröffentlicht. Die nunmehr vollständigen Durchmusterungen der galaktischen Ebene bei  $\lambda 21 \text{ cm}$  und  $\lambda 11 \text{ cm}$  Wellenlänge dienen als Grundlage für vielfältige Einzeluntersuchungen bei kürzeren Wellenlängen. Die Daten sind über das Internet allgemein zugänglich. Eine Reihe von bislang unbekanntem Supernovaüberresten mit sehr geringen Oberflächenhelligkeiten konnte im Antizentrum identifiziert werden.

Die 21-cm-Beobachtungen wurden zu mittleren galaktischen Breiten ausgedehnt und erfassen nunmehr auch linear polarisierte Strahlung. Die diffuse galaktische Strahlung außerhalb der galaktischen Ebene ist in hohem Maße polarisiert. Überraschenderweise wurde insbesondere in Richtung des Antizentrums eine Vielzahl depolarisierter Strukturen gefunden, die als Filamente oder Ringe mit Ausdehnungen von typisch 2 bis 3 Grad erscheinen. Da diese Strukturen die totale Emission nicht ändern, ist eine Interpretation schwierig. Beobachtungen bei höheren Frequenzen wurden begonnen, um eine Erklärung zu finden.

Multifrequenzbeobachtungen von Supernovaüberresten mit dem Effelsberger 100-m-Teleskop wurden im Bereich von  $\lambda 21 \text{ cm}$  bis  $\lambda 9 \text{ mm}$  fortgesetzt. Für den bislang als Crab-like

klassifizierten Supernovaüberrest CTB87 gelang der Nachweis einer zusätzlichen Schalenkomponente, die dichtes Umgebungsgas erfordert, und deshalb eine Wechselwirkung mit molekularen Gasklumpen in der Umgebung nahelegt. Für den ungewöhnlichen “combined-type” Supernovaüberrest G18.95-1.1 wurden neben hochfrequenten Radiodaten auch Röntgenbeobachtungen mit ROSAT veröffentlicht. Die Analyse erfordert die Ausdehnung des Supernovaüberrestes in einer zuvor vom Vorgängerstern erzeugten stellaren Windblase.

*Personal.* Fürst, Kothes, P. Reich, W. Reich, Uyaniker und Wielebinski; mit Aschenbach und Brinkmann/MPE, Colomb und Testori/IAR, May/Santiago.

### 3.6 Beobachtungen von Galaxien

H I-Beobachtungen von Zwerggalaxien wurden mit dem 100-m-Teleskop fortgeführt. Eine ausgewählte Stichprobe von “blue compact dwarf” Galaxien aus den Byurakan Durchmusterungen und eine Reihe von Zwerggalaxien in “Voids” aus dem Hamburger Schmidt Survey konnten beobachtet werden. Von über 200 Zwerggalaxien aus dem Karachentsev Katalog wurden in Effelsberg, Nançay und Culgoora über 60% entdeckt. Diese Galaxien haben bis auf wenige Ausnahmen nur geringe Entfernungen zu uns.

CO-Beobachtungen von nahen Galaxien zeigten ein bemerkenswertes Ergebnis für NGC 4258. Diese Galaxie hat einen aktiven Kern mit Radiojets, die senkrecht zur sich schnell rotierenden zentralen Scheibe stehen. Die Beobachtungen zeigen CO-Gas, das sich aus der Scheibe heraus spiralförmig entlang der Achse der Jets vom Kern weg bewegt.

Rotationsmaße von extragalaktischen Quellen, die zwischen  $\lambda 18$  cm und  $\lambda 20$  cm Wellenlänge in der Umgebung von M31 (NGC 224) bestimmt wurden, zeigen, daß das im “Ring” konzentrierte toroidale Magnetfeld bei etwa 10 kpc sich mindestens über den Bereich von 5 kpc bis zu 25 kpc Abstand vom Zentrum aus erstreckt. Eine neue Rotationsmaßkarte von M31, die auf Beobachtungen bei  $\lambda 11$  cm und  $\lambda 6$  cm mit dem 100-m-Teleskop beruht, weist auf die Existenz eines poloidalen Magnetfeldes erzeugt durch einen “even-mode” Dynamo hin. Dies ist der erste Nachweis eines poloidalen Magnetfeldes in einer nahen Galaxie.

Die Kartierung der Galaxie M31 in der CO-Linie wurde mit der “on-the-fly”-Methode am 30-m-Teleskop auf dem Pico Veleta zu einem vorläufigen Ende geführt. Die südliche Hälfte der Galaxie wurde mit der räumlichen Auflösung von  $22''$  kartiert. Die CO-Verteilung ist in extrem dünnen ( $\sim 300$  pc) Gebieten konzentriert, die den optischen Staubarmen folgen. Weitere Beobachtungen von einzelnen Komplexen mit dem Plateau-de-Bure-Interferometer zeigten, daß diese großen Molekülwolken aus vielen kleineren Komponenten bestehen, die sehr komplexe Bewegungen zeigen.

NGC 4631 ist eine edge-on Galaxie späten Hubble-Typs, die im optischen Spektralbereich eine chaotische Struktur mit mehreren Gebieten hoher Sternbildungsrate aufweist. Ihr Synchrotronhalo ist mit 25 kpc Durchmesser der größte bekannte Halo aller Spiralgalaxien. VLA-Beobachtungen zwischen  $\lambda 22$  cm und  $\lambda 18$  cm Wellenlänge zeigten Polarisationsgrade von bis zu 50%, was auf ein geordnetes Halo-Magnetfeld hinweist. Der Effekt der Faraday-Rotation wurde eliminiert, so daß die Orientierung des Halo-Magnetfeldes abgeleitet werden konnte. Die Magnetfeldlinien haben die Form eines Quadrupols: Im Zentralgebiet stehen die Feldlinien senkrecht auf der Galaxienebene, kippen in großen Höhen in eine parallele Orientierung und biegen im Randbereich der Galaxie wieder zurück zur Ebene. Messungen bei  $\lambda 2.8$  cm mit dem 100-m-Teleskop zeigen eine Orientierung des Magnetfeldes außerhalb des Zentrums entlang der Ebene, was das Bild des Quadrupols vervollständigt. In Anbetracht der chaotischen Struktur der Galaxie ist die hohe Symmetrie des Magnetfeldes bemerkenswert, wie es nur ein globaler Mechanismus wie ein galaktischer Dynamo erzeugen kann. Im Fall von NGC 4631 transportiert ein “galaktischer Wind” relativistische Elektronen in große Höhen, die durch ihre Synchrotronstrahlung das Magnetfeld erst sichtbar machen. Quadrupol-Magnetfelder werden in vielen anderen Galaxien vermutet.

*Personal.* Beck, Berkuijzen, Dumke, Han, Hoernes, Huchtmeier, Krause, Nieten und Wielebinski; mit Bykov und Sokoloff/Moscow, Ehle, Haynes, Koribalski, Manchester und Whiteoak/ATNF, Elmouttie/Brisbane, Frick/Perm, Hopp/München, Houghton/Sydney,

Karachentseva/Kiev, Karachentsev/Stavropolskij Kraj, Knapik, Soida und Urbanik/Krakow, Moss/Manchester, Neininger/Bonn, Palous/Prag, Shoutenkov/ Pushchino, Shukurov/Newcastle, Sukumar/Berkeley, Verdes-Montenegro/Granada, Westpfahl und Yun/Socorro.

### 3.7 Pulsare

Die hohe Empfindlichkeit des 100-m-Teleskops erlaubt Beobachtungen von Pulsaren im mm-Wellenlängenbereich. Erstmals konnte eine Gruppe von Pulsaren systematisch bei  $\lambda 7$  mm beobachtet werden. Die Messungen unterstützen frühere Ergebnisse, die auf eine Änderung des Spektralverlaufs bei kurzen Wellenlängen hindeuten.

In Zusammenarbeit mit der Universität Berkeley/Kalifornien wurden Pulsankunftszeiten von schwachen Millisekunden-Pulsaren gemessen. Durch den Einsatz eines neuen Datenerfassungsgerätes wird angestrebt, die bis dato genauesten Messungen dieser Art durchzuführen. Man hofft durch solche Beobachtungen über einen längeren Zeitraum hinweg die Überreste des Urknalls in Form einer Variation des Gravitationswellenhintergrundes nachweisen zu können.

Eine vielfältige internationale Zusammenarbeit erfolgte im Rahmen des European Pulsar Networks (EPN). Zur Identifizierung des noch immer unbekanntes Strahlungsmechanismus von Pulsaren wurde simultan zu Effelsberger Beobachtungen bei anderen Frequenzen mit den Teleskopen in Bologna (Italien), Jodrell Bank (England), Westerbork (Niederlande), Pushchino (Rußland) und Ooty (Indien) gemessen.

In Zusammenarbeit mit Jodrell Bank konnten zwei neue Assoziationen von Supernova-Überresten mit Pulsaren nachgewiesen werden.

Polarisationsmessungen bei hohen Frequenzen (d.h. oberhalb von 1 GHz) zeigen neue Effekte, die es ermöglichen könnten, Eigenschaften des Strahlungsmechanismus von denen der Ausbreitung in der Pulsar-Magnetosphäre zu trennen. Für diese Untersuchungen erwies sich die neu geschaffene EPN-Datenbank als unerläßliches Hilfsmittel, die über das Internet frei verfügbar ist und in einem speziellen Datenformat zur Zeit 2670 Pulsprofile von 606 der derzeit 706 katalogisierten Pulsare enthält. Die EPN-Datenbank enthält auch qualitativ hochwertige Profile von Millisekunden-Pulsaren für vergleichende Untersuchungen ihrer Strahlungseigenschaften im Vergleich zu "normalen" Pulsaren.

*Personal.* Gangadhara, von Hoensbroech, Jessner, Kramer, Kugelmeier, Lange, Lorimer, P. Müller und Wielebinski; mit Backer/Berkeley, Johnston/Sydney, Kijak/Zielona Gora, Kuzmin und Malofeev/Pushchino, Lesch/München, Lyne/Jodrell Bank, Seiradakis/Thessaloniki, Sieber/Krefeld, Taylor und Wex/Princeton, Xilouris/Arecibo.

### 3.8 Lösungen der Dispersionsrelation von Plasmawellen

Die Kenntnis der Eigenschaften der elektromagnetischen Fluktuationen ist von fundamentaler Wichtigkeit bei der Untersuchung von Laborplasmen und von kosmischen Plasmen. Von Interesse insbesondere bei dünnen kosmischen Plasmen sind kollektive Dissipationseffekte wie etwa die stoßfreie lineare Landau-Dämpfung, die vor mehr als fünfzig Jahren von Landau auf der Basis der nichtrelativistischen Vlasov-Gleichung entdeckt wurde. Mit Hilfe der speziell-relativistischen korrekten Form der Vlasov-Gleichung haben wir die Theorie der linearen Landau-Dämpfung von parallel propagierenden Plasmawellen in stoßfreien isotropen magnetisierten Plasmen für beliebige Energieverteilung des angenommenen Gleichgewichtszustands und ohne Einschränkungen hinsichtlich der Stärke der stoßfreien Dämpfung fortentwickelt. Die Dispersionsrelationen der subluminalen longitudinalen und transversalen Plasmawellen ergeben sich implizit aus der numerischen Lösung von Integralgleichungen, die vom komplexen Brechungsindex der Plasmawellen abhängen. Bei der Berechnung von Ergebnissen haben wir zum besseren Vergleich mit früheren Arbeiten zunächst das Standardbeispiel von longitudinalen Wellen in einem thermischen Elektronengleichgewichtsplasma gewählt. Hier ist die Dispersionsrelation für parallel (zum Hintergrundfeld) laufende Wellen identisch mit der Dispersionsrelation im unmagnetisierten Plasma. Bei der Auswertung dieser Dispersionsrelation gingen wir analog zur Methode von

Fried und Gould vor. Es treten sowohl qualitativ als auch quantitativ erhebliche Abweichungen zur bisherigen nichtrelativistischen Theorie auf. Zwei qualitativ neue physikalische Effekte wurden auf der Basis der relativistisch-korrekten Theorie entdeckt: der Effekt der *Modenbegrenzung* und der *Modenergänzung*. Ersterer zeigt an, daß im Gegensatz zum nichtrelativistischen Ergebnis der Existenz unendlich vieler gedämpfter subluminaler Lösungen bei korrekter Behandlung die Anzahl der subluminalen Moden immer auf einige wenige begrenzt ist, und zwar unabhängig vom Wert der Plasmatemperatur. Bei relativistischem Temperaturwert schließen sich zusätzlich diese Moden zu einer stetigen kontinuierlichen Variation des Realteils der Frequenz mit der Wellenzahl  $\omega_R = \omega_R(k)$  an ("Modenergänzung"). Aber auch quantitativ ergeben sich zum Teil starke Diskrepanzen etwa bei der Stärke der Dämpfungsrate bei allen einzelnen Moden, insbesondere für Werte des reellen Brechungsindex  $N_R = ck/\omega_R \leq 2$ .

*Personal.* Böttcher, Burke, Giesecke, Mörsberger, Ragot, Schlickeiser, Thierbach und Weferling; mit Dermer/Washington, Dröge/Kiel.

### 3.9 Struktur und Variabilität von aktiven galaktischen Kernen

Das hauptsächliche Interesse der Gruppe gilt den physikalischen Eigenschaften und der Entwicklung der mit Quasaren, Blasaren und Aktiven Galaxien assoziierten extrem leuchtstarken Radioquellen. Vor allem wird hierbei die Methode der Very Long Baseline Interferometry zur detaillierten Darstellung der Morphologie dieser Quellen genutzt. Darüberhinaus werden für diese Untersuchungen Beobachtungen in allen zugänglichen Bereichen des Spektrums – sogar bis hin zum TeV-Gebiet – durchgeführt bzw. herangezogen. Aber auch galaktische Objekte wie Sterne und die Region um das galaktische Zentrum werden untersucht, letztere auch als energiearme Entsprechung zu den aktiven Galaxien und aktiven Galaxienkernen. Im folgenden seien einige markante Projekte herausgegriffen und kurz vorgestellt:

Die Untersuchung der Kurzzeitvariabilität von aktiven Galaxienkernen zeigte, daß nicht nur, wie bereits etabliert, die totale Intensität der Quellen veränderlich ist, sondern daß auch die linear polarisierte Strahlung in ähnlichem Maße – in der Amplitude oft sogar stärker – Variationen aufweist.

Die Untersuchungen der Radiomorphologie von Aktiven Galaxienkernen wurden verstärkt auch im mm-Wellenlängenbereich vorgenommen. Beobachtungen der stärksten Quellen (3C273, 3C279, 3C454.3, 3C345, 0528+134, etc.) konnten meist mehrfach pro Jahr durchgeführt werden. Die dabei gefundenen Strukturveränderungen (Entstehung und Transport von Strahlungsknoten auf meist gekrümmten Trajektorien) konnten mit Strahlungsausbrüchen bei anderen Frequenzen bis hin zum gamma-Bereich in Verbindung gebracht werden. Dies wird als Hinweis auf eine sehr breitbandige Korrelation der Flußdichteaktivität für Blasare gesehen.

Die erste Phase einer systematischen Kartierung der Strukturen von leuchtkräftigen Radioquellen bei 2cm mit sub-Millibogensekunden-Auflösung wurde fertiggestellt. Detaillierte Radiobilder von 132 Quellen für bis zu 8 Epochen sind über das Internet verfügbar (<http://www.mpifr-bonn.mpg.de/zensus/2cmsurvey>). Damit ist die Grundlage für eine statistische Untersuchung der Quellen-Morphologie und der scheinbaren Überlichtgeschwindigkeiten geschaffen, die die Prüfung relativistischer Jetmodelle und kosmologischer Konsequenzen aus der Beziehung zwischen Rotverschiebung und scheinbare Grösse einer kompakten Quelle erlaubt.

In den prototypischen Quasaren 3C345 und 3C273 wurde durch Kartierungen bei mehreren Frequenzen die Verteilung der Synchrotron-Spektralmaxima bestimmt. Diese erlaubt innerhalb eines Schockmodells Rückschlüsse auf die physikalischen Bedingungen der vorliegenden Jets, also Strömungsgeschwindigkeit, Druck und Teilchendichte, beziehungsweise Magnetfeldstärke.

In der Radiogalaxie Cygnus A wurden Anzeichen für eine teilweise optisch dichte Materiewolke in unmittelbarer Kernnähe gefunden, die die Strahlung des Gegenjets, nicht aber

die des Jets obskuriert. Dieser Befund ist von Bedeutung für Vereinheitlichungstheorien, die Unterschiede zwischen Seyfert 1- und Seyfert 2-Galaxien oder Radiogalaxien und radiolauten Quasaren mittels kernnahen Materiescheiben zu erklären suchen.

Die Theorie von Gravitationslinsen sagt voraus, daß sowohl Grad als auch Winkel der Linearpolarisation bestimmter Bildelemente durch den Linsenprozeß nicht geändert werden, auch wenn z.B. die Achsenrichtung einer länglichen Struktur bei Mehrfachbildern verschieden stark gedreht erscheint. Dieser Effekt konnte mit Hilfe von VLBI-Polarimetrie des Linsensystems 0218+357 mit dem VLBA bei 43 GHz und der Kombination VLBA plus 100-m-Radioteleskop bei 8.4 GHz zum ersten Mal gemessen und somit bestätigt werden. Der Effekt ermöglicht die Identifizierung korrespondierender Bildelemente und damit die Parametrisierung der Linsenwirkung in Form einer Vergrößerungsmatrix. Dies wiederum schränkt den Spielraum für die Modellierung der Massenverteilung in der Linsen-Galaxie deutlich ein. Die Messung ist Teil eines größeren Programms zur VLBI-Polarimetrie von Gravitationslinsen.

Mit Hilfe interferometrischer Differentialastrometrie konnten in dem Quasarpaar 1038+52 A,B die zeitliche Evolution und frequenzabhängige Morphologie mit hoher Präzision bestimmt werden. Hiermit wurde demonstriert, daß die in diesem System bekannte "Kernverschiebung" durch Substrukturen und damit Auflösungseffekte erklärt werden können.

Ebenfalls differentialastrometrisch wurde der Quasar 1928+738 untersucht. Hier war es möglich, mit hoher Genauigkeit das stationäre Zentrum der Quelle zu registrieren und die relativen überlichtschnellen Geschwindigkeiten der Jetkomponenten zu messen.

Thematische Kurzennennung weiterer Arbeiten: Multi-Frequenz-Untersuchungen ausgewählter ultrakompakter Quellen; Langzeit-Studie der Broad-Line-Radio Galaxy 3C111; Zentralregionen in Riesen-Radiogalaxien; Strukturkrümmungen in kerndominierten extragalaktischen Quellen: Test des Beaming-Modells; VLBI-Untersuchungen verschiedener Quellen: Mrk 501; NRAO 530, 3C309.1, 0814+425, einer Stichprobe von Gigahertz-Peaked-Spectrum (GPS) Quellen; Jets in FR I-Radiogalaxien; Suche nach Jets in radiatoruhigen Quasaren VLBI-Polarimetrie von Gravitationslinsensystemen; Kernregionen naher Galaxien und Seyfert Typ II-Galaxien; Spektraleigenschaften des galaktischen Zentrums; Durchmesser von dMe Sternen; Aktivitätszyklen in UX Arietis; das Umfeld des Röntgen-Binärsystems LSI+61303; Methodische Entwicklungen: Phasenkorrektur bei VLBI Experimenten; Kalibrationsmethodik für das Europäische VLBI-Netzwerk; Kalibration instrumenteller Polarisation für VLBI- Interferometer.

*Personal.* S. Aaron, W. Alef, G. Bower, S. Britzen, D. Graham, H. Falcke, C. Henkel, A. Kraus, Th. Krichbaum, A. Lobanov, A. Patnaik, M. Massi, I. Pauliny-Toth, R. Porcas, E. Preuss, E. Ros, W. Sherwood, A. Zensus, R. Zylka; mit C.J. Schalinski, A. Greve, M. Grewing, J. Wink, K. Wiik, E. Valtaoja, D. Doeleman, R. Phillips, A. Rogers, S. Padin, K. Marvel, D. Emerson, E. Predmore, D. Backer, M. Wright, T. Beasley, V. Dhawn, L. Baath, R. Booth, J. Conway, F. Rantakyrö, A. Baudry, A. Marscher, J. Moran, J. Alcolea, F. Colomer, P. de Vicente, J. Gomez-Gonzalez, J.M. Marcaide, E. Ros, H. Hirabayashi, M. Inoue, J. Roland, S. Wagner, A. Quirrenbach, B. Rickett, B. Peng, S.J. Qian, C.E. Naundorf, M. Risse, P. Schneider, R. Wegner, K. Otterbein, H. Aller, and M. Aller, E. Carrara, M.J. Rioja, L.I. Gurvits, A. Kembell, D. Gabuzda, L. Saripalli, S. Nair, J.F.C. Wardle, D.H. Roberts, Z. Paragi, I. Fejes, D. Murphy, A. Marecki, S. Garrington, G.+ M. Rieke, M. Ward, A.S. Wilson, C. Simpson, J. Braatz, Y.P. Wang, M. Garrett, E. Xanthopoulos, I. Browne, P. Wilkinson, J.C. Guirado, M.I. Ratner, I.I. Shapiro, R.A. Preston, L.C. Ho, J. Ulvestad, C. Simpson, W.M. Goss, H. Matsuo, P. Teuben, J.-H. Zhao, Doeleman, Rogers, A.O. Benz, M. Güdel, Plambeck, K. Kellermann, M. Cohen, R. Vermeulen.

### 3.10 Speckle-interferometrische Untersuchungen von jungen stellaren Objekten, Sternen in späten Entwicklungsstadien und Seyfertgalaxien.

Speckle-interferometrische Abbildungsmethoden liefern Bilder mit beugungstheoretischer Auflösung. Mit dem russischen 6-m-Teleskop konnte z.B. bei der Wellenlänge 500 nm die beugungstheoretische Auflösung von 21 mas oder im K-Band ( $2,2 \mu\text{m}$ ) die Auflösung von 76 mas erzielt werden. Es wurden junge Sterne, Sterne in späten Entwicklungsstadien und Seyfert-Galaxien bei optischen und infraroten Wellenlängen mit dem russischen 6-m-Teleskop untersucht. Noch höhere Winkelauflösung kann in Zukunft mit VLT- und LBT-Long-Baseline-Interferometrie erreicht werden, wofür z.Zt. Methodenentwicklungen und Instrumentierungsstudien stattfinden (AMBER-VLTI-Kamera, PRIMA-VLTI-Kamera und LBT-Interferometric-Imager).

IR-Speckle-Masking-Messungen von jungen Orion-Doppelsternen und von Scheiben/Ausfluß-Kandidaten (u.a. LkHalpha 198, Elias 1, V376Cas, S140IRS3, R Mon, BN-Objekt) wurden im J-, H- und K-Band am russischen 6-m-Teleskop durchgeführt. Zur Interpretation der Rekonstruktionen wurden Strahlungstransportrechnungen begonnen.

Mehrere Mira-Sterne konnten mit dem 6-m-Teleskop bei optischen und infraroten Wellenlängen aufgelöst werden. So wurde z.B. der Durchmesser von R Leo in der starken 673 nm-TiO-Bande zu 76 mas, bei 700 nm (schwache TiO-Absorption) zu 53 mas und im Kontinuum bei 1043 nm zu 38 mas bestimmt. Solche Messungen werden zur quantitativen Analyse der Photosphären von Mira-Sternen benötigt. Diese Analyse ist zur Eichung und zur Weiterentwicklung von theoretischen Modellen wichtig. Bei den gemessenen Objekten wurde die Wellenlängenabhängigkeit des Durchmessers bestimmt und mit den Vorhersagen von theoretischen Modellen verglichen. Dazu wurde der  $\tau=1$ -Radius durch Fit von theoretischen Mitte-Rand-Variationen aus verschiedenen Mira-Modellen an die Messungen berechnet. Für R Leo wurde z.B. eine effektive Temperatur von 2480 K und ein photosphärischer Radius von 410 Sonnenradien erhalten.

Weiterhin wurden auch die Staubhüllen von Sternen in späten Entwicklungsstadien untersucht. Beugungstheoretisch scharfe Bilder der Überriesen IRC+10420, NML Cyg und VY CMa zeigen Strukturen der zirkumstellaren Materie im Bereich einiger hundert AE um die Sterne. Auch bei den AGB-Sternen NML Tau, AFGL 2290, CIT 3 und CIT 6 konnte zirkumstellare Materie im Nahbereich um den Stern aufgelöst werden. Zur Interpretation der IRC+10420- und AFGL 2290-Daten wurden Strahlungstransportrechnungen unter Einbeziehung der räumlich aufgelösten Objektstrukturen durchgeführt. IRC+10420 ist bislang das einzige beobachtete Objekt im Übergang zwischen dem Roten-Überriesen-Stadium und der Wolf-Rayet-Phase. Aufgrund dieser Schlüsselrolle wurde mit Sternentwicklungsrechnungen zur Modellierung von IRC+10420 begonnen.

Vom protoplanetarischen Nebel "Red Rectangle" wurden beugungstheoretisch aufgelöste Bilder bei optischen und infraroten Wellenlängen rekonstruiert. Die H- und K-Band-Bilder haben eine Dynamik von etwa 1:250. Alle Bilder zeigen eine ausgeprägte bipolare Struktur mit vielen neuen Feinstrukturen. Der zentrale spektroskopische Doppelstern ist bei keiner Wellenlänge zu sehen, da eine dunkle Staubscheibe den Stern abdeckt. Aus den Messungen wurden Eigenschaften dieser äquatorialen Staubscheibe abgeleitet. Zur Interpretation der Daten wurden zweidimensionale Strahlungstransportrechnungen durchgeführt.

Speckle-Masking-Messungen des nahen ( $d \sim 170 \text{ pc}$ ), extremen Kohlenstoffsterns IRC+10216 wurden im J-, H- und K-Band durchgeführt. IRC+10216 befindet sich in einem weit fortgeschrittenen Entwicklungsstadium auf dem Asymptotischen Riesenast mit starkem Massenverlust. Die Speckle-Rekonstruktionen zeigen erstmals, daß die IRC+10216-Staubhülle selbst in unmittelbarer Nähe des Sterns eine klumpige Struktur aufweist. Es wurden mindestens fünf Wolken im Abstand von 100 bis 210 mas (16 bis 34 AE) aufgelöst, die sich vom Stern mit einer Geschwindigkeit von etwa 18 mas/Jahr (3 AE/Jahr) wegbewegen. Zur Interpretation der Messungen wurden die beobachteten Staubschalenstrukturen mit den zeitabhängigen, hydrodynamischen Modellen für kohlenstoffreiche zirkumstellare Staubhüllen von Fleischer und Winters verglichen. Das Auftreten sehr starker Fragmentation des zir-



kumstellaren Materials relative nahe der Staubkondensationszone legt einen bereits an der Sternoberfläche inhomogen stattfindenden Abströmprozeß nahe. Das Entstehen inhomogener Massenverluste geht wahrscheinlich auf die extreme Ausdehnung der oberflächennahen Konvektionszellen Roter Riesen (Supergranulation) und die damit verbundenen großskaligen Dichte-Temperatur-Fluktuationen zurück.

K-Band-Speckle-Masking-Messungen des Kerns der Seyfert-Galaxie NGC 1068 konnten mit beugungsbegrenzter Winkelauflösung von 76 mas ( $\sim 5,5$  pc) durchgeführt werden. Diese Auflösung gestattete es, den gemessenen Fluß der dominierenden IR-Quelle nur einer der Radio-Quellen zuzuordnen. Die Speckle-Messungen zeigen erstmalig, daß die Visibility-Funktion des Objektes stark abfällt. Ein Visibility-Gauß-Fit ergibt für den Durchmesser des aufgelösten K-Band-Objektes einen Wert von 30 mas  $\sim 2$  pc. Dieses 30 mas-Objekt ist möglicherweise der postulierte Torus oder eine streuende (bipolare) Staubhülle. Zwischen 5 GHz und dem K-Band folgt das Spektrum dieser zentralen Komponente einer  $\nu^{1/3}$ -Proportionalität. Zusätzlich zur Standard-Interpretation eines heißen zirkumnuklearen Staubtorus kann deshalb auch argumentiert werden, daß ein wesentlicher Teil des gemessenen Flusses aus Strahlung aus dem Kern besteht, die an einer Staubhülle gestreut wurde. Diese Interpretation ermöglichte Aussagen über physikalische Parameter des Kerns.

*Personal.* Blöcker, Gauger, George, Gong, Hannemann, Hofmann, Irrgang, Lichtenthäler, Men'shchikov, Osterbart, Reinheimer, Scheller, Schertl, Schniggenberg, Schöller, Weigelt, Wittkowski; mit Balega/SAO, Davidson/Minnesota, Beckert, Duschl und Scholz/Heidelberg, Fischer/Jena, Fleischer und Winters/Berlin, Langer, Zinnecker/Potsdam.

## 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

Hurka, J.: Ablenkung stellarer Jets durch Magnetfelder

Kraus, M.: CO-Banden-Emission aus einer rotierenden Scheibe

Vaßen, S.: Holographische Vermessung des Effelsberger 100-m-Radioteleskops

Weferling, B.: Der Beitrag aktiver galaktischer Kerne zur extragalaktischen Gamma-Hintergrundstrahlung

Zier, Chr.: Variabilität von Scheibe und Jet in Quasaren

#### *Laufend:*

George, M.: Aktive Optik

Giasecke, A.: Transport relativistischer Positronen im galaktischen Zentrumswind

Hannemann, T.: Speckle-Masking-Messungen des BN-Objektes

Irrgang, P.: Speckle-Masking-Messungen von AFGL 2290

Moersberger, U.: Diffuse galaktische Bremsstrahlung und interstellare Heizung durch energiereiche Elektronen

Scheller, S.: Neue Methoden zur Rekonstruktion von Bildern aus dem Bispektrum

Thuma, G.: mm-Beobachtungen von M82

### 4.2 Dissertationen

#### *Abgeschlossen:*

Böttcher, M.: Zeitabhängiger Strahlungstransport in Jets von aktiven galaktischen Kernen

Britzen, S.: Zur Untersuchung kurzzeitvariabler Strukturen in aktiven Galaxienkernen

Dumke, M.: Das interstellare Medium nicht wechselwirkender Edge-on-Galaxien

Hoernes, P.: Small-scale structure of magnetic fields and interstellar matter in M31  
Kothes, R.: Multifrequenzstudien von galaktischen Supernovaüberresten mit dem 100-m-Radioteleskop in Effelsberg  
Kraus, A.: Kurzzeitvariabilität aktiver Galaxienkerne in totaler und polarisierter Flußdichte  
Uyaniker, B.: Medium latitude survey at 1.4 GHz with the Effelsberg 100m telescope  
Wiesemeyer, H.: The spectral signature of accretion in low-mass protostars. Observations and non-LTE modelling

*Laufend:*

Donea, A.: Hochenergetische Elektronen in SNRs  
Donea, F.: Hadronische Wechselwirkung in Akkretionsscheiben  
Ensslin, T.: Struktur von Haufen von Galaxien  
Hoensbroech, A. von: Polarisation von Pulsaren  
Kugelmeier, T.: Multikanalgerät für Pulsarbeobachtungen  
Lange, C.: Pulsar timing  
Lichtenthäler, J.: Speckle-Imaging von massereichen OH/IR-Objekten  
Nieten, C.: Eigenschaften des interstellaren Staubes und Feinstruktur der Magnetfelder in M31  
Pugliese, G.: Gamma Rays Bursts  
Rottmann, H.: Radiogalaxien  
Roussev, I.: Scheibe-Jet Verbindung  
Schniggenberg, G.: Speckle-Imaging von Sternen in späten Entwicklungsphasen  
Seemann, H.: Magnetische Winde  
Thierbach, M.: Galaxienhaufenhalo, SZ-Effekt  
Wang, Y.: Wachstum der schwarzen Löcher in Galaxien  
Wittkowski, M.: Speckle-Imaging von Seyfert-Galaxien  
Zier, Chr.: Der innere Bereich um das schwarze Loch in Galaxien

## 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 33 Hauptkolloquien und zusätzlich 32 Sonderkolloquien durch.

R. Beck organisierte einen Workshop über "Radio Cosmology", der vom 12. bis 16. Mai 1997 auf Schloß Ringberg stattfand.

### 5.2 Kooperationen

Mit dem 100-m-Radioteleskop beteiligt sich das Institut an regelmäßigen VLBI-Beobachtungen des Europäischen und eines Globalen Netzwerks. Ferner gibt es hinsichtlich VLBI eine enge Zusammenarbeit mit dem VLBA des NRAO.

Naturgemäß war die Zusammenarbeit mit dem Steward-Observatorium der Univ. Arizona wegen des gemeinsamen Betriebs des Heinrich-Hertz-Teleskops sehr eng. Darüber hinaus gibt es langfristige Kooperationen mit Instituten der Academia Sinica der VR China, und zwar in Shanghai, Nanjing und Beijing, sowie Instituten der Russischen Akademie der Wissenschaften und mit ATNF/Australien.

Mit Fördermitteln der Europäischen Gemeinschaft wurde die Zusammenarbeit in der Pulsarforschung über ein "Pan European Pulsar Network" sowie über "INTAS" intensiviert.

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 eng zusammengearbeitet.

Intensiviert wurde die Zusammenarbeit mit der Universität Heidelberg (ITAS).

Mit der NASA gibt es eine Zusammenarbeit zur Evaluierung von kühlbaren InP-Transistoren.

## 6 Veröffentlichungen

### 6.1 In Zeitschriften und Büchern

*Erschienen:*

- Alberdi, A., T.P. Krichbaum, D.A. Graham, A. Greve, M. Grewing, J.M. Marcaide, A. Witzel, R.S. Booth, L.B. Bååth, F. Colomer, S. Doeleman, A.P. Marscher, A.E.E. Rogers, C.J. Schalinski and K. Standke: The high-frequency compact radio structure of the peculiar quasar 4C39.25. *Astron. Astrophys.* **327**, 513-521 (1997).
- Alef, W., A.O. Benz and M. Güdel: VLBI measurements of the size of  $\alpha$  Me stars. *Astron. Astrophys.* **317**, 707-711 (1997).
- Baan, W.A., A.E. Bragg, C. Henkel and T.L. Wilson: Nuclear formaldehyde absorption in NGC253. *Astrophys. J.* **491**, 134-139 (1997).
- Balega, I.I., Y. Balega, H. Falcke, R. Osterbart, T. Reinheimer, M. Schöller and G. Weigelt: Speckle interferometry of the spectroscopic binaries Gliese 150.2 and 41 Draconis. *Astron. Letters* **23**, 172-176 (1997).
- Balser, D.S., T.M. Bania, R.T. Rood and T.L. Wilson: The  $^3\text{He}$  abundance in planetary nebulae. *Astrophys. J.* **483**, 320-334 (1997).
- Bania, T.M., D.S. Balser, R.T. Rood, T.L. Wilson and T.J. Wilson:  $^3\text{He}$  in the Milky Way interstellar medium: summary of relevant observations. *Astrophys. J. Suppl.* **113**, 353-366 (1997).
- Baudry, A., J.F. Desmurs, T.L. Wilson and R.J. Cohen: A survey of star-forming regions in the 5cm lines of OH. *Astron. Astrophys.* **325**, 255-268 (1997).
- Bauer, J., F. Finocchi, W.J. Duschl, H.P. Gail and J.P. Schlöder: Simulation of chemical reactions and dust destruction in protoplanetary accretion disks. *Astron. Astrophys.* **317**, 273-289 (1997).
- Beck, R.: Radio emission from galactic disks. In: High-Sensitivity Radio Astronomy, Eds. N. Jackson, R.J. Davis. Cambridge University Press, Cambridge 1997, 117-128.
- Beck, R.: Radio studies of cosmic rays and magnetic fields in galactic halos. In: The Physics of Galactic Halos, Eds. H. Lesch et al. Akademie Verl., Berlin 1997, 135-149.
- Berkhuijsen, E.M., C. Horellou, M. Krause, N. Neininger, A.D. Poezd, A. Shukurov and D.D. Sokoloff: Magnetic fields in the disk and halo of M51. *Astron. Astrophys.* **318**, 700-720 (1997).
- Berkhuijsen, E.M., C. Horellou, M. Krause, N. Neininger, A.D. Poezd, A. Shukurov and D.D. Sokoloff: Regular magnetic fields in the spiral galaxy M51. *Acta Astron. et Geophys. Univ. Comenianae* **19**, 21-42 (1997).
- Biermann, P.L.: Not-so-cosmic rays. *Nature* **388**, 24-25 (1997).
- Biermann, P.L.: The origin of the highest energy cosmic rays. *J. Phys. G, Nucl. Part. Phys.* **23**, 1-27 (1997).
- Biermann, P.L.: Supernova blast waves and pre-supernova winds: their cosmic ray contribution In: Cosmic Winds and the Heliosphere, Eds. J.R. Jokipii et al. The University of Arizona Press, Tucson 1997, 887-957.
- Biermann, P.L., H. Kang, J.P. Rachen and D. Ryu: Cosmic structure of magnetic fields. In: Very High Energy Phenomena in the Universe, Eds. Y. Giraud-Heraud, J. Tran Thanh Van. Editions Frontieres, Gif-sur-Yvette 1997, 227-234.

- Biermann, P.L., H. Kang and D. Ryu: The supergalactic structure and the origin of the highest energy cosmic rays. In: *Extremely High Energy Cosmic Rays: Astrophysics and Future Observatories*, Ed. M. Nagano. Institute for Cosmic Ray Research, Tokyo 1997, 79-88.
- Bird, M.K., W.K. Huchtmeier, P. Gensheimer, T.L. Wilson, P. Janardhan and C. Lemme: Radio detection of ammonia in comet Hale-Bopp. *Astron. Astrophys.* **325**, L5-L8 (1997).
- Bird, M.K., P. Janardhan, P. Gensheimer, W. Huchtmeier and T.L. Wilson: Detection of NH<sub>3</sub> in comet Hale-Bopp. IAU Circular No. 6607 (1997).
- Böttcher, M., H. Mause and R. Schlickeiser:  $\gamma$ -ray emission and spectral evolution of pair plasmas in AGN jets I. General theory and a prediction for the GeV-TeV emission from ultra-relativistic jets. *Astron. Astrophys.* **324**, 395-409 (1997).
- Böttcher, M., H.-P. Reuter and H. Lesch: The radio spectra of galactic nuclei. *Astron. Astrophys.* **326**, L33-L36 (1997).
- Böttcher, M. and R. Schlickeiser: The pair production spectrum from photon-photon annihilation. *Astron. Astrophys.* **325**, 866-870 (1997).
- Braatz, J.A., A.S. Wilson and C. Henkel: A survey for H<sub>2</sub>O megamasers in active galactic nuclei - II. A comparison of detected and undetected galaxies. *Astrophys. J. Suppl.* **110**, 321-346 (1997).
- Braine, J., M. Guelin, M. Dumke, N. Brouillet, F. Herpin and R. Wielebinski: Gas and dust in the active spiral galaxy NGC3079. *Astron. Astrophys.* **326**, 963-975 (1997).
- Braine, J., C. Henkel and T. Wiklind: The neutral gas content of X-ray bright elliptical galaxies. *Astron. Astrophys.* **321**, 765-770 (1997).
- Brinkmann, W., J. Siebert, E.D. Feigelson, R.I. Kollgaard, S.A. Laurent-Muehleisen, W. Reich, E. Fürst, P. Reich, W. Voges, J. Trümper and R. McMahon: Radio-loud active galaxies in the northern ROSAT All-Sky Survey. II: Multi-frequency properties of unidentified sources. *Astron. Astrophys.* **323**, 739-748 (1997).
- Chi, X., E.C.M. Young and R. Beck: Depolarization of radio synchrotron emission in spiral galaxies. *Astron. Astrophys.* **321**, 71-80 (1997).
- Chin, Y.N., C. Henkel, J.B. Whiteoak, T.J. Millar, M.R. Hunt and C. Lemme: Molecular abundances in the Magellanic Clouds. I. A multiline study of five cloud cores. *Astron. Astrophys.* **317**, 548-562 (1997).
- Chini, R., E. Kreysa and W.F. Wargau: 2.2 and 1300 $\mu$ m observations of a complete sample of southern quasars. *Astron. Astrophys.* **318**, 15-18 (1997).
- Chini, R., B. Reipurth, A. Sievers, D. Ward-Thompson, C.G.T. Haslam, E. Kreysa and R. Lemke: Cold dust around Herbig-Haro energy sources: morphology and new protostellar candidates. *Astron. Astrophys.* **325**, 542-550 (1997).
- Chini, R., B. Reipurth, D. Ward-Thompson, J. Bally, L.Å. Nyman, A. Sievers and Y. Billawala: Dust filaments and star formation in OMC-2 and OMC-3. *Astrophys. J.* **474**, L135-L138 (1997).
- Codella, C., L. Testi and R. Cesaroni: The molecular environment of H<sub>2</sub>O masers: VLA ammonia observations. *Astron. Astrophys.* **325**, 282-294 (1997).
- Codella, C., R. Welser, C. Henkel, P.J. Benson and P.C. Myers: Four dense molecular cores in the Taurus molecular cloud (TMC). Ammonia and cyanodiacetylene observations. *Astron. Astrophys.* **324**, 203-210 (1997).
- Colomer, F., K.M. Menten and M.J. Reid: FG3: Spatial and frequency modeling of circumstellar masers. *Vistas in Astronomy* **41**, 179-183 (1997).
- Crosas, M. and K.M. Menten: Physical parameters of the IRC+10216 circumstellar envelope:

- New constraints from submillimeter observations. *Astrophys. J.* **483**, 913-924 (1997).
- Crosas, M., K.M. Menten, K. Young and T.G. Phillips: Radiative transfer in a turbulent expanding molecular envelope: Application to Mira. *Astrophys. Space Science* **251**, 189-192 (1997).
- Dahmen, G., S. Hüttemeister, T.L. Wilson, R. Mauersberger, A. Linhart, L. Bronfman, A.R. Tieftrunk, K. Meyer, W. Wiedenhöfer, T.M. Dame, E.S. Palmer, J. May, J. Aparici and F. Mac-Auliffe: Molecular gas in the galactic center region. I. Data from a large scale C<sup>18</sup>O(J=1-0) survey. *Astron. Astrophys. Suppl.* **162**, 197-236 (1997).
- Davidson, K., D. Ebbets, S. Johansson, J. Morse, F. Hamann, B. Balick, R. Humphreys, G. Weigelt and A. Frank: HST/GHRS observations of the compact slow ejecta of eta Carinae. *Astron. J.* **113**, 335-345 (1997).
- de Vicente, P., J. Martin-Pintado and T.L. Wilson: A hot ring in the Sagittarius molecular cloud. *Astron. Astrophys.* **320**, 957-971 (1997).
- Deiss, B.M., W. Reich, H. Lesch and R. Wielebinski: The large-scale structure of the diffuse radio halo of the Coma cluster at 1.4 GHz. *Astron. Astrophys.* **321**, 55-63 (1997).
- Dermer, C.D., S.J. Sturmer and R. Schlickeiser: Nonthermal Compton and synchrotron processes in the jets of active galactic nuclei. *Astrophys. J. Suppl.* **109**, 103-137 (1997).
- Dumke, M., J. Braine, M. Krause, R. Zylka, R. Wielebinski and M. Guélin: The interstellar medium in the edge-on galaxy NGC5907: cold dust and molecular line emission. *Astron. Astrophys.* **325**, 124-134 (1997).
- Elmouttie, M., R.F. Haynes, K.L. Jones, M. Ehle, R. Beck, J.I. Harnett and R. Wielebinski: The radio continuum structure of the edge-on spiral galaxy NGC 4945. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **284**, 830-838 (1997).
- Enblin, T.A., P.L. Biermann, P.P. Kronberg and X.P. Wu: Cosmic-ray protons and magnetic fields in clusters of galaxies and their cosmological consequences. *Astrophys. J.* **477**, 560-567 (1997).
- Falcke, H., A.S. Wilson and L.C. Ho: Relativistic jets in radio-weak quasars and LINER galaxies. In: *Relativistic Jets in AGNs*, Eds. M. Ostrowski et al. Towarzystwa Salezjanskiego, Krakow 1997, 13-19.
- Filipovic, M.D., P.A. Jones, G.L. White, R.F. Haynes, U. Klein and R. Wielebinski: A radio continuum study of the Magellanic Clouds. V. Catalogues of radio sources in the Small Magellanic Cloud at 1.42, 2.45, 4.75, 4.85 and 8.55 GHz. *Astron. Astrophys. Suppl.* **121**, 321-326 (1997).
- Filipovic, M.D., G.L. White, P.A. Jones, R.F. Haynes, W.N. Pietsch, R. Wielebinski and U. Klein: The Magellanic Clouds: overview of their history, structure, chemical composition and surveys. In: *The History of the Milky Way and its Satellite System* (ASP conf. series 112), Eds. A. Burkert et al. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 1997, 91-107.
- Frey, S., L.I. Gurvits, K.I. Kellermann, R.T. Schilizzi and I.I.K. Pauliny-Toth: High resolution radio imaging of the extremely distant quasars 1251-407, 1351-018, 1354-174 and 1508+572. *Astron. Astrophys.* **325**, 511-515 (1997).
- Fürst, E., W. Reich and B. Aschenbach: New radio and soft X-ray observations of the supernova remnant G 18.95-1.1. *Astron. Astrophys.* **319**, 655-663 (1997).
- Gangadhara, R.T.: Orthogonal polarization mode phenomenon in pulsars. *Astron. Astrophys.* **327**, 155-166 (1997).
- Gangadhara, R.T. and H. Lesch: On the nonthermal emission in active galactic nuclei. *Astron. Astrophys.* **323**, L45-L48 (1997).
- García-Barillo, S., M. Guélin and N. Neininger: A high-resolution <sup>12</sup>CO(1-0) study of the

- nucleus of NGC 5907. Observations and modelling. *Astron. Astrophys.* **319**, 450-458 (1997).
- Garret, M.A., S. Nair, R.W. Porcas and A.R. Patnaik: Multi-epoch VLBA 15 and 43 GHz observations of the gravitational lens PKS 1830-211: extending VLBI towards the micro-arcsecond scale. *Vistas in Astronomy* **41**, 281-285 (1997).
- Gensheimer, P.D.: Detection of HCCNC from IRC+10216. *Astrophys. J.* **479**, L75-L78 (1997).
- Gensheimer, P.D. and L.E. Snyder: A search for vibrationally excited SiC<sub>2</sub> $\nu_3=1$  toward IRC+10216. *Astrophys. J.* **490**, 819-822 (1997).
- Gerin, M., T.G. Phillips, D.J. Benford, K.H. Young, K.M. Menten and B. Frye: Redshifted molecular absorption systems toward PKS 1830-211 and B0218+357: submillimeter CO, CI and H<sub>2</sub>O data. *Astrophys. J.* **488**, L31-L34 (1997).
- Greenhill, L.J., J.R. Herrnstein, J.M. Moran, R.M. Menten and T. Velusamy: A search for H<sub>2</sub>O maser emission toward active galactic nuclei: Discovery of a nuclear maser source in NGC3735. *Astrophys. J.* **486**, L15-L18 (1997).
- Han, J.L., R.N. Manchester, E.M. Berkhuijsen and R. Beck: Antisymmetric rotation measures in our Galaxy: evidence for an AO dynamo. *Astron. Astrophys.* **322**, 98-102 (1997).
- Henkel, C. and T. Wiklind: Cool dense gas in early-type galaxies. *Space Science Reviews* **81**, 1-105 (1997).
- Hoensbroech, A.v. and K.M. Xilouris: Does radius-to-frequency mapping persist close to the pulsar surface? *Astron. Astrophys.* **324**, 981-987 (1997).
- Hoensbroech, A.v. and K.M. Xilouris: Effelsberg multifrequency pulsar polarimetry. *Astron. Astrophys. Suppl.* **126**, 121-149 (1997).
- Houghton, S., J.B. Whiteoak, B. Koribalski, R. Booth, T. Wiklind and R. Wielebinski: The extended CO J=1-0 emission in NGC253. *Astron. Astrophys.* **325**, 923-932 (1997).
- Huchtmeier, W.K.: An HI survey of polar ring galaxies. II. The Effelsberg sample. *Astron. Astrophys.* **319**, 401-404 (1997).
- Huchtmeier, W.K.: HI-deficiency in Hickson compact groups of galaxies. *Astron. Astrophys.* **325**, 473-478 (1997).
- Huchtmeier, W.K., U. Hopp and B. Kuhn: HI observations of dwarf galaxies in voids. *Astron. Astrophys.* **319**, 67-73 (1997).
- Huchtmeier, W.K., I.D. Karachentsev and V.E. Karachentseva: HI-search for nearby dwarf galaxies. *Astron. Astrophys.* **322**, 375-380 (1997).
- Hüttemeister, S., R. Mauersberger and C. Henkel: Dense gas in nearby galaxies X. H<sub>2</sub>CO and CH<sub>3</sub>OH. Molecular abundances and physical conditions. *Astron. Astrophys.* **326**, 59-68 (1997).
- Hummel, C.A., T.P. Krichbaum, A. Witzel, K.H. Wüllner, W. Steffen, W. Alef and A. Fey: The radio jet of quasar 0153+744. *Astron. Astrophys.* **324**, 857-869 (1997).
- Johnston, K.J., R.A. Gaume, T.L. Wilson, H.A. Nguyen and G.E. Nedoluha: The apparent sizes of the 6<sub>2</sub>-6<sub>1</sub> E-type methanol masers in OMC-1. *Astrophys. J.* **490**, 758-764 (1997).
- Kang, H., J.P. Rachen and P.L. Biermann: Contributions to the cosmic ray flux above the ankle: clusters of galaxies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **286**, 257-267 (1997).
- Kijak, J., M. Kramer, R. Wielebinski and A. Jessner: Observations of millisecond pulsars at 4.85 GHz. *Astron. Astrophys.* **318**, L63-L66 (1997).
- King, L.J., I.W.A. Browne, T.W.B. Muxlow, D. Narasimha, A.R. Patnaik, R.W. Porcas

- and P.N. Wilkinson: Multifrequency radio observations of the gravitational lens system 1938+666. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **289**, 450-456 (1997).
- Kramer, M., A. Jessner, O. Doroshenko and R. Wielebinski: Observations of pulsars at 7 millimeters. *Astrophys. J.* **488**, 364-367 (1997).
- Kramer, M., K.M. Xilouris, A. Jessner, D.R. Lorimer, R. Wielebinski and A.G. Lyne: Origin of pulsar radio emission. I. High frequency data. *Astron. Astrophys.* **322**, 846-856 (1997).
- Kramer, M., K.M. Xilouris and B. Rickett: Unexpected variations in pulsar flux-densities at mm-wavelengths. *Astron. Astrophys.* **321**, 513-518 (1997).
- Kreysa, E., W. Altenhoff, C.G.T. Haslam and A. Sievers: Detection of comet C/1995 01(Hale-Bopp) in the continuum at 250 GHz. *IAU Circular* 6555 (1997).
- Krichbaum, T.P., D.A. Graham, A. Greve, J.E. Wink, J. Alcolea, F. Colomer, P. de Vicente, A. Baudry, J. Gomez-Gonzales, M. Grewing and A. Witzel: 215 GHz VLBI observations of bright active galactic nuclei. *Astron. Astrophys.* **323**, L17-L20 (1997).
- Mattox, J.R., J. Schachter, L. Molnar, R.C. Hartman and A.R. Patnaik: The identification of EGRET sources with flat-spectrum radio sources. *Astrophys. J.* **481**, 95-115 (1997).
- McGlynn, T.A., R.C. Hartman, S.D. Bloom, M. Aller, H. Aller, A.V. Filippenko, A.J. Barth, W.K. Gear, A.P. Marscher, J.R. Mattox, W. Reich, E.I. Robson, J. Schramm, J.A. Stevens, H. Teräsranta, M. Tornikoski, W.T. Vestrand, S. Wagner and A. Heines: A gamma-ray flare in NRAO 190. *Astrophys. J.* **481**, 625-632 (1997).
- Megeath, S.T. and T.L. Wilson: The NGC281 west cluster. I. Star formation in photo-evaporating clumps. *Astron. J.* **114**, 1106-1120 (1997).
- Montigny, C.v., H. Aller, M. Aller, F. Bruhweiler, W. Collmar, T.J.L. Courvoisier, P.G. Edwards, C.E. Fichtel, A. Fruscione, G. Ghisellini, R.C. Hartman, W.N. Johnson, M. Kafatos, T. Kii, D.A. Kniffen, G.G. Lichti, F. Makino, K. Mannheim, A.P. Marscher, B. McBreen, I. McHardy, J.E. Pesce, M. Pohl, E. Ramos, W. Reich, E.I. Robson, K. Sasaki, H. Teräsranta, M. Tornikoski, C.M. Urry, E. Valtaoja, S. Wagner and T. Weekes: Multiwavelength observations of 3C273 in 1993-1995. *Astrophys. J.* **483**, 161-177 (1997).
- Morris, D., M. Kramer, C. Thum, R. Wielebinski, M. Grewing, J. Penalver, A. Jessner, G. Butin and W. Brunswig: Pulsar detection at 87 GHz. *Astron. Astrophys.* **322**, L17-L20 (1997).
- Mücke, A., M. Pohl, P. Reich, W. Reich, R. Schlickeiser, C.E. Fichtel, R.C. Hartman, G. Kanbach, D.A. Kniffen, H.A. Mayer-Hasselwander, M. Merck, P.F. Michelson, C. von Montigny and T.D. Willis: On the correlation between radio and gamma ray luminosities of active galactic nuclei. *Astron. Astrophys.* **320**, 33-40 (1997).
- Neufeld, D.A., J. Zmuidzinas, P. Schilke and T.G. Phillips: Discovery of interstellar hydrogen fluoride. *Astrophys. J.* **488**, L141-L144 (1997).
- Niklas, S.: A radio continuum survey of Shapley-Ames galaxies at  $\lambda$ 2.8cm. III. The radio far infrared correlation. *Astron. Astrophys.* **322**, 29-37 (1997).
- Niklas, S. and R. Beck: A new approach to the radio - far infrared correlation for non-calorimeter galaxies. *Astron. Astrophys.* **320**, 54-64 (1997).
- Niklas, S., U. Klein and R. Wielebinski: A radio continuum survey of Shapley-Ames galaxies at  $\lambda$ 2.8cm. II: Separation of thermal and non-thermal radio emission. *Astron. Astrophys.* **322**, 19-28 (1997).
- Osterbart, R., N. Langer and G. Weigelt: High-resolution imaging of the bipolar nebula red rectangle. Evidence for unstable mass transfer in a close binary system. *Astron. Astrophys.* **325**, 609-612 (1997).

- Pineault, S., T.L. Landecker, C.M. Swerdlyk and W. Reich: The supernova remnant CTA1(G119.5+10.3): a study of the breakout phenomenon. *Astron. Astrophys.* **324**, 1152-1164 (1997).
- Protheroe, R.J. and P.L. Biermann: A new estimate of the extragalactic radio background and implications for ultra-high-energy  $\gamma$ -ray propagation. *Astroparticle Physics* **6**, 45-54 (1996).
- Protheroe, R.J. and P.L. Biermann: Photon-photon absorption above a molecular cloud torus in blazars. *Astroparticle Physics* **6**, 293-300 (1997).
- Reich, P., W. Reich and E. Fürst: The Effelsberg 21cm radio continuum survey of the galactic plane between  $l=95.5^\circ$  and  $l=240^\circ$ . *Astron. Astrophys. Suppl.* **126**, 413-435 (1997).
- Reid, M. and K.M. Menten: Shocks in the radio photospheres of long period variable stars. *Astrophys. Space Science* **251**, 41-47 (1997).
- Reinheimer, T., K.H. Hofmann, M. Schöller and G. Weigelt: Speckle masking interferometry with the large binocular telescope. *Astron. Astrophys. Suppl.* **121**, 191-199 (1997).
- Reuter, H.-P., C. Kramer, A. Sievers, G. Paubert, R. Moreno, A. Greve, S. Leon, J.F. Panis, M. Ruiz-Moreno, H. Ungerechts and W. Wild: Millimeter continuum measurements of extragalactic radio sources. IV. Data from 1993-1994. *Astron. Astrophys. Suppl.* **122**, 271-276 (1997).
- Riffert, H., P. Kumar and W.K. Huchtmeier: HI observations of two molecular clouds with extremely large velocity dispersions. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **284**, 749-753 (1997).
- Rioja, M.J., E. Stevens, L. Gurvits, W. Alef, R.T. Schilizzi, T. Sasao and Y. Asaki: Phase-referencing in cluster-cluster VLBI mode. *Vistas in Astronomy* **41**, 213-217 (1997).
- Saripalli, L., A.R. Patnaik, R.W. Porcas and D.A. Graham: Nuclear radio emission in megaparsec-size radio galaxies. *Astron. Astrophys.* **328**, 78-82 (1997).
- Schlickeiser, R.:  $\gamma$ -ray evidence for distributed stochastic acceleration of galactic cosmic ray electrons. In: *The Physics of Galactic Halos*, Eds. H. Lesch et al. Akademie Verl., Berlin 1997, 263-277.
- Schlickeiser, R.:  $\gamma$ -ray evidence for galactic in-situ electron acceleration. *Astron. Astrophys.* **319**, L5-L8 (1997).
- Schlickeiser, R., H. Fichtner and M. Kneller: Revised Landau damping rates of magneto-hydrodynamic waves in hot magnetized equilibrium plasmas and its consequences for cosmic ray transport in the interplanetary medium. *J. of Geophys. Research* **102**, 4725-4739 (1997).
- Schlickeiser, R. and M. Kneller: Relativistic kinetic theory of waves in isotropic plasmas. *J. Plasma Phys.* **57**, 709-740 (1997).
- Schlickeiser, R., M. Pohl, R. Ramaty and J.G. Skibo: Gamma ray implications for the origin and the acceleration of cosmic rays. In: *Proceedings of the Fourth Compton Symposium*, Eds. C.D. Dermer et al. American Institute of Physics, New York 1997, 449-460.
- Schwartz, R.: The activities of the Max-Planck-Institute for Radio Astronomy (MPIfR) under the aspect of scientific cooperation p.e. Very Long Baseline Interferometry. In: *Proceedings of the Fourteenth National Radio Science Conference (NRSC '97)*. Egyptian National Radio Science Committee; Academy of Scientific Research and Technology, Cairo 1997, 1-5.
- Seemann, H. and P.L. Biermann: Unstable waves in winds of magnetic massive stars. *Astron. Astrophys.* **327**, 273-280 (1997).
- Skibo, J.G., C.D. Dermer and R. Schlickeiser: The beaming pattern of Doppler-boosted



- thermal annihilation radiation: application to MeV blazars. *Astrophys. J.* **483**, 56-61 (1997).
- Stark, R., P. Kalberla and R. Güsten: Detection of CH 3.3 GHz emission from the intermediate-velocity cloud G90+39 (Draco). *Astron. Astrophys.* **317**, 907-910 (1997).
- Tieftrunk, A.R., R.A. Gaume, M.J. Claussen, T.L. Wilson and K.J. Johnston: The HII/molecular cloud complex W3 revisited: imaging the radio continuum sources using multi-configuration, multi-frequency observations with the VLA. *Astron. Astrophys.* **318**, 931-946 (1997).
- Urbanik, M., D. Elstner and R. Beck: Observational signatures of helical galactic magnetic fields. *Astron. Astrophys.* **326**, 465-476 (1997).
- Uyaniker, B., W. Reich, R. Schlickeiser and R. Wielebinski: Sunyaev-Zeldovich effect measured towards Abell cluster A2218. *Astron. Astrophys.* **325**, 516-522 (1997).
- Weigelt, G., Y. Balega, K.H. Hofmann, N. Lange and R. Osterbart: Interferometric studies of late phases of stellar evolution. In: *Science With the VLT Interferometer*, Ed. F. Paresce. Springer, Berlin 1997, 206-211.
- Whiteoak, J.B.Z. and K.J. Uchida: High-resolution radio observations of RCW 49. *Astron. Astrophys.* **317**, 563-568 (1997).
- Wielebinski, R.: Pulsars at the highest radio frequencies. In: *High-Sensitivity Radio Astronomy*, Eds. N. Jackson, R.J. Davis. Cambridge University Press, Cambridge 1997, 6-13.
- Wielen, R. and T.L. Wilson: The evolution of the C, N, and O isotope ratios from an improved comparison of the interstellar medium with the sun. *Astron. Astrophys.* **326**, 139-142 (1997).
- Wiesemeyer, H., R. Güsten, J.E. Wink and H.W. Yorke: High resolution studies of protostellar condensations in NGC 2024. *Astron. Astrophys.* **320**, 287-299 (1997).
- Wiklind, T., F. Combes, C. Henkel and F. Wyrowski: Molecular gas in the elliptical galaxy NGC759. Interferometric CO observations. *Astron. Astrophys.* **323**, 727-738 (1997).
- Wilson, T.L., L. Filges, C. Codella, W. Reich and P. Reich: Kinematics and electron temperatures in the core of Orion A. *Astron. Astrophys.* **327**, 1177-1184 (1997).
- Wink, J.E., S. Guilloteau and T.L. Wilson: CO emission from 3C48. *Astron. Astrophys.* **322**, 427-430 (1997).
- Wyrowski, F., P. Schilke, P. Hofner and C.M. Walmsley: Carbon radio recombination lines in the Orion bar. *Astrophys. J.* **487**, L171-L174 (1997).

## 6.2 Konferenzbeiträge

### *Erschienen:*

- Balega, I., Y. Balega, H. Falcke, R. Osterbart, M. Schöller and G. Weigelt: Speckle masking imaging of the spectroscopic binaries Gliese 150.2 and 41 Draconis. In: *Visual Double Stars: Formation, Dynamics and Evolutionary Tracks*, Eds. J.A. Docobo et al. Kluwer, Dordrecht 1997, 73-78.
- Balser, D.S., T.M. Bania, R.T. Rood and T.L. Wilson: High-sensitivity radio observations of the 8.665-6Hz  $^3\text{He}^+$  hyperfine line emission from planetary nebulae. In: *High-Sensitivity Radio Astronomy*, Eds. N. Jackson, R.J. Davis. Cambridge University Press, Cambridge 1997, 53-56.
- Bania, T.M., D.S. Balser, R.T. Rood and T.L. Wilson: Quest for the 3-cm spectral limit: high sensitivity measurements of  $^3\text{He}^+$  emission from Galactic HII regions. In: *High-Sensitivity Radio Astronomy*, Eds. N. Jackson, R.J. Davis. Cambridge University Press, Cambridge 1997, 93-96.
- Berkhuijsen, E.M.: The relationship between magnetic field strength and gas density from

- observations. In: *The Physics of Galactic Halos*, Eds. H. Lesch et al. Akademie Verl., Berlin 1997, 155-158.
- Berkhuijsen, E.M., C. Horellou, M. Krause, N. Neininger, A.D. Poezd, A. Shukurov and D.D. Sokoloff: Magnetic fields in the disk and halo of M51. In: *The Physics of Galactic Halos*, Eds. H. Lesch et al. Akademie Verl., Berlin 1997, 151-154.
- Böttcher, M., H. Mause and R. Schlickeiser: GeV - TeV  $\gamma$ -ray emission from blazars. In: *The Transparent Universe*, (ESA SP 382), Ed. B. Kaldeich-Schürmann. ESA, Noordwijk 1997, 509-512.
- Böttcher, M., H. Mause and R. Schlickeiser: Spectral modelling of gamma-ray blazars. In: *Proceedings of the Fourth Compton Symposium*, Eds. C.D. Dermer et al. American Institute of Physics, New York 1997, 1473-1477.
- Böttcher, M. and R. Schlickeiser: The pair production spectrum from photon-photon annihilation. In: *25th International Cosmic Ray Conference (Vol. 4)*, Eds. M.S. Potgieter et al. Potchefstroomse Universiteit, Potchefstroom 1997, 461-464.
- Donea, A.C. and P.L. Biermann: Exploration of the physical consequences of the jet-disk symbiosis. In: *Relativistic Jets in AGNs*, Eds. M. Ostrowski et al. Towarzystwa Salezjanskiego, Krakow 1997, 122-126.
- Eilhardt, K. and R. Wohlleben: A simplified method for determining the beam-squint of symmetrical reflector systems with the use of normalized diagrams for the primary focus case. In: *20th ESTEC Antenna Workshop on Millimetre Wave Antenna Technology and Antenna Measurement (ESA WPP 128)*. ESA/ESTEC, Noordwijk 1997, 105-111.
- Enßlin, T.A., W. Rhode and P.L. Biermann: PARSIFAL - A new tool for astroparticle physics. In: *Relativistic Jets in AGNs*, Eds. M. Ostrowski et al. Towarzystwa Salezjanskiego, Krakow 1997, 308-312.
- Hofmann, K.H., Y. Balega, M. Scholz and G. Weigelt: Interferometric observations of Mira stars. In: *Science With the VLT Interferometer*, Ed. F. Paresce. Springer, Berlin 1997, 367-368
- Krichbaum, T.P., A. Witzel, D. Graham and A.P. Lobanov: MM-VLBI monitoring of broad-band active blazars. In: *Millimeter-VLBI Science Workshop*. Eds. R. Barvainis, R.B. Phillips. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA 1997, 3-9.
- Mörsberger, U. and R. Schlickeiser: On the nature of the diffuse sub-MeV galactic  $\gamma$ -ray emission. In: *25th International Cosmic Ray Conference (Vol. 3)*, Eds. M.S. Potgieter et al. Potchefstroomse Universiteit, Potchefstroom 1997, 121-124.
- Neininger, N.: Detection of cold dust in the outer parts of edge-on galaxies. In: *The Physics of Galactic Halos*, Eds. H. Lesch et al. Akademie Verl., Berlin 1997, 215-218.
- Neininger, N., M. Dumke, M. Guélin and R. Zylka: Warped cold dust disks of spiral galaxies. In: *The Far InfraRed and Submillimetre Universe (ESA Sp 401)*, Ed. A. Wilson. ESA, Noordwijk 1997, 317-320.
- Ostrowski, M., G. Michalek and R. Schlickeiser: Cosmic ray momentum diffusion in magnetosonic versus Alfenic turbulent fields. In: *25th International Cosmic Ray Conference (Vol. 4)*, Eds. M.S. Potgieter et al. Potchefstroomse Universiteit, Potchefstroom 1997, 493-496.
- Palous, J. and S. Ehlerova: Supernova rates derived from HI shells in Milky Way, M31 and Holmberg II. In: *The Physics of Galactic Halos*, Eds. H. Lesch et al. Akademie Verl., Berlin 1997, 291-294.
- Porcas, R.W. and M.J. Rioja: Investigations of frequency-dependent source structure: 1038+52 A,B revisited. In: *Proceedings of the 12th Working Meeting on European VLBI for Geodesy and Astrometry*, Ed. B.R. Pettersen. Statens Kartverk Geodesidivisionen Honefoss 1997, 133-143.

- Reich, W.: Status and plans for the Effelsberg 100-m telescope. In: High-Sensitivity Radio Astronomy, Eds. N. Jackson, R.J. Davis. Cambridge University Press, Cambridge 1997, 225-228.
- Reinheimer, T., K.H. Hofmann, M. Schöller and G. Weigelt: Multi-speckle interferometric imaging with the VLTI and the LBT at optical wavelengths. In: Science With the VLT Interferometer, Ed. F. Paresce. Springer, Berlin 1997, 387-388.
- Reinheimer, T. and G. Weigelt: Infrared interferometric imaging with the VLTI in the multi-speckle mode with a combination of the 8m UTs and the 2m ATs. In: Science With the VLT Interferometer, Ed. F. Paresce. Springer, Berlin 1997, 389-390.
- Schlickeiser, R.:  $\gamma$ -ray evidence for galactic in-situ electron acceleration. In: The Transparent Universe (ESA SP 382), Ed. B. Kaldeich-Schürmann. ESA, Noordwijk 1997, 541-544.
- Schlickeiser, R. and J.A. Miller: On the mean free path discrepancy of solar cosmic rays. In: 25th International Cosmic Ray Conference (Vol. 1), Eds. M.S. Potgieter et al. Potchefstroomse Universiteit, Potchefstroom 1997, 237-240.
- Wang, Y. and P.L. Biermann: A striking mass ratio limitation in early type galaxies. In: Relativistic Jets in AGNs, Eds. M. Ostrowski et al. Towarzystwa Salezjanskiego, Krakow 1997, 135-139.
- Weferling, B. and R. Schlickeiser: The contribution of AGNs to extragalactic gamma background radiation. In: Relativistic Jets in AGNs, Eds. M. Ostrowski et al. Towarzystwa Salezjanskiego, Krakow 1997, 249-252.
- Wielebinski, R.: Cold dust in galaxies at 1.2-mm wavelength. In: High-Sensitivity Radio Astronomy, Eds. N. Jackson, R.J. Davis. Cambridge University Press, Cambridge 1997, 211-212.
- Wielebinski, R.: Pyl międzygwiazdowy w galaktykach. Nauka Nr. 1, 31-34 (1997).
- Wittkowski, M.: Determination of the gravitational potential of Seyfert cores from high-resolution spatial and spectral data. In: Emission Lines in Active Galaxies (ASP conf. series 113), Ed. B.M. Peterson et al. Astron. Soc. Pacific, San Francisco 1997, 485-486.
- 6.3 Sonstiges:**
- Baars, J.W.M.: De Heinrich-Hertztelescoop op Mount Graham: Submillimeterastronomie vanuit het Ponderosawoud. Zenit, Nr. 11, 476-480 (1997).
- Biermann, P.L.: Frauen in der Wissenschaft. Sterne u. Weltraum **36**, 619 (1997).
- Marschner, R., W.K. Huchtmeier: Spektroskopie in der Radioastronomie. Mitt.bl. der Seefunkkameradschaft Bremen, Nr. 2, 2-5 (1997).
- Mezger, P.G., W.J. Duschl and R. Zylka: Das Schwarze Loch der Milchstraße. Bild d. Wiss. **34**, 28-33 (1997).