

Bonn

Max-Planck-Institut für Radioastronomie

Auf dem Hügel 69, 53121 Bonn
Tel.: (0228)525-0, Telefax: (0228)525-229
E-Mail: *username*@mpifr-bonn.mpg.de
Internet: <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/>

0 Allgemeines

Das Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR) wurde zum 01.01.1967 gegründet und zog 1973 in das heutige Gebäude ein, das in den Jahren 1983 und 2002 wesentlich erweitert wurde..

Im Mai 1971 wurde das 100 m-Radioteleskop in Bad Münstereifel-Effelsberg eingeweiht. Der volle astronomische Meßbetrieb begann ab August 1972. Das 1985 in Betrieb genommene 30 m-Teleskop für Millimeterwellen-Radioastronomie (MRT) auf dem Pico Veleta (bei Granada, Spanien) wurde noch im selben Jahr über an das neugegründete Institut für Radioastronomie im Millimeterwellenbereich (IRAM) übergeben. Im September 1993 erfolgte die Einweihung des für den submm-Bereich vorgesehenen 10 m-Heinrich-Hertz-Teleskops (HHT) auf dem Mt. Graham (Arizona/USA), das bis zum 30.06.2004 gemeinsam mit dem Steward Observatorium der Universität von Arizona betrieben wurde. Das Institut ist Mitglied des Europäischen VLBI-Netzwerks (EVN).

Zur Untersuchung der Radiostrahlung bis zu Wellenlängen weit unter 1 mm wurde in der chilenischen Atacama-Wüste in einer Höhe von 5100 m über dem Meeresspiegel ein neues 12 m-Radioteleskop errichtet. APEX, das Atacama Pathfinder EXperiment, wurde im September 2005 offiziell eingeweiht und hat daraufhin den regulären Beobachtungsbetrieb aufgenommen.

Die im Jahr 2002 eröffnete “International Max Planck Research School for Radio and Infrared Astronomy at the University of Bonn” (IMPRS) erfolgt in Zusammenarbeit mit den Astronomischen Instituten der Universität Bonn. Am Ende des Berichtsjahres waren 23 Doktoranden Mitglieder der IMPRS; vier Promotionen wurden im Jahr 2005 abgeschlossen.

1 Personal

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. W. Alef, Dr. R. Beck, Dr. T. Beckert, Dipl.-Phys. U. Beckmann (Abteilungsleiter Infrarot-Interferometrie), Dipl.-Phys. J. Behrend, Dr. A. Belloche, Dr. A. Brunthaler (seit 01.08.), Prof. Dr. P.L. Biermann, Priv.-Doz. Dr. S. Britzen, Dipl.-Ing. I. Camara, Dipl.-Ing. M. Ciechanowicz, Dr. C. Comito (seit 01.05.), Dr. T. Driebe, Dipl.-Phys. A. Freihold (bis 30.06.), Prof. Dr. E. Fürst (Abteilungsleiter Station Effelsberg und Elektronik), Dr. H.-P. Gemünd, Dr. D.A. Graham, Dr. R. Güsten (Abteilungsleiter mm/submm-Technologie), Dr. H. Hafok, Dr. M. Heininger, Dr. C. Henkel, Dr. S. Heyminck, Dr. K.-H. Hofmann,

Priv.-Doz. Dr. W.K. Huchtmeier, Dr. A. Jessner, Dr. N. Junkes, Dr. R. Keller, Dr. B. Klein, Dr. T. Klein, Dr. A. Kraus, Dr. M. Krause, Dr. E. Kreysa, Dr. T. Krichbaum, Priv.-Doz. Dr. E. Krügel, Dr. S. Leurini, Dr. A. Lobanov, Prof. Dr. K.M. Menten (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Prof. Dr. P.G. Mezger (emeritiertes Wissenschaftliches Mitglied), Dr. D. Muders, Dr. H. Müller (seit 01.02.), Dr. P. Müller, Dr. J. Neidhöfer, Dr. A. Oberreuter (Abteilungsleiter EDV), Dr. S. Philipp, Dr. A. Polatidis, Dr. R. Porcas, Dr. T. Preibisch, Dr. P. Reich, Dr. W. Reich, Dr. E. Ros (seit 01.06. Forschungskordinator), Dr. H. Rottmann, Dr. A. Roy, Dipl.-Phys. F. Schäfer, Dr. D. Schertl, Dr. P. Schilke, Dr. J. Schmidt, Dipl.-Phys. J. Schraml, Dr. F. Schuller (seit 01.11.), Dr. R. Schwartz, Dr. W.A. Sherwood, Dr. G. Siringo, Dr. S. Thorwirth (seit 01.05.), Dr. F. van der Tak, Dr. P. van der Wal, Prof. Dr. G. Weigelt (Mitglied des Direktoren-Kollegiums), Dr. A. Weiß (seit 01.07.), Prof. Dr. R. Wielebinski (emeritiertes wissenschaftliches Mitglied), Dr. T.L. Wilson (beurlaubt zu ESO), Dr. A. Witzel, Dr. F. Wyrowski, Prof. Dr. J.A. Zensus (Mitglied des Direktoren-Kollegiums; Geschäftsführender Direktor).

Stipendiaten und Gäste:

Dr. I. Agudo, Dr. W.J. Altenhoff, Dr. T. Arshakian, Dr. J. Baars, Dr. K. Basu, A. Beelen (bis 30.11.), Dr. E.M. Berkhuijsen, Prof. Dr. F. Bertoldi, Dr. F. Boone (bis 31.10.), Dr. C. Carilli (01.06. bis 31.08.), Dr. C. Comito (bis 30.04.), Dr. A. Domiciano de Souza (bis 30.09.), Prof. Dr. W. Duschl, Dr. M. Elitzur (16.05. bis 31.08.), Prof. Dr. H. Falcke, Dr. S. Goedhart (bis 21.05.), Dr. K. Hachisuka, Dr. T. Huege (bis 31.01.), Dr. E. Koerding (bis 31.01.), Dr. G. Kosugi (seit 13.07.), Dr. R. Kurz, Dr. R. Lachaume (bis 31.08.), Dr. R. Lemke, Dr. K. Marvel (13.07. bis 07.09.), Priv.-Doz. Dr. M. Massi, Dr. H. Mattes, Dr. J. McKean (seit 01.10.), Dr. M. Mikulic (bis 31.10.), Dr. K. Murakawa (seit 01.04.), Dr. K. Ohnaka, Dr. B. Parise, Dr. M. Perucho (seit 17.08.), Dr. E. Polehampton (bis 30.09.), R. Rezaei (bis 31.07.), Dr. A. Rosen (seit 31.08.), Dr. C. Saxton (01.08. bis 31.10.), Dr. R. Schaaf (seit 16.08.), Prof. Dr. J. Schmid-Burgk, Dr. F. Schuller (bis 31.10.), W. Shi (23.05. bis 19.07.), L. Spitler (seit 01.10.), X. Sun (23.05. bis 19.07.), Prof. Dr. C.M. Walmsley, Prof. Dr. G. Winnewisser.

Doktoranden:

E. Angelakis, M. Aravena (seit 21.09.), S. Bernhart, L. Caramete (seit 01.12.), A. E. Colin (bis 14.07.), I. Dutan (seit 01.04.), J. Forbrich, K. E. Gabányi, S. Ghosh (seit 01.10.), C. Hieret (seit 01.06.), S. Hönig, A. Horneffer (bis 31.03.), V. Impellizzeri, N. Jethava, M. Kadler (bis 20.06.), J. Kauffmann, T. Kellmann (seit 01.10.), H. Kim, S. Kraus, N. Kudryavtseva (seit 06.09.), L. La Porta, S.-S. Lee, N. Marchili (seit 22.08.), R. Mittal, A. More (seit 07.03.), K. Mužič (seit 01.09.), M. Nord (seit 21.07.), A. Pagels (bis 31.03.), T. Pillai, J. Pineda (bis 14.05.), F. Tabatabaei, H. Voß, S. Westermann, M. Wolleben (bis 31.01.), Y. Xu (seit 02.10.), J. Zhang.

Diplomanden:

L. Caramete (bis 31.07.), T. Csengeri (seit 01.10.), J. Hahn (bis 30.04.), M. Henseler (seit 04.10.), C. Hieret (bis 31.05.), I. Ieşoi (seit 01.10.), P. Isar (bis 30.09.), W. Johannes (bis 16.08.), C. König, D. Kramer (seit 19.08.), S. Păduroiu (seit 01.10.), T. Popescu (seit 01.10.), S. Roman (bis 31.07.), B. Roselt (bis 31.08.), H. Saad (seit 01.09.), J. Stasielak (seit 01.11.).

2 Instrumente und Rechenanlagen

2.1 100 m-Radioteleskop Effelsberg

Beobachtungen

Im Jahre 2005 wurden am 100 Meter-Teleskop mehr als 110 Beobachtungsprojekte durchgeführt, darunter einige größere Monitoring- bzw. Survey-Projekte. Hierbei wurde ein Wellenlängenbereich von 21 cm bis 3,5 mm abgedeckt.

Je ein Drittel der Beobachtungszeit entfiel auf Kontinuumsbeobachtungen sowie auf spektroskopische Messungen, etwa 20% auf Interferometrie mit langen Basislinien (VLBI). Ca. 15% der Zeit wurde für Pulsarbeobachtungen aufgewandt. Hochfrequente Messungen (≥ 15 GHz) nahmen etwa ein Viertel der Gesamtmesszeit ein. Diese Messungen sind äußerst empfindlich gegen Wettereinflüsse und bedingen somit eine sehr flexible Planung. Es wird erwartet, dass nach der Montage des neuen Subreflektors im Jahre 2006 der Anteil der Messzeit bei hohen Frequenzen noch deutlich ansteigen wird.

Bei etwa 55% aller Messungen waren auswärtige Wissenschaftler direkt oder indirekt beteiligt, der Anteil der ausländischen Astronomen liegt bei etwa 50%. Ca. 10% der Messzeit wurde im Rahmen von Dissertationen genutzt. Im Jahre 2005 wurde die Förderung ausländischer Wissenschaftler (aus den Ländern der EU) im Rahmen des FP6-TNA-Programms fortgesetzt.

Technische Arbeiten

Die Arbeiten an dem neuen Subreflektor für das 100 m-Radioteleskop wurden fortgesetzt. Auf regelmäßigen Treffen mit MT-Aerospace (vormals MAN) wurde der Fortschritt des Projektes überwacht. Im Jahre 2005 wurde das Design freigegeben und ein detaillierter Montageplan erstellt. Die Fertigstellung ist für Oktober 2006 vorgesehen.

Im September 2005 wurde der neue 100 m² große Faradayraum abgenommen. Nach der Erledigung von kleineren Restarbeiten wird mit der Bestückung begonnen. Mit einer Dämpfung von 100 dB wird dieser Raum die Beobachtungen bis hin zu einer Frequenz von 10 GHz gegen im Hause produzierte Interferenzen schützen.

Im Bereich Elektrotechnik und Maschinenbau konzentrierten sich auch 2005 die Arbeiten auf die Installation eines neuen Kabelkanals durch das Teleskop bis zur Fokuskabine. Der neue Kabelkanal dient in erster Linie der Versorgung des neuen 21 cm-7 Horn-Empfangssystems. Der Kanal einschließlich der Einbringung der Kabel wurde abgeschlossen. Weitere Kabel werden 2006 eingebracht und sollen die Energieversorgung des neuen Subreflektors mit seinen 96 Aktuatoren sicherstellen.

Die Umstellung der analogen Regelung der Hauptachsen-Antriebssteuerung durch eine digitale Regelung wurde abgeschlossen.

Der Kragen des Teleskops, der eine Abschirmung gegen Bodenstrahlung bewirken soll, wurde wegen Korrosionsschutzmaßnahmen abgenommen und wird erst im Jahr 2006 wieder angebracht. Diese Maßnahme ergibt die Gelegenheit, die Wirkung auf die Basislinien von Spektrallinien zu ermitteln. Ergebnisse liegen noch nicht vor.

Ein neues Spektrometer auf der Basis programmierbarer FPGA-Chips wurde entwickelt und getestet. Diese Art Spektrometer sollen in Zukunft die alten Korrelatoren ersetzen. Haupteigenschaften dieser neuen Spektrometer sind die große Bandbreite von 1 GHz, die hohe Anzahl von Kanälen (16384) und ein 14-bit sampling (großer Dynamikbereich). Die ersten Tests mit dem 5 cm-Empfänger waren erfolgreich.

Im Bereich der Prozessrechner wurden die Arbeiten zur Umstellung auf neue Hard- und Software fortgesetzt. Die Frontends und Backends werden nunmehr vollständig von den VME-Prozessoren kontrolliert. Die VAX-Rechner steuern jedoch noch immer das Teleskop. Die Entwicklung des Teleskop-Servo-Kontrollsystems wurde fortgeführt. Die Hard- und Software für die Interrupt-kontrollierte Dekodierung der Positions-Enkoder des Teleskops (VME-Prozessoren mit VxWorks) laufen im Hintergrund parallel zu der alten CAMAC-Hardware ohne Probleme. Die Entwicklung der neuen Servo-Kontrolle ist nahe dem Abschluss.

Seit geraumer Zeit gibt es Bestrebungen, VLBI-Beobachtungen in Echtzeit durchzuführen. Diese Technik (e-VLBI) erfordert schnelle Datenverbindungen von den Teleskopen zu dem Korrelator. Solche schnellen Datenverbindungen werden auch im Zusammenhang mit einer LOFAR-Station (Low Frequency ArRay) notwendig. Im Jahre 2005 wurden daher ersten Untersuchungen durchgeführt, eine eigene Datenleitung mit 10 GBit s⁻¹ von Effelsberg

zum MPIfR nach Bonn zu verlegen (Distanz ca. 30 km).

2.2 APEX — Das “Atacama Pathfinder Experiment”

Nach Wiederaufnahme der Inbetriebnahmetests im März 2005 wurde die Antenne nach erfolgreicher Verifikation im Juni 2005 vom Hersteller (VERTEX Antennentechnik GmbH) abgenommen. Nach anschließender erfolgreicher Science Verifikation wurde im August der reguläre Beobachtungsbetrieb aufgenommen und das Projekt “APEX” im September offiziell eingeweiht. Die Antenne erfüllt alle Spezifikationen und ist für Beobachtungen bis zu höchsten Frequenzen geeignet (wie durch Messungen bei 1,5 THz mit dem an der Universität Köln entwickelten CONDOR-Empfänger demonstriert): mit einer Oberflächenrauigkeit des 12 m-Hauptspiegels von nur 17 μm ist APEX nunmehr das weltweit effizienteste Teleskop für Beobachtungen bei Submillimeter-Wellenlängen.

Das APEX-Teleskop wird in Zusammenarbeit zwischen dem Max-Planck-Institut für Radioastronomie (MPIfR), dem Onsala Space Observatory (OSO) und der Europäischen Südsternwarte (ESO) geführt. Mit der offiziellen Eröffnung am 25. September wurde der Betrieb des Observatoriums der ESO übertragen.

Weitere Details, vor allem zu den am APEX eingesetzten Empfängern und Backends, sind im Abschnitt “Submillimeter-Technologie” beschrieben.

2.3 LOFAR — Das “Low Frequency Array”

LOFAR ist ein neues Radioteleskop für den weitgehend unerforschten Frequenzbereich zwischen 30 und 240 MHz. Der Zentralbereich von LOFAR mit hoher Antennendichte wird ab 2006 in den Niederlanden aufgebaut. Antennen in größeren Abständen werden dann in Deutschland stehen; sie sind für eine hohe Trennschärfe von LOFAR unabdingbar.

Die erste deutsche LOFAR-Station wurde im Jahr 2005 bewilligt. Sie wird im Folgejahr in unmittelbarer Nachbarschaft zum Effelsberger 100-m-Radioteleskop errichtet. Dazu wird eine Glasfaserleitung zur schnellen Datenübertragung ans Bonner Institut aufgebaut.

In Deutschland hat sich GLOW (das German Long Wavelength Konsortium) formiert, an dem bislang 14 Institute beteiligt sind. Ziel ist die Koordinierung aller LOFAR-Aktivitäten und der Aufbau eines Wissenschaftsnetzwerks zur Nutzung der LOFAR-Daten. Das am MPIfR erstellte “German LOFAR White Paper” beschreibt diese Aktivitäten:

<http://www.mpifr-bonn.mpg.de/public/pr/white.paper.oct6.pdf>

2.4 Elektronik-Abteilung

Im Zuge der Reorganisation der Elektronik-Abteilung vor mehr als einem Jahr wurde die Digitalgruppe an die Abteilung für Submillimeter-Technologie ausgeliehen, welche mit voller Kraft an der Fertigstellung des APEX-Teleskops und seiner Peripherie arbeitet. Die Arbeiten der Digitalgruppe am 100 m-Teleskop in Effelsberg sind dennoch in diesem Bericht beschrieben. Die Elektronik-Abteilung besteht zur Zeit aus drei Gruppen: Empfänger- und Mikrowellengruppe in Bonn, sowie Systemgruppe in Effelsberg.

Empfänger-Gruppe

– 21 cm-7 Horn-Empfänger für Weltraumschrott-Messungen: Dieses Empfänger-Projekt für das Effelsberg 100 m-Teleskop wurde im Berichtszeitraum weitergeführt. Ende des Jahres wurde eines von sieben Empfänger-Frontends in Betrieb genommen und getestet. Die Messungen an diesem Testempfänger verliefen durchweg positiv, so dass mit der Fertigstellung des gesamten Systems begonnen wurde. Die einzelnen Funktionsblöcke wie Zwischenfrequenzumsetzung und Kalibrationseinheit wurden fertig gestellt und können nun am Testempfänger getestet werden. Die Halbleiterkomponenten wurden wie die Eingangsverstärker fertiggestellt und werden nun im Gesamtsystem integriert. Die Kühlversuche verliefen ebenfalls sehr erfolgreich und haben damit das Kühlkonzept des Systems erfolgreich verifiziert.

– Empfänger-Kalibrationshorn: Um den in Bonn entstehenden 21 cm-7 Horn-Empfänger exakt charakterisieren zu können, wurde in einem der Empfängerlabors eine Dachöffnung mit Bündelungshorn eingebracht. Diese Baumaßnahme konnte erfreulich schnell in nur zwei Monaten Bauzeit durchgezogen werden. Diese Einrichtung hilft den Empfängerbauern, die entstehenden Empfänger auf Herz und Nieren zu prüfen, und damit die Qualität der Empfangssysteme wesentlich zu steigern. Bei ersten Messungen konnte bei leichter Bewölkung ein Temperaturwert von Himmel plus Horn von 9,5 Kelvin ermittelt werden. Damit konnten erstmalig vor Inbetriebnahme in Effelsberg kleinste Störungen im Empfangsband erkannt werden.

Mikrowellengruppe

Die Mikrowellengruppe hat im Berichtszeitraum rund 20 cryogenisch gekühlte Verstärker in Indium-Phosphit-Technologie in verschiedenen Frequenzbereichen fertiggestellt. Diese kommen zum Einsatz im 100 m-Teleskop in Effelsberg, im 25 m-Teleskop in Urumqi, China, und als rauscharme Zwischenfrequenzverstärker von SIS- bzw. HEB-Empfängern für das APEX-Teleskop.

– 21 cm-7 Horn-Empfänger: Für diesen neuen Empfänger wurden im Zuge einer Kooperation mit ESOC in Darmstadt insgesamt 20 Verstärker gebaut. Bei einer Umgebungstemperatur von 15 Kelvin konnte eine Eigenrauschtemperatur von unter 3 Kelvin bei einer Verstärkung von über 40 dB im ganzen Band erzielt werden.

– ZF-Verstärker für APEX: Für rauscharme SIS/HEB-Empfänger wurden insgesamt 26 Verstärker im Frequenzbereich 18–26 GHz gebaut und an die Abteilung Submillimeter-Technologie geliefert. Zwei der Verstärker sind bereits im FLASH-Empfänger am APEX-Teleskop im Einsatz, die anderen werden mit dem CHAMP II-System demnächst in Betrieb genommen. Da diese Verstärker bei einer Temperatur von 4 K betrieben werden müssen, wurde eine möglichst geringe DC-Verlustleistung der Verstärker angestrebt.

– Reparatur des Multifrequenz-Empfängers für das 100 m-Teleskop: Band III (7 mm Wellenlänge bzw. 33–50 GHz Frequenz) des Multifrequenz-Empfängers war im Berichtszeitraum zu überarbeiten. Der Empfängerdewar ist momentan noch im Labor zum Einbau neuer cryogener Verstärker sowie zur Überarbeitung des Hohlleiterfrontends. Dabei waren im Vergleich zur Planung wesentlich umfangreichere mechanische Arbeiten notwendig, die mittlerweile abgeschlossen sind. Für das Band III wurden sechs Verstärker gebaut, die das 33–50 GHz Band abdecken. Im Bereich 40–50 GHz wurden Rauschtemperaturen von 20–30 K gemessen.

– Neubau eines 9 mm-7 Horn-Empfängers für das 100 m-Teleskop: Die Entwicklung am 9 mm-7 Horn-Empfänger wurde fortgeführt. Aufgrund von Änderungen der Anforderungen an das System von astronomischer Seite her wurde das Hornlayout geändert, so daß ein neuer Dewar konstruiert und gebaut werden musste. Dieser ist mittlerweile fertiggestellt und der Empfänger befindet sich im Aufbau. Wichtige Schlüsselkomponenten für den geschalteten Pseudo-Korrelationsempfänger wie MMIC-Verstärker und MMIC-Phasenschieber wurden mit im Rahmen des CHOP-Programms erhaltenen aktiven Komponenten aufgebaut und getestet.

– Cryogenisch gekühlte Proberstation: Für den Bau von konkurrenzfähigen gekühlten rauscharmen Komponenten ist eine genaue Charakterisierung der Halbleiterbauelemente bei der Betriebstemperatur von 15 Kelvin Voraussetzung. Dazu wurde eine existierende Proberstation zur Messung der Streuparameter überarbeitet. Um gekühlte Verstärker mit optimalem Rauschverhalten bauen zu können, ist die Charakterisierung der Rauschparameter notwendig. Eine elegante Messmethode hierfür ist das sogenannte F50-Verfahren, bei dem die Rauschkenngrößen von reflexionsfrei angepassten Vierpolen bestimmt werden. Dafür wird momentan eine spezielle Proberstation aufgebaut, um bei cryogenischen Temperaturen die Rauschparameter von HEMT-Einzelhalbleitern zu bestimmen.

Digitalgruppe

– Data Collection Unit (DCU) und Fast Fourier Transform Spektrometer (FFTS): Im Rahmen des von der ESA finanzierten Projekts zur Messung von Weltraumschrott (“Space Debris”), wurde ein flexibles digitales Backend für den in Bau befindlichen 21 cm-7 Horn-Empfänger für das 100 m-Teleskop entwickelt. Im Gegensatz zu bisherigen Backends ist die Hardware des neuen Systems durch Laden verschiedener Setups umkonfigurierbar. Hierdurch konnte erstmals ein kostenoptimiertes Backend entwickelt werden, welches sowohl zur Detektion von Weltraumtrümmern (DCU), wie auch als Spektrometer für Linien-Beobachtungen (FFTS) genutzt werden kann. Das neue Backend für Effelsberg kann im Endausbau bis zu 32×50 MHz Bandbreite verarbeiten.

Systemgruppe

Die Systemgruppe war auch 2005 verantwortlich für den Einbau und die Wartung der Empfänger am 100 m-Radioteleskop. 2005 wurde auch der 11 cm-Empfänger für den Sekundärfokus fertig gestellt. Erste astronomische Messungen zeigen, dass der neue Empfänger eine sehr hohe Empfindlichkeit besitzt. Es wird erwartet, dass dieser Empfänger einen großen Beitrag zu Untersuchungen der Polarisation der kosmischen Radiostrahlung liefert. Die Systemgruppe hat auch einige Verbesserungen am 25 m-Teleskop in Urumqi (China) durchgeführt - der Einbau eines Filters, um die Interferenzen von einigen Fernsehsatelliten auszublenden sowie den Einbau einer neuen Fokuskabinenabdeckung.

2.5 Submillimeter-Technologie

Heterodyn-Gruppe

Die Ressourcen der Abteilung für Submm-Technologie waren im Jahr 2005 stark auf die Inbetriebnahme des APEX ausgerichtet. Neben der Einmessung des Teleskops und dem Aufbau der hierzu erforderlichen Infrastruktur schließt dies die Entwicklung und die Inbetriebnahme der Instrumentierung der ersten Generation ein.

Die Einmessung des APEX erfolgte im wesentlichen mithilfe des am MPIfR entwickelten 2-Kanal-Empfängers FLASH, der parallele Beobachtungen im 420–490 und 780–850 GHz-Bereich ermöglicht. Der Aufbau des Heterodyn-Arrays CHAMP+ (mit je 7 Pixeln in den atmosphärischen Fenstern bei 650 und 850 GHz) verzögerte sich aufgrund der starken Inanspruchnahme im APEX commissioning. Die Inbetriebnahme dieses 2-Farben-Arrays, das in Zusammenarbeit mit SRON und JPL entwickelt wird, ist nun für Frühling 2006 eingeplant. Anhand der vorliegenden Labordaten wird den Nutzern - unter anderem für Begleitmessungen für das HSO (Herschel Space Observatory) - ein Instrument mit konkurrenzloser Empfindlichkeit zur Verfügung stehen.

Der Aufbau des Heterodyn-Empfängers für hochauflösende Spektroskopie (GREAT) auf der Flugzeugplattform SOFIA ist zügig vorangeschritten. Im Juni 2005 wurde - anlässlich der Begutachtung des SFB 494 - das integrierte System mit dem an der Universität zu Köln aufbereiteten 1,9 THz-Kanals erfolgreich demonstriert. Damit ist sichergestellt, dass der Empfänger rechtzeitig für die ersten wissenschaftlichen Flüge des SOFIA bereitstehen wird. In seiner first-flight Konfiguration wird das Instrument Beobachtungen in zwei ausgewählten Frequenzbändern ermöglichen (zielend auf die Feinstrukturlinie des ionisierten Kohlenstoffs bei 1,9 THz sowie den Grundübergang des HD-Moleküls bei 2,7 THz). Im Rahmen der begleitenden Technologie-Entwicklungen für GREAT wurden vielversprechende Erfolge mit kryogenisch betriebenen Photomischern auf LTGaAs Basis (mit der KfA Jülich und der Univ. Köln) erzielt. Bis zu Frequenzen von 800 GHz konnten Heterodyn-Mischer (SIS, HEB) erfolgreich betrieben werden.

HIFI, das Heterodyn-Instrument an Bord des HSO wird von einem weltweiten Konsortium von 25 wissenschaftlichen Instituten entwickelt. Das MPIfR zeichnet verantwortlich für die Entwicklung der Lokoszillatoren. In der finalen Flugkonfiguration wird mit 14 Detektorkanälen der Frequenzbereich von 480–1916 GHz abgedeckt (SIS- und HEB-Mischer), wobei die instantane Bandbreite 4–8 GHz und die spektrale Auflösung bis zu R107 be-

tragen wird. Das integrierte Qualifikationsmodell des LO wurde im Jahr 2005 an das PI-Institut (SRON) ausgeliefert, und mit dem Aufbau des Flugmodells begonnen (Lieferung im Sommer 2006). Der Start des Satelliten ist für Ende 2007/Anfang 2008 geplant.

Bolometer-Gruppe

Die Bolometerarrays MAMBO-1 und MAMBO-2 (MAx-Planck Millimeter Bolometer) standen auch im Jahre 2005 wieder durchgehend am IRAM-30m-Teleskop für Beobachtungen im atmosphärischen Fenster bei 1,2 mm Wellenlänge zur Verfügung. Von beiden Arrays wurde von vielen Gastbeobachtern reger Gebrauch gemacht. Die Verarbeitung der Daten erfolgt mit dem am Institut entwickelten Bolometer-Backend ABBA, auf der Basis von Analog-Digital Konvertern.

Die Arbeit der Bolometergruppe konzentrierte sich ganz auf den Aufbau des großen Bolometerarrays LABOCA für APEX.

LABOCA hat einen Felddurchmesser von 0,2 Grad, was etwa der Hälfte des verfügbaren Felddurchmessers in der Cassegrain-Kabine von APEX entspricht. Die im Vorjahr berechnete Tertiäroptik, hat, trotz zahlreicher geometrischer Randbedingungen in der engen Cassegrain-Kabine von APEX, eine gute Abbildungsqualität über das ganze Feld von LABOCA, und das sogar bis zu einer Wellenlänge von $350\ \mu\text{m}$. Damit steht einer zukünftigen Erweiterung auf Arrays für $350\ \mu\text{m}$ optisch nichts im Wege. Die Optik besteht aus drei gekrümmten Off-Axis Spiegeln, zwei Planspiegeln und einer Linse aus kristallinem Quarz. Zwei der Off-axis Spiegel haben 50 cm, der dritte sogar 150 cm Durchmesser. Alle Optiken wurden hergestellt, vermessen und in APEX eingebaut.

LABOCA wird von Anfang an eine Polarisationsoption haben. Das Polarimeter basiert auf einer abstimmbaren, reflektierenden Verzögerungsplatte großen Durchmessers, die einen der Planspiegel der Tertiäroptik ersetzt. Während der Messung der Polarisation rotiert die Verzögerungsplatte kontinuierlich auf einem Luftlager und moduliert das polarisierte Signal mit der vierfachen Frequenz der Rotation. Der bewegliche Subreflektor (chopping secondary) wird dabei nicht bewegt und es gibt somit auch keine Probleme mit Artefakten aus der Restaurierung von Doppelbeam Daten. Eine entsprechende Polarisationsseinheit, mit integriertem Luftlager und Spiegel wurde in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Optik und Feinmechanik (IOF) in Jena entwickelt und steht kurz vor der Auslieferung.

LABOCA-1, mit 295 Bolometern bei 0,87 mm Wellenlänge, wird als erste Version noch in bewährter Halbleitertechnologie aufgebaut, um sicherzustellen, daß ein grosses Array schon in der Anfangsphase von APEX zur Verfügung steht. Dieses System wurde mechanisch fertiggestellt, im Labor aufgebaut und intensiv untersucht.

Am abgelegenen Standort von APEX in 5100 m Höhe, hat Kryogenik auf der Basis einer Kühlmaschine enorme logistische, praktische und finanzielle Vorteile. Es wurden daher erhebliche Anstrengungen in eine solche Entwicklung gesteckt. Im Labor des MPIfR wurde der an der Universität $\frac{1}{2}$ Giessen unter Prof. G. Thummes entwickelte zweistufige Pulsrohrkühler (PRK) mit dem unter L. Duband bei CEA, Grenoble, entwickelten und von AirLiquide vermarkteten zweistufigen $^4\text{He}/^3\text{He}$ Sorptionskühler kombiniert. Bei 0,29 K wurde einer Haltezeit von 40 Stunden erreicht, nach der der Sorptionskühler für etwa 3 Stunden regeneriert werden muss. Im Betrieb stehen folgende Temperaturen zur Verfügung: 45 K auf der ersten Stufe des PRK, 2,4 K auf seiner zweiten und 0,29 K auf dem Sorptionskühler. Leider stellte sich heraus, dass bei 0,29 K doch noch signifikante Vibrationen vom PRK auftreten, die hochohmige Halbleiter-Bolometer stark beeinträchtigen. In einem neuem Aufbau wurden die kalten Stufen des PRK mechanisch vollständig von dem Empfänger getrennt. Die thermische Verbindung erfolgt nur noch über flexible thermische Verbindungen. Die Optimierung dieser Verbindungen und der damit erforderlichen neuen Prozedur der Regenerierung ist noch im Gang. Ziel ist eine optimale Kombination von Haltezeit und mechanischer Entkopplung. Interessant ist, daß trotz der schwächeren thermischen Anbindung der zweiten Stufe des PRK, auf der ^3He -Stufe eine deutlich nied-

rigere Temperatur von 0,265 K erreicht wird. Offenbar überträgt bei direkter Ankopplung des Sorptionskühlers an die zweite Stufe des PRK, diese mechanische Energie, die zu einer Erwärmung führt.

Auch beim Vorverstärker werden mit LABOCA-1 neue Wege beschritten. Nach dem Vorbild der SHARC2-Kamera am CSO, hat der Vorverstärker AC-Bias und DC-Kopplung. Durch eine Kompensation der zum Beispiel durch Änderung der Himmelsemission erzeugten Veränderung des Bolometerarbeitspunkts entteht ein System mit sehr hoher Dynamik. Nur in diesem quasi "total power"-Modus werden großflächige Kartierungen ohne Modulation des Sekundärspiegels möglich.

Die Entwicklung supraleitender Bolometer mit SQUID-(Superconducting Quantum Interference Device) Auslesung intensiv fortgesetzt. Zusammen mit dem Institut für Physikalische Hochtechnologie (IPHT) in Jena wurden viele verschiedene Demonstrationsarrays aus je sieben supraleitenden Bolometern fertiggestellt und im Labor des MPIfR bei 0,3 K charakterisiert. Im hohen thermischen Hintergrund des Labors wurde eine NEP von $3 \times 10^{-16} \text{ W Hz}^{-1/2}$ erreicht. Ziel der Entwicklung ist LABOCA-2, mit 288 Transition Edge Sensors (TES) bei 0,87 mm Wellenlänge und integrierter Multiplex-Auslesung auf der 0,3 K-Stufe. Diese zweite Version von LABOCA ist ein Einstieg in die Technologie der SQUID-Multiplexer im Zeitbereich, die es in Zukunft erlauben wird, noch größere Arrays in Angriff zu nehmen.

In Zusammenarbeit mit der Gruppe von Prof. V. Hansen (Universität Wuppertal) wurde das Filtersystem von LABOCA weiter optimiert und im Institut hergestellt: es besteht aus wenigen induktiven Gittern zur Definition des Passbandes in Kombination mit einem Vielschichtfilter aus kapazitiven Gittern zur Verbesserung des hochfrequenten Sperrverhaltens.

2.6 Technische Abteilung für Infrarot-Interferometrie

Der Einsatz von neuen Focal Plane Arrays für Bispektrum-Speckle-Interferometrie im infraroten Spektralbereich erfordert eine Kombination von geringem Rauschen, niedriger Stromaufnahme und schneller Auslesemöglichkeit. Zusätzliche Anforderungen betreffen den Dynamikbereich und den Dunkelstrom. Speziell das Ausleserauschen ist für die Untersuchung von lichtschwachen Objekten von großer Bedeutung. Deshalb wird seit mehreren Jahren die Entwicklung von optimierten Elektronik für den Betrieb verschiedener Kameras (Speckle-Masking, Long Baseline-Interferometrie, Dispersed Fringe-Spektrographen) für den infraroten Spektralbereich betrieben. Diese Kamerasysteme sind für den Einsatz an verschiedenen Teleskopen besonders kompakt und leicht aufgebaut.

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

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

Unsere Arbeitsgruppe ist für die Entwicklung und dem Bau des Fringe-Tracker-Detektors für LINC-NIRVANA verantwortlich, ein LBT-Instrument für die Nah-Infrarot-Interfero-

metrie. Das Instrument wird in Zusammenarbeit mit dem federführenden MPI für Astronomie, dem I. Physikalischen Institut der Univ. Köln und dem Arcetri-Observatorium realisiert. Eine multi-konjugierte adaptive Optik korrigiert die Strahlen der zwei 8,4 m großen Hauptspiegel des LBT. Die nachfolgende Beam-Combiner-Optik ist als Fizeau-Interferometer aufgebaut. Diese Konfiguration liefert innerhalb eines Gesichtsfeldes von etwa 11 Bogensekunden beugungsbegrenzte Bilder, die der Auflösung eines 23 m-Teleskops entsprechen.

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

2.7 Mark IV VLBI-Korrelator

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

Der Übergang von den bisher benutzten Spezialmagnetbändern zu Standard-Computer-magnetplatten für die Aufzeichnung der Antennensignale wurde im Jahr 2005 vollständig vollzogen. Der Korrelator wurde mit acht solcher Einheiten ausgerüstet. Das neue System ist zuverlässiger und erhöht den Durchsatz des Korrelators signifikant; die Korrelation kann zum Teil schon bedienerlos erfolgen und der Wartungsaufwand hat sich erheblich verringert. Auch die maximale Datenrate konnte mit dem neuen System um einen Faktor 2 bis 4 erhöht werden. Aus der erfolgreichen Korrelation einer VLBI-Beobachtung mit acht EVN-Teleskopen mit der maximalen Datenrate von 1024 Mbit s^{-1} konnte erstmals eine hochauflösende Radiokarte eines sehr "radio-schwachen" Sterns (λ And, Gesamtfluss nur 0,6 mJy) gewonnen werden.

Der Ausbau des Korrelators auf 12 Stationen wurde in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Kartographie und Geodäsie in Frankfurt (BKG) begonnen. Mit der Inbetriebnahme der zusätzlichen Wiedergabeinheiten wird für 2006 gerechnet.

Mit Unterstützung der EU und der MPG wird zur Zeit die Anbindung des Teleskops in Effelsberg an den Korrelator und an das pan-europäische Internet-Verbindungsnetzwerk der europäischen Forschung GÉANT betrieben. Der Korrelator wird dadurch für zukünftige Übermittlung der Daten via Internet vorbereitet (eVLBI).

Der Korrelator ist neben der Auswertung der Daten von astronomischen VLBI-Beobachtungen des MPIfR auch der weltweit zweitwichtigste Mark IV-Korrelator für den internationalen Dienst IVS (International VLBI Service). Die geodätischen Auswertungen am Institut werden von der Universität Bonn und dem BKG durchgeführt.

Globales VLBI Netzwerk für Beobachtungen bei Millimeter-Wellenlängen

Am Bonner Korrelator werden sämtliche Beobachtungen des neu gegründeten Globalen Millimeter-VLBI-Netzwerks (GMVA=Global Millimeter VLBI-Array) korreliert, welches bei 86 GHz (3,5 mm Wellenlänge) radio-interferometrische Karten mit einer in der Astronomie unübertroffenen Winkelauflösung von bis zu $40 \mu\text{s}$ (Mikrobogensekunden) liefert. An diesem Netzwerk beteiligen sich neben den für Beobachtungen bei 86 GHz geeigneten EVN-Antennen (Effelsberg (100 m), Onsala (20 m), Metsahovi (14 m)) auch die beiden großen IRAM-Instrumente (Pico Veleta (30 m) und Plateau de Bure-Interferometer ($6 \times 15 \text{ m}$)), sowie das US-amerikanische VLBA (mit z. Z. 8 für mm-VLBI ausgerüsteten Antennen). Es wird erwartet, daß in naher Zukunft bereits im Bau befindliche Millimeter-

Teleskope an den GMVA-Beobachtungen teilnehmen werden. Abhängig von der Anzahl der eingereichten internationalen Beobachtungsvorschläge, werden die 3 mm-VLBI-Beobachtungen in zwei jährlich statt findenden globalen Messkampagnen mit bis zu 5 Tagen Messzeit pro Kampagne, organisiert. Dabei werden neben galaktischen und extragalaktischen Radio-Kontinuumsquellen, auch Sterne und Sternentstehungsgebiete im Lichte der SiO-Maserlinien untersucht.

Im Rahmen der Weiterentwicklung von mm-VLBI, hin zu noch kürzeren Wellenlängen, wurden mehrere Pilot-Experimente bei 2 mm (147 GHz) und 1,3 mm (230 GHz) Wellenlänge als technische Tests durchgeführt und am Bonner Korrelator ausgewertet. Auf Grund der noch begrenzten Messempfindlichkeit bei diesen Frequenzen, spielt die Ausrüstung der beteiligten Observatorien mit breitbandig arbeitenden Mark 5 Festplattenrekordern eine entscheidende Rolle. Als ein besonders erwähnenswertes Teilergebnis, ist die erstmalige Detektion einiger heller Quasare bei $\lambda = 1,3$ mm auf der 8400 km langen transatlantischen Basislinie, zwischen Pico Veleta (Spanien) und dem Heinrich-Hertz-Teleskop (Arizona, USA), festzuhalten. Dies demonstriert die prinzipielle technische Machbarkeit derartiger Experimente und eröffnet der zukünftigen Kartierung von Radioquellen mit einer Winkelauflösung von bis zu 20 μ s neue Horizonte.

Technische Entwicklungen für VLBI

Neben dem Betrieb des Korrelators wird auch an der weiteren Digitalisierung des Signalpfades für VLBI gearbeitet, damit in Zukunft Messungen mit noch höherer Empfindlichkeit möglich werden.

Millimeter-VLBI-Beobachtungen sind besonders betroffen von Absorption und Schwankungen des Wasserdampfgehaltes der Atmosphäre, die zu Weglängenänderungen für die einfallende Radiostrahlung führen, und die dadurch die Kohärenzzeit des Interferometers auf ca. 20 Sekunden verkürzen. Mit Unterstützung des von der EU unter FP6 geförderten Programms "RadioNet" wurde für das 100 m-Radioteleskop ein sogenanntes Wasserdampf-Radiometer entwickelt und gebaut, um die vom zeitlich variablen atmosphärischen Wasserdampfgehalt hervorgerufenen Phasenschwankungen im VLBI-Signals, mit einer Zeitauflösung von nur wenigen Sekunden korrigieren zu können. Parallel dazu werden mit dem selben Instrument die Opazitätsschwankungen der Troposphäre ermittelt, so dass in Zukunft auch die atmosphärische Dämpfung des Signals mit ebenfalls hoher Zeitauflösung korrigiert werden kann. Nach erfolgreichen Tests wurde das Radiometer auf der Fokuskabine mit Beamrichtung längs der Hauptkeule des Teleskops montiert, um eine maximale Überlappung der beiden Antennenkeulen zu gewährleisten. Im regelmäßigen Betrieb werden die Daten in eine Datenbank geschrieben und stehen den Benutzern zur Verfügung. In ersten Anwendungstests konnte eine Verbesserung der zeitlichen Kohärenz, d.h. der Phasenstabilität des Signals innerhalb eines VLBI-scans, um einen Faktor 2 nachgewiesen werden. Die gemessenen Opazitätsschwankungen konnten durch ein alternatives Messverfahren mit dem 100 m-Teleskop ebenfalls verifiziert werden. Die absolute Bestimmung der durch die Troposphäre induzierten Signalverzögerung konnte durch Vergleich mit GPS und Radiosondendaten als korrekt nachgewiesen werden.

2.8 Rechenzentrum

Die Serverlandschaft am MPIfR ist weitestgehend von Solaris (SUN) auf Linux (mit FSC Servern) umgestellt worden. Daneben leistet eine auf ESX VMWare basierende Serverfarm neue Möglichkeiten, schnell und leistungsgemäss virtuelle Server bereitzustellen, die sowohl in der Produktion als auch fuer Testzwecke eingesetzt werden. HA-Lösungen (High Availability) sind in vielen Bereichen für die kommenden Jahre vorgesehen.

Ein SAN (Storage Area Network) bedient Server und gruppenspezifische Applikationen und wächst kontinuierlich.

An den wissenschaftlichen Arbeitsplätzen erfolgte eine Umstellung auf SuSE Linux 9.3, meist folgte auch gleich ein Upgrade der Hardware auf zeitgemässe Systeme.

Hinsichtlich der Sicherheit im LAN (Local Area Network) werden die aktiven Netzwerk-komponenten nach und nach ausgetauscht bzw. aufgerüstet. Für einige wissenschaftliche Projekte (eVLBI, LOFAR) sind gar Hochgeschwindigkeitstrassen nach Effelsberg bzw. in die europäische Umgebung in Vorbereitung.

3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

3.1 Lehrtätigkeiten

Vorlesungen von Mitarbeitern des MPIfR wurden gehalten an der Universität Bonn (Prof. P.L. Biermann, E. Fürst, K.M. Menten, G. Weigelt, J.A. Zensus, Priv.-Doz. W. Huchtmeier, E. Krügel und M. Massi), an der Universität Heidelberg (Priv.-Doz. S. Britzen), sowie an auswärtigen Universitäten (Prof. P.L. Biermann).

Im Rahmen der IMPRS Research School wurden 18 Seminarvorträge und zwei “Soft Skills”-Veranstaltung abgehalten, außerdem 13 Vorträge von MPIfR-Mitarbeitern und Gästen.

3.2 Prüfungen

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

3.3 Gremientätigkeit

W. Alef: VLBI Technical and Operations Group EVN (Chair), RadioNet Engineering Forum (Vice-Chair);

R. Beck: SKA Science Working Group und Outreach Committee; SKA Key Science Project “Cosmic Magnetism” (Chair); LOFAR DCLA Review Panel; GLOW (German Long Wavelength Consortium);

T. Beckert: LBT LINC-Nirwana Science Group;

P.L. Biermann: Review Committees for FZ Jülich, FZ Karlsruhe, FZ DESY; APPEC, Theory Group and High Energy Group; Committee for quasars and young stars, NRW Academy of Science;

S. Britzen: Fakultät Physik, Univ. Heidelberg;

T. Driebe: VLTI AMBER Science Team;

E. Fürst: Kommission J (Radioastronomie), U.R.S.I. Deutschland;

C. Henkel: IAU Working Group on Astrochemistry; gewähltes Mitglied der CPT-Sektion der MPG;

Hofmann, K.-H.: VLTI MATISSE Science Group;

A. Jessner: CRAF (Committee on Radio Astronomy Frequencies der European Science Foundation);

Kraus, A.: Kommission J (Radioastronomie), U.R.S.I. Deutschland; EVN Technical and Operations Group;

Kraus, S.: LBT LINC-NIRVANA Science Group; VLTI MATISSE Science Group;

E. Kreysa: Evaluation der Instrumentenvorschläge für HSO und PLANCK;

A.P. Lobanov: EVN Program Committee; RadioNet: Science Workshop and Training Working Group; SKA Science Simulation Working Group; VSOP-2 European Focus Group;

K.M. Menten: SMTO Council; IRAM Executive Council; SOFIA Scientific Advisory Committee; ALMA European Scientific Advisory Committee (Chair), and Joint American/European Scientific Advisory Committee (Vorsitz); IAU Commission 34 Astrochemistry Working Group; JCMT Review Panel; Wissenschaftlicher Beirat des AIP;

D. Muders: IRAM Science Advisory Committee;

A. Polatidis: Synergy Working Group des RadioNet EU Netzwerkes;

R.W. Porcas: EVN Network Program Committee (Scheduler); URSI/IAU Global VLBI Working Group; Global 3mm VLBI Network (European Scheduler); EVN eVLBI Science Advisory Committee; EU Marie Curie Action RTN “ANGLES” (Bonn node, Scientist in Charge);

T. Preibisch: VLTI Science Demonstration Team;
 W. Reich: Kommission J (Radioastronomie), U.R.S.I. Deutschland (Chair);
 A. Roy: RadioNet Engineering Forum (Chair);
 P. Schilke: IRAM Scientific Advisory Committee (Chair); APEX Board; European ALMA Science Advisory Committee; ALMA Science Advisory Committee (Chair); HIFI Scientific Co-Investigator; SMA Time allocation Committee;
 G. Weigelt: VLTI Implementation Committee, ESO; VLTI AMBER Science Team, AMBER Co-PI; VLTI MATISSE Science Group; LBT LINC-NIRVANA Science Group;
 R. Wielebinski: Fachbeirat Torun University Observatories;
 F. Wyrowski: IRAM Program Committee;
 J.A. Zensus: Astronomy & Astrophysics: Board, Executive Committee. EVN Board of Directors; IRAM Scientific Advisory Committee; JIVE Foundaton Board; LOFAR Consortium; RadioAstron International Science Council (RISC); SKA, European SKA Consortium (Chair); International SKA Steering Committee; Kommission J (Radioastronomie), U.R.S.I. Deutschland; VSOP International Science Council.

4 Wissenschaftliche Arbeiten

4.1 Millimeter- und Submillimeter-Astronomie

Molekülwolken und Sternentstehung in unserer Galaxis

Die Sternentstehung stand weiterhin im Mittelpunkt der Forschungsarbeit der Abteilung. Zur Vertiefung des Verständnisses astrochemischer Abläufe in Molekülwolken und Protosternen wurden mehrere empfindliche Liniensurveys durchgeführt, die zur Identifikation zahlreicher neuer Molekülsorten bzw. -übergänge führten. So wurde der Survey der molekularen Quellen Sgr B2 (N) und (M) im Band von 80 bis 116 GHz abgeschlossen; diese Quellen nahe dem galaktischen Zentrum waren vor einigen Jahren als reich an komplexen organischen Verbindungen wie Ethylenglykol ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) und dem ersten im interstellaren Medium entdeckten Zucker, Glykoaldehyd (CH_2OHCHO), erkannt worden. Unsere Datenauswertung ergab fast 5000 signifikante Strukturen im Spektrum, von denen etwa die Hälfte nicht den schon bekannten Molekülsorten zuzuschreiben ist; mehrere neue, sehr komplexe Moleküle konnten identifiziert werden. In enger Zusammenarbeit mit dem Spektroskopielabor der Universität Köln erforschen wir nun die Grenzen der Beobachtbarkeit molekularer Komplexität im interstellaren Medium.

Wegen des starken Kontinuums dieser Quellen kann hier die Vordergrundabsorption sowohl durch Sgr B2 selbst als auch durch diffuse Wolken in den Spiralarmen entlang der Sichtlinie untersucht werden; aufgrund ihrer unterschiedlichen Radialgeschwindigkeiten können Wolken unterschiedlicher Distanz vom Zentrum separat analysiert werden. Auf diese Weise wurden Temperaturen und Säulendichten mehrerer Dutzend Molekülsorten in den Wolken abgeschätzt sowie ihre Isotopenverhältnisse von Sauerstoff mithilfe eines ISO-Surveys im Ferninfrarot gemessen. Die Isotopengradienten stimmen in der Scheibe mit früheren Radiomessungen überein, nicht aber im galaktischen Zentrum.

Da wider Erwarten im Spektrum des massearmen Protosterns IRAS 16293–2422 Anzeichen reicher komplexer Molekülchemie gefunden worden waren – die dynamische Zeitskala für massearme Objekte scheint viel zu kurz für komplexe chemische Entwicklung –, begannen wir mehrere Liniensurveys dieser Quelle und konnten z.B. zeigen, dass die Häufigkeit von HDO im core aufgrund der Verdampfung von Eis sprunghaft ansteigt. Erstaunlicher Weise springt auch das Isotopenverhältnis $\text{HDO}/\text{H}_2\text{O}$ zwischen Hülle und Kern um mindestens einen Faktor 15, was auf unterschiedliche Vorläufer des HDO-Moleküls hinweist.

Auch im massiven hot core der starken Emissionsquelle NGC 6334 I wurden, aufgrund seiner im Vergleich zu Orion-KL und Sgr B2 (N) schmalen Linien, Surveys bei 460 und 810 GHz durchgeführt und sehr reiche Hochfrequenzspektren komplexer organischer Moleküle gemessen. Hier wurde sogar vibrationsangeregtes CH_3CN gefunden, obwohl dieses

nur in extrem heissem Gas sehr nahe am Zentrum auftreten kann, wo der Staub bei solch kurzen Wellenlängen optisch dick ist. Es scheint also eine ungewöhnliche Geometrie vorzuliegen, die den Blick ins Zentrum freigibt und deshalb in einem Key Program des Herschel Space Observatory (HSO) ausgenutzt werden soll.

Es wurde erstmalig ein fluortragendes Ion beobachtet, CF^+ , im interstellaren Medium (IRAM 30 m- und APEX 12 m-Teleskop). Es entsteht in Austauschreaktion von C^+ mit HF. HF als das vorherrschende Fluorreservoir (da F, und nur F, exotherm mit H_2 reagieren kann) sollte von Flugzeug- und Satellitenobservatorien weithin zu beobachten sein und in Verbund mit CF^+ die interstellare Fluorchemie aufklären können.

Mit dem APEX-Teleskop entdeckten wir ferner die 364 GHz-Linie von Hydronium, H_3O^+ , in Sgr B2. Dies Ion spielt eine wesentliche Rolle in der Sauerstoffchemie dichter Wolken und erlaubt, in Verbindung mit H_2O und H_3^+ , die Bestimmung des Ionisationsgrades molekularen Gases. Das beobachtete $\text{H}_2\text{O}/\text{H}_3\text{O}^+$ -Verhältnis von etwa 10^5 übersteigt den Gleichgewichtswert um den Faktor 100; die Implikationen für die Ionisationsrate im galaktischen Zentrum sind noch zu klären.

Spektroskopie von Sternentstehungsgebieten erlaubt die Beobachtung von Einströmvorgängen auf das sich bildende stellare Objekt. Obwohl Rot-Blau-Linienasymmetrien als Indizien solcher Vorgänge schon länger bekannt sind, fehlten bislang quantitative Messungen der Geschwindigkeits- und Dichtefelder. Deshalb wurde mit dem IRAM 30 m-Teleskop bei dem massearmen Protostern IRAS 4A in NGC 1333 eine Akkretionsrate gefunden, die um mehr als das Zehnfache über dem theoretisch vorhergesagten Wert liegt. Diese Diskrepanz kann dadurch erklärt werden, dass der Kollaps durch einen sprunghaft angestiegenen äusseren Druck initiiert wurde. Das lässt vermuten, dass Sternentstehung in Protoclustern wie NGC 1333 viel heftiger abläuft als in weniger konzentrierten Gebieten wie z.B. der Tauruswolke.

Protosterne mit den niedrigsten Massen und Akkretionsraten sind die sog. VELLOs (very low luminosity Class 0 objects), deren mehrere mit dem Spitzer-Satellitenteleskop entdeckt wurden und die zum Teil als Vorläufer Brauner Zwerge gelten. Das Objekt L 1148–IRS wurde untersucht und seine Leuchtkraft zu nur $0,1 L_\odot$ bestimmt, was die protostellare Masse auf weniger als $0,1 M_\odot$ festlegt. Auch die Masse der inneren Hülle ergab sich zu ungewöhnlich niedrigen $0,1 M_\odot$, dem geringsten bekannten Wert aller Protosterne. Anzeichen für einen molekularen Ausfluss scheinen zu fehlen. Gegenwärtig erweitern wir diese Untersuchung auf mehrere ähnliche mit dem Spitzer-Teleskop beobachtete Objekte, deren Staubemission wir bereits vermessen haben.

Der Coronet-Haufen im Sternentstehungsgebiet CrA enthält zahlreiche Protosterne, die sowohl im cm-Kontinuum als im Röntgenbereich emittieren. Deshalb wurden an diesem Haufen simultane Beobachtungen in mehreren Frequenzbereichen durchgeführt, um eventuelles Variabilitätsverhalten zu studieren. Dazu wurden Chandra, das VLA, sowie optische und IR-Teleskope in Chile und Südafrika benutzt. Die Daten werden gegenwärtig reduziert.

Zum Studium der frühesten Stadien massereicher Sternentstehung wurden mehrere Infrarote Dunkelwolken (IRDCs) untersucht, d.h. kalte Wolken, die im mittleren Infrarot als Silhouette gegen den diffusen galaktischen Hintergrund zu erkennen sind und vermutlich die Vorläufer massereicher Sternhaufen darstellen. Ihre massiven Kerne ($M > 100 M_\odot$) erwiesen sich als gravitativ gebunden obwohl hoch turbulent (1 bis 3 km sec^{-1}); sie zeigen beträchtliche innere Geschwindigkeitsstrukturen. Unter ihnen wurden alle Entwicklungsstadien von kalten IRDCs hoher NH_3 -Säulendichte bis zu protostellaren Objekten und ultrakompakten H II-Regionen mit hot cores vorgefunden. Auch die Emission von Methanol- und Wassermasern zeigt an, dass in einigen IRDCs bereits aktive Sternbildung abläuft.

Massereiche cores wurden auf den Zusammenhang zwischen Deuterierung und Entwicklungsphase untersucht. Es wurde ein klarer Zusammenhang zwischen Deuterierungsgrad und dem Ausfrieren von CO auf Staub gefunden, also tiefen Temperaturen der Kerne von Pre/Protoclustern. Hoher Deuteriumgehalt von Molekülen scheint demnach die frühesten,

noch kalten Entwicklungsstadien massereicher Molekülwolken anzuzeigen.

Die späteren Phasen massiver Sternentstehung wurden mit dem APEX-Teleskop in den hochangeregten CO-Linien (4–3), (7–6) und (8–7) beobachtet. Diese Emissionen sehr dichter und heisser Zentralregionen zeigen mit ihrem asymmetrischen Profil, das zugleich gravitative Kontraktion und protostellaren Ausfluss belegt, das dynamische Wechselspiel von Einfall und Ausfluss, mit dem überschüssiger Drehimpuls entfernt und damit der Aufbau des Zentralkörpers erst ermöglicht wird.

IRAS 05358+3543, ein Haufen massereicher Sternentstehung, wurde im 242 GHz-Band von Methanol interferometriert. Bei dieser hohen Auflösung ($1''$) zerfallen die bisher bekannten drei Staubkerne in mehrere Unterkondensationen mit Massen zwischen 2 und $22 M_{\odot}$, insbesondere der Hauptkern in zwei Objekte mit Abstand ca. 1800 AU. Hier scheint die Bildung eines Sternhaufens unmittelbar der Beobachtung zugänglich zu sein.

Die Umgebung der ultrakompakten H II-Region G327.3–0.6, in der sich ein prominenter hot core mit reichem Spektrum schmaler Linien befindet, wurde mit APEX in CO und $C^{18}O$ (3–2) kartiert. Dabei wurden zwei massereiche Kerne entdeckt, einer mit einem Haufen von Infrarotquellen assoziiert, der andere den eigentlichen hot core enthaltend. Letzterer liegt am Rande einer IRDC, zeigt sehr starke Linien hochangeregten Methanols und fällt mit einer 8μ -Doppelquelle zusammen.

Die innersten Zonen massiver Sternentstehungsgebiete wurden mit dem Plateau de Bure-Interferometer untersucht. In Cep A East war eine längliche Struktur molekularen Gases um die Radiokontinuumsquelle HW 2 herum bereits bekannt und als Akkretionsscheibe gedeutet worden. Damit konnte nun gezeigt werden, dass diese Struktur durch die Überlagerung mindestens zweier separater Klumpen zustande kommt; die Klumpen sind typische hot cores mit vermutlich jeweils einem YSO (young stellar object). Mit SiO-Messungen bei 3 mm Wellenlänge konnten wir die frühere Interpretation der SiO-Emission als durch Akkretion auf eine rotierende Scheibe bedingt widerlegen, denn die Linienbreite (ca. 30 km sec^{-1}) übersteigt zulässige Rotationsgeschwindigkeiten um ein Vielfaches. Die SiO-Geschwindigkeitsverteilung ist eindeutig bipolar und weist damit auf einen molekularen Ausfluss (zusätzlich zu dem bekannten nahe HW2) grob entlang der Sehlinie hin; dieser könnte von einem jüngst zwischen den beiden Klumpen entdeckten Protostern mittlerer Masse ausgehen.

Dagegen konnten wir um den Protostern AFGL 2591 herum eine der bei massereichen Objekten bisher sehr seltenen rotierenden Scheiben beobachten. Staubkontinuum und Linienemission von $H_2^{18}O$ bei 1,3 mm zeigen elongierte Struktur und Geschwindigkeitsgradienten. Die Scheibenmasse ergibt sich zu $0,8 M_{\odot}$ oder 5% der Sternmasse. Die Scheibe ist sehr wasserreich, da die Eismäntel auf ihrem Staub anscheinend erst kürzlich verdampft sind; ungewöhnlich hohe Staubkorngröße dürfte ein Resultat jüngerer Koagulation sein.

Zur Klärung des Zusammenhangs zwischen Entwicklungsstadium der Akkretion und Kollimationsgrad des zugehörigen Ausflusses wurde der Hochgeschwindigkeitsausfluss des massiven Protosterns NGC 6334 I in CO-Übergängen von (3–2) bis (7–6) mit APEX untersucht. Der Ausfluss enthält etwa $2,5 M_{\odot}$ mit Gesamtenergie $1,2 \times 10^{47}$ erg in seinem Geschwindigkeitsbereich von 150 km sec^{-1} ; seine dynamische Zeitskala beträgt etwa 1000 Jahre.

Sternentstehung im Galaktischen Zentrum wurde mit dem Infrarotspektrometer an Bord des Spitzer-Teleskops beobachtet. Von 60 roten Objekten aus den ISOGAL- und MSX-Surveys, allesamt vermutete ultrakompakte H II-Regionen, zeigte mehr als die Hälfte Anzeichen kürzlicher Sternbildung; etwa die Hälfte ist mit massereichen jungen Sternen assoziiert, molekulare Eise sind in einigen der wahrscheinlich masseärmeren Quellen zu sehen. Fernziel dieser Untersuchung ist die Abschätzung der Sternentstehungsrate im Galaktischen Zentrum.

Stellare Astrophysik

Das Vor-Hauptreihen-Binärsystem V773 Tau A wurde untersucht, das um den Periastrondurchgang herum auffällige Flaringaktivität zeigt. Ein solcher Flare wurde bei 3 mm Wellenlänge mit dem Plateau de Bure-Interferometer beobachtet und sein schnelles Abklingen mit einer Wechselwirkung der beiden Koronen des Paares erklärt. Magnetfelder der äusseren Koronazonen können sich bis zu 20 Sternradien erstrecken und so nahe dem Periastron koronale Elektronen auf Lorentzfaktoren zwischen 20 und 600 beschleunigen, was zu Synchrotronstrahlung als Flaremechanismus führt.

Riegerperioden sind solare Zyklen von einigen Monate Dauer, die sich in Flareaktivität und Fleckenhäufigkeit bemerkbar machen. Ihre Ursache ist noch nicht aufgeklärt. Es wurde nach einem Analogon in dem sonnenähnlichen Stern UX Ari gesucht, indem zwei unabhängige Datensätze von Radio- bzw. optischen Beobachtungen analysiert wurden, die jeweils 9 Jahre überdeckten. In beiden wurde ein Zyklus von 294 Tagen gefunden. Das optische Maximum (d.h. Fleckenminimum) fällt mit dem Radiominimum zusammen, sodass eine ähnliche Erklärung wie für die Sonne naheliegt, nämlich das periodische Ausbrechen magnetischer Flussröhren aus der Photosphäre.

Radiomessungen des extremen Kohlenstoffsterns IRC+10216 mit dem VLA wurden analysiert und ihr Spektralindex zu 2,0 abgeleitet, einem Wert, der bis in den Submm-Bereich gültig ist. Möglicher Weise liegt mit der Infrarotphase korrelierte Radiovariabilität vor. Die Strahlung dürfte aus der stellaren Photosphäre stammen; weitere VLA-Messungen sollen die Grösse der Photosphäre und ihre exakte Lage bestimmen, die in der morphologisch komplexen Infrarotstruktur des Objekts bis jetzt nicht genau bekannt ist.

Das vielfach beobachtete Be-Röntgenpaar LSI+61 303 zeigt neben periodischer Radio- und Röntgenemission auch starke variable Gammastrahlung. Es wurde gezeigt, dass die vermutlich ebenfalls periodische Gammastrahlung nur in der Nähe des Periastrondurchganges ausbricht, und schlugen ein Modell vor, in dem ein kompaktes Objekt den Wind seines Be-partners durchläuft, die Akkretion durch dessen variable Entfernung moduliert sowie die aus der Akkretion resultierende Emission durch dichteabhängige Comptonverluste geschwächt wird.

Sonnensystem

Die thermische Emission des erst kürzlich entdeckten Trans-Neptun-Objekts (TNO) 2003 UB313, des entferntesten und absolut hellsten ($H = -1,16$ mag) aller bekannten Kleinplaneten, wurde mit dem MAMBO 2-Bolometer am 30 m-Teleskop von IRAM vermessen. Unter Annahme von Strahlungsgleichgewicht mit der solaren Einstrahlung konnte der Durchmesser des Objekts zu 3100 ± 300 km bestimmt werden; UB313 ist also wesentlich grösser als Pluto (2300 km). Seine hohe geometrische Albedo von plutoähnlichen 55 ± 10 % kann durch Methaneis erklärt werden, das in Reflexionsspektren zu erkennen ist.

Ein weiteres TNO, das Kuiper-Belt-Objekt 1999 TC36, wurde bolometrisch vermessen, weil es ein Binärobjekt ist und damit auch eine Massenbestimmung durch Bahnanalyse zulässt. Der resultierende Dichtewert von $0,14 \pm 0,04$ g cm⁻³ liegt sehr viel niedriger als übliche Annahmen und löst die bisherige Diskrepanz zwischen den Albedos von Einzel- und Binär-TNOs auf. Für alle TNOs zusammen ergibt sich damit eine mittlere Dichte von $0,25 \pm 0,15$ g cm⁻³, was nahe an den Wert von Komet Halley ($0,3 \pm 0,2$ g cm⁻³) herankommt.

Galaktische Struktur

Ein Großprojekt zur Bestimmung der Spiralstruktur und Kinematik der Milchstraße wurde in Angriff genommen, bei dem mithilfe trigonometrischer Parallaxen die Entfernungen und Eigenbewegungen von einem Dutzend Sternentstehungsgebieten gemessen werden sollen. Mit der VLBI "phase reference"-Technik werden bei 12 GHz Methanolmaser als Indikatoren junger massereicher Sterne und kompakter H II-Regionen beobachtet. Als Test dieses Projekts wurde die Parallaxe von W3OH mit einer Genauigkeit von 0,022 mas bestimmt, die eine Entfernung von $1,95 \pm 0,04$ kpc ergab ($2,04 \pm 0,07$ kpc), in Übereinstimmung mit einem

unabhängigen VLBA-Resultat, das an Wassermasern derselben Region gewonnen wurde. Daten der ersten Epoche des Großprojekts (270 Stunden VLBA-Zeit) werden gegenwärtig ausgewertet.

In einem verwandten Projekt werden Gruppen junger Sterne mittels ihrer H II-Regionen oder ihrer NIR-Emission untersucht. Spektroskopische Entfernungen werden durch NIR-Messungen am VLT bestimmt bzw., im Fall von H II-Regionen, durch Beobachtung von Radiolinien am 100 m-Teleskop und Vergleich der Linienverschiebung mit dem Rotationsmodell der Milchstrasse. Da dieser Vergleich für die inneren Bereiche zu doppeldeutigen Ergebnissen führt (nah bzw. fern), wird zusätzlich H₂CO in Absorption gegen das H II-Kontinuum gemessen und aus der Anzahl der Absorptionssysteme zwischen nah und fern unterschieden. Dies Projekt entspricht dem klassischen Ansatz von Georgelin und Georgelin (1979), das aber an optische Linien gebunden und deshalb auf Zonen niedriger Extinktion beschränkt sein musste.

Extragalaktische Astronomie und Kosmologie

Die Eigenbewegung von M33 relativ zum Galaktischen Zentrum konnte mit wiederholten VLBA-Beobachtungen bestimmt werden. Da die tiefsten Surveys andeuten, dass mehr als ein Drittel aller nahen Galaxien vom Typ Seyfert 2 starke Maseremission zeigen sollten, wird die direkte Entfernungs- und Massebestimmung von aktiven Kernen zukünftig in zahlreichen Fällen möglich sein.

Eine statistische Analyse von Megamasern legt die Vermutung nahe, dass die allermeisten der mit 100 m-Teleskopen messbaren starken Maser großer Entfernung noch nicht entdeckt worden sind. Falls geeignete Kandidaten identifiziert werden können, und wenn die H₂O-Leuchtkraftfunktion bei sehr hohen Leuchtkräften nicht steiler verläuft als mit dem üblichen Index von -1,5, sollten Wasser-Megamaser z.B. von Effelsberg aus bis in Entfernungen beträchtlicher Rotverschiebung zu beobachten sein.

Im Rahmen des NUGA-Surveys wurden mehrere leuchtschwache aktive galaktische Kerne (AGK) in CO beobachtet, um die Wirksamkeit eines stellaren gravitativen Drehmoments bei der Beseitigung von Drehimpuls des einfallenden Gases und damit der Fütterung des zentralen Objekts zu bestimmen. Die Drehmomente innerhalb von 200 pc ergaben sich allerdings meist als dieser Wirkung entgegengesetzt, sodass in Füttermodellen zusätzlich Viskosität angesetzt werden musste.

CO-Beobachtungen wurden auch in der Galaxiengruppe um M81 durchgeführt. Gravitative Wechselwirkungen in dieser Gruppe führen zu ausgedehnten H I-Wolken fern ihrer jeweiligen Galaxie; in diese Wolken eingebettet findet man molekulare Komplexe. Die Masse des ersten beobachteten Komplexes dieser Art ergab sich zu 2 bis $6 \times 10^6 M_{\odot}$, vergleichbar den massereichsten Riesenmolekülwolken der Milchstraße. Er scheint in der äussersten Scheibe von M81 bei 24 kpc zu liegen und von einem ausgedehnten Massenfluss erreicht zu werden, der vermutlich die Molekülbildung getriggert und die Morphologie der CO-Wolke bestimmt hat.

In der Linse des Gravitationslinsensystems B0218+357 ($z=0,68$) wurde mit dem 100 m-Teleskop NH₃ beobachtet, dessen Quelle wegen seiner Temperatur (55 K) und dem Fehlen anderer, normalerweise gemeinsam mit NH₃ auftretenden Moleküle nicht eine Dunkelwolke sein kann, sondern eine Komponente des diffusen interstellaren Mediums sein muss, die in der Milchstraße nicht zu finden ist.

Mit dem neuen Empfänger FLASH am APEX-Teleskop wurden mehrere Galaxienkerne in hochangeregtem CO (4–3 und 7–6) und in den beiden Feinstrukturlinien von C I kartiert. In einem ersten Schritt konnten wir Masse- und Temperaturverteilungen bestimmen und die Kühlprozesse studieren, die für Sternentstehung und Kernentwicklung relevant sind.

Ein beträchtlicher Teil des extragalaktischen FIR-Hintergrundes wird von optisch schwachen, staubhaltigen Starburst-Galaxien hoher Rotverschiebung geliefert. Die Beobachtungen "leerer" Felder mit MAMBO wurden fortgesetzt und es konnten bislang über 60 relevante Quellen lokalisiert werden, die im folgenden im Optischen, NIR, Röntgen- und

Radiobereich untersucht wurden. Mit diesen Arbeiten soll der Bildungsprozess massereicher Galaxien sowie die Beziehung zwischen Sternentstehung und der Entstehung massiver Schwarzer Löcher aufgeklärt werden. Letzterer Beziehung widmen sich auch die Messungen der FIR-Emission optisch selektierter QSOs. Kürzlich entdeckten wir in einem der leeren Felder drei radiolaute QSOs bei $z=1$; etwa 10% des mm-Hintergrundes kann infolgedessen nichtthermischer Emission zugeschrieben werden. Im gleichen Feld entdeckten wir die leuchtstärkste bisher bekannte FIR-Quelle, einen Starburst/QSO hoher Rotverschiebung.

Es konnten eine oder sogar beide Feinstrukturlinien von C I in mehreren QSOs hoher Rotverschiebung nachgewiesen werden, z.B. im Cloverleaf ($z=2,6$) und in PSS J2322+1944 ($z=4,1$). Für den Cloverleaf-QSO ergab das Linienvverhältnis eine Anregungstemperatur von lediglich 30 K. Alle in diesen QSOs gemessenen Säulendichten von C I deuten auf Kohlenstoffhäufigkeiten hin, die vergleichbar oder sogar etwas höher liegen als in der Milchstrasse. Das kalte Molekülgas schon dieser Objekte hoher Rotverschiebung muss also beträchtlich angereichert sein.

Die Analyse der Gasphase bei hohen Rotverschiebungen konnte ferner durch die Entdeckung der Feinstrukturlinie von C II, der wichtigsten Kühllinie des galaktischen interstellaren Mediums, in einem Quasar bei $z=6,42$ vorangetrieben werden. Diese Linie sollte noch in Entfernungen zu sehen sein, für die sich die CO-Emission als zu schwach erweist. Bei diesem Quasar ergab sich ein um den Faktor 10 niedrigeres Leuchtkraftverhältnis [C II]/FIR als bei normalen Galaxien in unserer Nähe; dieses geringere Verhältnis entspricht dem bei ULIRGs gemessenen.

Personal:

W. J. Altenhoff, K. Basu, A. Beelen, A. Belloche, F. Bertoldi, F. Boone, C. Comito, J. Forbrich, S. Goedhart, R. Güsten, K. Hachisuka, H. Hafok, C. Henkel, C. Hieret, N. Jethava, J. Kauffmann, T. Klein, E. Kreysa, E. Krügel, S. Leurini, M. Massi, K. M. Menten, D. Muders, B. Parise, S. Philipp, T. Pillai, E. Polehampton, B. Roselt, P. Schilke, J. Schmid-Burgk, J. Schraml, F. Schuller, G. Siringo, F. v.d. Tak, S. Thorwirth, H. Voß, P. v.d. Wal, T. L. Wilson, F. Wyrowski, J. Zhang,
 mit M. Albrecht, Z. Banhidi, D. Bomans, R. Chini, M. Haas, S. Hüttemeister (Univ. Bochum), M. Bird, U. Klein, J. L. Pineda (Univ. Bonn), M. Messineo, R. Siebenmorgen (ESO Garching), R. Genzel, B. Posselt, L. Tacconi (MPE Garching), O. Stahl (LSW Heidelberg), T. Henning, E. Schinnerer, F. Walter (MPIA Heidelberg), K. Schreyer (AIU Jena), A. Eckart, P. Englmaier, T. F. Giesen, J. U. Pott (Univ. Köln),
 J. Ott, L. Staveley-Smith (ATCA, Sydney), A. J. Walsh (Univ. of NSW, Australien), S. Casassus (Santiago, Chile), A. Bacmann, A. J. Braine, N. Brouillet, A. Castets, F. Herpin, V. Wakelam (Univ. Bordeaux, Frankreich), J.-P. Chieze, P. André, P. Lesaffre (Gif-sur-Yvette, Frankreich), C. Cecarelli, C. Kahane, R. Neri, C. Thum (IRAM, Grenoble), E. Roueff (Meudon, Frankreich), F. Combes, M. Gerin, A. Omont (Paris, Frankreich), P. Cox (Orsay, Frankreich), E. Caux, A. Walters (Toulouse, Frankreich), P. Castangia, L. Moscadelli, A. Tarchi (Cagliari, Italien), S. Cazaux, P. Caselli, L. K. Hunt, R. Maiolino, T. Nagao, M. N. Nagar, C. M. Walmsley (Florenz, Italien), L. Loinard (UNAM, Mexiko), F. Helmich, A. G. G. M. Tielens (Groningen, Niederlande), E. van Dishoeck, U. Fuchs, H. Habing, J. K. Jorgensen (Leiden, Niederlande), J. H. Black (Onsala, Schweden), F. L. Schöier (Stockholm, Schweden), S. Leon, S. Martin, R. Mauersberger (Granada, Spanien), R. Bachiller, A. Fuente, S. Garcia-Burillo, J. Martin-Pintado, J. R. Rizzo (Madrid, Spanien), C. J. Quattrone, J. S. Richer (Cambridge, UK), K. G. Isaac (Cardiff, UK), I. Smail (Durham, UK), T. R. Greve, R. Ivison (Edinburgh, UK), J. Hatchell (Exeter, UK), G. A. Fuller (Manchester, UK), A. J. Baker (Maryland, USA), D. Neufeld (Univ. Baltimore, USA), G. W. Fuchs, R. Klein (Berkeley, Kalifornien), P. F. Goldsmith (Cornell Univ., USA), A. W. Blain, S. C. Chapman, F. Motte, J. P. Kneip, D. C. Lis, D. Mehringer, T. G. Phillips, B. Schulz (Caltech, USA), T. L. Bourke, A. Crapsi, C. H. DeVries, T. L. Huard, T. R. Hunter, M. Krips, S. Megeath, P. Myers, M. Reid, N. A. Ridge, Q. Thang (Harvard CfA, USA), D. Lubowich (Hempstead, USA), A. B. Peck (Hilo, USA), E. F. Ladd (Lewisburg, USA), J. A. Braatz, C. Carilli, C. J. Chandler, V. L. Fish, K. Y. Lo, P. Vanden Bout, Y. L. Shirley, I. O. Sjouerman (NRAO,

USA), P. Solomon (Stony Brook, USA), M.J. Kaufman (San José, Kalifornien), N.J. Evans II, J.-E. Lee, C.H. Young (Austin, Texas)

4.2 Very Long Baseline Interferometrie. Radio Kontinuum

Statistische Studien großer Stichproben

Die Beobachtungen einer Stichprobe von mehr als 200 aktiven galaktischen Kernen (AGK) bei 2 cm Wellenlänge mit dem VLBA wurden fortgesetzt. Die detaillierte Analyse der Kinematik der Jetströme zeigt hochkollimierte, relativistische Bewegungen mit transversalen Geschwindigkeiten typischerweise zwischen 0 und 15 c. Nur wenige Quellen weisen Geschwindigkeiten bis zu 34 c (mit $H_o = 71 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$) auf.

Eine Untersuchung der VLBA Fringe Visibilities ergibt, dass in mehr als 70% der Quellen die Hälfte des mit dem VLBA beobachteten Gesamtflusses auf den längsten Basislinien nicht aufgelöst werden kann. BL Lac-Objekte sind im Mittel kompakter als Quasare, Galaxien sind im Mittel weniger kompakt. IDV-Quellen weisen typischerweise eine kompaktere, eher Kern-dominierte Struktur auf, verglichen mit Nicht-IDV-Quellen. Im GeV-Bereich γ -laute Objekte scheinen kompaktere Strukturen aufzuweisen verglichen mit anderen Quellen in der Durchmusterung. Die schnellsten Komponentengeschwindigkeiten werden in Radioquellen mit hoher Strahlungstemperatur beobachtet.

Die Breite der H β -Emissionslinie und die Kontinuums-Leuchtkräfte bei 510 nm wurden zur Massenbestimmung der Schwarzen Löcher M_{BH} genutzt. Sowohl die Radioleuchtkraft als auch der aus der Variabilität abgeleitete Doppler-Faktor scheinen mit der Masse des Schwarzen Lochs in Beziehung zu stehen: ($L_{5 \text{ GHz}} \propto M_{\text{BH}}^{2.9 \pm 0.9}$; $M_{\text{BH}} \propto \delta_{\text{var}}^{1.5 \pm 0.4}$). Eine signifikante positive Korrelation mit der [OIII] Emissionslinienleuchtkraft wurde ebenfalls detektiert. Die totale Radioleuchtkraft bei 15 GHz und die optische Leuchtkraft bei 5100 Å sind korreliert für AGK des Typs 1. Die optische Kontinuumsemission ist somit vermutlich nicht thermischen Ursprungs.

Eine neue Methode zur Bestimmung der Hubble-Konstante, basierend auf Eigenbewegungen und den IC-Dopplerfaktoren scheinbar überlichtschnell expandierender Jets, wurde auf die Quellen der CJF-Durchmusterung ("Caltech-Jodrell Bank flat-spectrum", 293 AGK) angewandt. In Monte-Carlo Simulationen wurden der wahrscheinlichste Winkel zur Sichtlinie und die relativistische Jetgeschwindigkeit bestimmt. Dabei wurde ein flaches kosmologisches Modell vorausgesetzt. Eine Monte-Carlo Methode, welche verschiedene Versuchsverteilungen des intrinsischen Winkels zur Sichtlinie nutzt, kann eine Dopplerfaktorverteilung simulieren, die die Beobachtungen am besten reproduziert. Der mittlere Winkel zur Sichtlinie der CJF-Durchmusterung beträgt $\theta \approx 9^\circ$. Ein vorläufiger Wert für die Hubble-Konstante, basierend auf den bisherigen Rechnungen, ergibt einen Wert von $71 \pm 5 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$.

Eine Röntgen-Durchmusterung der spektralen Eigenschaften von 50 radio-lauten AGK (basierend auf der MOJAVE Durchmusterung, 2 cm-X Sample) wurde durchgeführt. Mehr als 200 individuelle spektroskopische Beobachtungen im (0,2–12) keV-Röntgenband wurden mit ASCA, Beppo-Sax, CHANDRA, und XMM-Newton aufgenommen und stellen die bislang größte Durchmusterung dieser Art dar. Die Röntgenspektren der radio-lauten, Kern-dominierten AGK können durch ein einfaches Potenzgesetz dargestellt werden. In 15 der 50 Quellen wurde Soft Excess-Strahlung (unterhalb von 1 bis 2 keV) detektiert. Diese kann in zwei Fällen durch thermisches Plasma verursacht werden. Eine mögliche Identifikation der Soft Excess-Komponente in Quasaren ist das hochenergetische Ende des Big Blue Bump. Radio-laute, Kern-dominierte AGK weisen eine "sharp-peaked" Verteilung von harten Potenzgesetz Photonindices mit einem mittleren Wert von $\langle \Gamma_{\text{hard-PL}} \rangle = 1,68$ auf. Der Photonindex der Soft Excess Potenzgesetz Komponente korreliert mit der scheinbaren Geschwindigkeit der VLBI-Jetkomponenten.

Für 206 FR II-Radioquellen wurden die Variationen des halben Öffnungswinkels des ver-

deckenden Torus bei einer Radioleuchtkraft von 151 MHz, [OIII] Emissionslinien-Leuchtkraft und kosmischer Epoche untersucht. Dabei wurde eine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem halben Öffnungswinkel und der [OIII] Emissionslinien-Leuchtkraft detektiert. Der Öffnungswinkel steigt von 20° bis 60° mit steigender Emissionslinien-Leuchtkraft ($\tan \theta_c \propto L_{[\text{OIII}]}^{0.35}$). Diese empirische Beziehung wird als direkter Beweis für den zurücktretenden Torus um die zentralen Maschinen starker FR II-Doppel-Radioquellen angesehen.

Untersuchungen des Mikrowellen-Hintergrunds

Anisotropien in der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung werden zur Zeit mit dem “Cosmic Background Imager in Chile” untersucht. Um die Vordergrund-Einzelquellen von der Hintergrundstrahlung zu trennen, werden 6000 Quellen mit dem Effelsberg-Teleskop bei 4,85 und 10,45 GHz gemessen und auf ihre spektralen Eigenschaften hin untersucht. Aufgrund eines signifikant verbesserten Auswerteverfahrens wird eine Genauigkeit von $\approx 5 - 7$ mJy bei einer Integrationszeit von 60 s (4,85 GHz) und 240 s (10,45 GHz) erreicht. Die Beobachtungen sind zu 90% abgeschlossen.

Bausteine der Galaxien

Die Supernova SN 2004et in NGC 6946 in einer Entfernung von 5,5 Mpc konnte mit dem VLA bereits kurz nach ihrer Explosion detektiert werden. Die maximale Flussdichte bei einer Wellenlänge von 6 cm wurde 45 Tage nach der Explosion erreicht. Sehr empfindliche 8,4 GHz VLBI-Beobachtungen (2005.14) zeigen eine unter einem Positionswinkel von 124° ausgedehnte Struktur. Zu diesem Zeitpunkt weist die Quelle eine Flussdichte von 1,2 mJy auf. Ein Modell aus zwei kompakten Komponenten im Abstand von 0,63 mas (Millibogensekunden) passt die Daten an. Daraus läßt sich eine Separationsgeschwindigkeit von $40\,000 \text{ km s}^{-1}$ (projiziert auf die Himmelsebene) berechnen.

Die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen dem Starburst- und dem AGK-Phänomen steht im Mittelpunkt der radiointerferometrischen Untersuchungen von 13 UltraIuminous Infrared Galaxies (ULIRGs) mit dem EVN und MERLIN. Die Auswertungen ergeben, daß vermutlich in den meisten ULIRGs der Großteil der Energie von Starbursts geliefert wird, und in einem Teil dieser Objekte ein AGK nachweisbar ist. In letzteren stammt ein signifikanter Teil der Energie (10%–40%) aus AGK-Akkretion. Dieses Ergebnis wird von jüngsten Röntgenbeobachtungen unterstützt: starke AGK-artige Röntgenquellen werden mit den Röntgensatelliten CHANDRA und Beppo-SAX in einem signifikanten Teil der ULIRGs gefunden.

Die Untersuchungen einer zentralen Voraussage vereinheitlichender Theorien, der Existenz eines molekularen verdeckenden Torus, wurden fortgeführt. Dabei soll unter anderem geklärt werden, ob die bislang niedrigen Detektionsraten auf die Suche bei den falschen Übergängen zurückzuführen sind. Höher angeregte OH-Rotationszustände bei 6 GHz wurden für eine Stichprobe von 29 Seyfert 2-Galaxien untersucht. Bislang ergaben die Studien 5 neue Detektionen. Um die relative Linienstärke des OH-Übergangs zu untersuchen und somit besser die Anregung des OH-Moleküls zu bestimmen, wurden Beobachtungen des 4,7 GHz-Übergangs für eine Untergruppe von 21 Quellen ausgeführt. Die Nicht-Detektion sämtlicher Quellen reflektiert sehr wahrscheinlich ein Fehlen von molekularem Gas.

Jetbildung, Präzession und Schwarze Löcher

Der Kern von M 87 (3C 274, $d=18,7$ Mpc) wurde mehrfach mit dem “Global mm VLBI Array” bei einer Frequenz von 86 GHz beobachtet. Die Bilder zeigen deutliche Hinweise auf sowohl Flussdichte- als auch morphologische Variabilität auf sub-parsec Skalen. Diese Beobachtungen sind von besonderem Interesse im Hinblick auf einen möglichen Vergleich mit dem vermuteten supermassiven Schwarzen Loch in Sgr A*. Kern und innerer Jet der Quelle M 87 können mit vergleichbarer räumlicher Auflösung untersucht werden wie Sgr A*. Ein wichtiger Unterschied besteht allerdings darin, daß es sich bei M 87 um eine radio-lauter Galaxie handelt, während Sgr A* eine wesentlich geringere Radio-Leuchtkraft aufweist.

Die Variationen der Strahlung am Fußpunkt des Radiojets der Radiogalaxie 3C 390.3 wurden verglichen mit Variationen der optischen Kontinuumsstrahlung. Diese Beobachtungen wurden anhand bereits existierender VLBI und optischen spektralen Beobachtungen durchgeführt. Die Variationen der Jetkomponenten D und S1 korrelieren mit Änderungen der optischen Kontinuumsstrahlung, wobei die optische Emission der Radioemission folgt, und zwar mit einer Verzögerung von $\approx 1,3$ Jahren, bzw. 0,2 Jahren. Daraus ergeben sich zwei wichtige Folgerungen: Der Ursprung der variablen nicht-thermischen optischen Emission findet sich im innersten Teil des Jets in $\approx 0,4$ pc Entfernung vom zentralen Kern (oder nahe des Jetfußpunktes); Die Kontinuumsmission ionisiert eine konisch geformte BLR-Region. Vermutlich gibt es zwei BLRs in 3C 390.3: eine ist mit der zentralen Maschine assoziiert und eine weitere findet sich in großer Distanz zur zentralen Maschine am Fußpunkt des Jets.

Hochauflösende Radio Momentaufnahmen von 7 nahen leuchtschwachen aktiven Galaxien der "IRAM Nuclei of Galaxies" (NUGA) Durchmusterung wurden mit MERLIN, dem EVN und dem VLBA (18 cm und 6 cm) und dem Plateau de Bure-Interferometer (1 mm und 3 mm) durchgeführt. Ausgedehnte Emission – in der Form von Jets oder diffuser Komponenten – wurden sowohl auf MERLIN- als auch auf VLBI-Skalen in ungefähr der Hälfte der Quellen nachgewiesen. NGC 1068 weist bei mm-Wellenlängen einen Jet und einen Gegenjet auf. Die Flussdichten nehmen mit zunehmender Winkelauflösung bei cm Wellenlängen ab, dies wird für ausgedehnte Emission erwartet. Alle Quellen weisen flache bis invertierte Kernspektren auf.

Die Untersuchungen des rotierenden Jets in NRAO 150 wurden fortgeführt. Seit den frühen 80iger Jahren wird die Flussdichte des Quasars NRAO 150 regelmäßig beobachtet. Dabei wurden quasi-sinusförmige Variationen bei kurzen cm- und mm-Wellenlängen mit einer charakteristischen Zeitskala von > 20 Jahren detektiert. Die Quelle wird regelmäßig mit VLBI bei 86 GHz beobachtet. Ziel dieser Untersuchungen ist die Suche nach einer möglichen Bewegung am Jetfußpunkt. Jüngste Auswertungen der 3 mm GMVA und 7 mm VLBA Bilder ergeben genauere Werte für die bereits beobachtete schnelle - entgegen der Uhrzeigerichtung erfolgende - Rotation der inneren 0,5 mas des Jets: eine Winkelgeschwindigkeit von $\approx 7^\circ \text{ yr}^{-1}$ (in die Himmelsebene projiziert) konnte abgeleitet werden. Erst kürzlich konnten sowohl die Rotverschiebung als auch die optische Klassifikation der Quelle mittels eines neuen IR-spektroskopischen Projektes am 4,2 m-William Herschel Teleskop (La Palma, Spanien) bestimmt werden. Bislang waren diese Messungen aufgrund der starken galaktischen Absorption (galaktische Breite: $-1,6^\circ$) nicht möglich.

43 Epochen geodätischer VLBI-Beobachtungen (8,4 GHz) des BL Lac-Objekts S5 1803+784 wurden analysiert, um eine mögliche Strukturvariabilität des Jets auf monatlichen Zeitskalen zu detektieren. Im Abstand von ≈ 2 Jahren erscheinen scheinbar neue Knoten im Jet. Drei Jetkomponenten nähern sich der hellsten, scheinbar "stationären" Komponente (in $\approx 1,4$ mas Kernabstand) mit scheinbar überlichtschnellen Bewegungen von 8 – 11 c. Eine "Oszillation" des Kernabstands dieser hellen Komponente kann durch einen Reconfinement-Stoß erklärt werden. Der mittlere Jetpfad ist signifikant gekrümmt und läßt darauf schließen, daß die Komponenten einem helikalen Pfad folgen.

Die Untersuchungen der Beziehungen zwischen supermassiven binären Schwarzen Löchern und der nuklearen Aktivität wurden fortgesetzt. Die maximale Leuchtkraft L_{peak} eines AGK korreliert mit den primären Parametern eines binären Systems: dem Massenverhältnis und der orbitalen Separation der beiden Schwarzen Löcher. Nach diesem Modell sollten 70% aller Galaxien inaktiv sein, während Galaxien vom Seyfert-Typ, mit $L_{\text{peak}} = 10\text{--}100 L_\odot$, 25% der Galaxienpopulation darstellen sollten. Die leuchtkräftigen AGK, mit $L_{\text{peak}} > 100 L_\odot$, sollten 5% der Population bilden. AGK mit $L_{\text{peak}} > 1000 L_\odot$ dagegen sollten in binären Systemen gefunden werden, in denen die Massen beider Schwarzer Löcher von gleicher Größe sind.

VSOP- und VLBA-Daten wurden kombiniert, um die Spektralindex-Verteilung im Jet der Quelle 0836+710 bis zu einem Kernabstand von ≈ 40 mas zu untersuchen. Kelvin-

Helmholtz-Instabilitäten, die sich in einen relativistischen Ausfluß mit einer Machzahl von ≈ 6 entwickeln, erklären den gekrümmten Jetpfad und die Spektralindex-Verteilung.

Relativistische hydrodynamische dreidimensionale Simulationen leuchtkräftiger extragalaktischer Jets wurden berechnet, um die Bedeutung von KH-Instabilitäten (im linearen und nicht-linearen Bereich) bei der Ausbreitung relativistischer Ströme zu prüfen. Vergleiche mit Beobachtungen und analytischen Modellen mittels der linearen Störungs-Analyse wurden für die Jets der Quellen 3C 273 and M 87 ausgeführt. Auf kleinen Skalen (bis zu $\approx 12R_j$) dominieren die KH-Instabilitäten eines elliptischen Oberflächen Modus den Strom. Auf größeren Skalen wird der helikale Oberflächenmodus dominant. Dies entspricht den mit VLBI beobachteten Strukturen.

Intraday Variability (IDV)

Die kurzen Variabilitätszeitskalen in IDV-Quellen implizieren extrem hohe Photonendichten, falls sie in intrinsischen Emissions-Prozessen erzeugt werden. Eine verstärkte Inverse-Compton (IC) gestreute Strahlung ist die Konsequenz. Um die Multi-Frequenz-Signaturen dieser kurzzeitigen IC-Ausbrüche bei harter Röntgen- und weicher γ -Strahlung in der IDV-Quelle S5 0716+714 zu detektieren, wurde diese Quelle in einer internationalen Beobachtungskampagne beobachtet. Nahezu zeitgleich mit einer 540 ksec INTEGRAL-Beobachtung wurde die Quelle bei Radio-, Millimeter-, sub-Millimeter-, optischen und Infrarot-Wellenlängen beobachtet. In den Radio-Submm-Daten konnte signifikante IDV nur bei 6 und 2,8 cm nachgewiesen werden. Bei höheren Frequenzen (bis zu 86 GHz) wird das Flussdichteverhalten dominiert von einem korrelierten, nahezu monotonen Anstieg auf Zeitskalen von 3 bis 4 Stunden. Die beobachteten Strahlungstemperaturen überstiegen während dieser Zeit die IC-Grenze. Die daraus abgeleitete untere Grenze für den Dopplerfaktor stimmt mit den aus der VLBI-Kinematik und dem hochenergetischen Fluss (INTEGRAL) bestimmten Dopplerfaktoren überein. Die mit höheren Frequenzen ansteigende Variabilität deutet auf eine intrinsische Natur der Variabilität in 0716+714 hin.

Die Beobachtungen bei 86 und 229 GHz in totaler Intensität und Polarisation mit dem 30 m-IRAM-Teleskop ergaben keinen Hinweis auf IDV. Dagegen konnte Variabilität mit einer Amplitude von 34 % während der ersten vier Beobachtungstage detektiert werden. Mit einer neuen Kalibrationsstrategie konnte erstmals eine rms-Genauigkeit der Flussdichtemessungen von 1,2 % erreicht werden. Die Polarisationsmessungen bei 86 GHz ergaben eine ungewöhnlich hohe Polarisation von $p=15\%$. Eine scheinbare Strahlungstemperatur von $T_B \geq 1,4 \times 10^{14}$ K konnte bestimmt werden, die um 2–3 Größenordnungen über der IC-Grenze liegt.

Die IDV-Quelle 0716+714 wurde in drei Polarisationsexperimenten mit Weltraum-VLBI (VSOP) bei 5 GHz Frequenz beobachtet. Die Beobachtungsdaten lagen sechs bzw. einen Tag auseinander und lieferten eine ungewöhnlich dichte zeitliche Bedeckung. Im VLBI-Kern wurde eine Abnahme der totalen Flussdichte um ≈ 20 mJy und um ≈ 5 mJy in linearer Polarisation gefunden. Im Jet wurde dagegen keine Variabilität detektiert.

Die Untersuchungen des BL Lac-Objekts 0954+658 hinsichtlich einer möglichen Abhängigkeit der Variabilität von der Erdbewegung aufgrund der damit verbundenen Veränderung der Relativgeschwindigkeit zwischen Erde und Diffusionsschirm wurden fortgeführt. Mit dem Effelsberg-Teleskop wurde nach systematischen saisonalen Variationen in den Radio-Lichtkurven von 0716+714, 0954+658 und 0917+62 gesucht. Die Beobachtungen fanden in 3–5 Monatsintervallen statt. Bislang konnte nur in 0954+658 eine jährliche Modulation in den Variationen nachgewiesen werden.

Im Dezember 2004 wurde eine neue IDV-Quelle in Effelsberg-Beobachtungen detektiert: 1128+592 zeigte Variationen von 40% auf Zeitskalen von 6–7 Stunden (5 GHz). In Beobachtungen mit dem Effelsberg- und dem Urumqi-Teleskop konnten dann unterschiedliche Zeitskalen der Variabilität nachgewiesen werden. Diese Änderungen der Variabilitäts-Zeitskalen können mit dem Modell der jährlichen Modulation erklärt werden, welches auch bereits für die Erklärung der saisonabhängigen Variabilitätszeitskala in drei anderen IDV-

Quellen (J 1819+345, PKS 1257–326, 0954+658) herangezogen wurde.

Eine Multi-Frequenz VLBI-Untersuchung mehrerer Epochen des IDV-Quasars B 2005+403 wurde fortgeführt. Ziel dieser Studie ist eine Analyse der Einwirkungen des interstellaren Mediums auf das Bild der Quelle. Eine Winkelverbreiterung der Quelle wurde bei 1,6, 5 und 8 GHz beobachtet. Die Frequenzabhängigkeit der Winkelgröße folgt einem Potenzgesetz. Allerdings unterscheidet sich der bei diesen Untersuchungen bestimmte Exponent von den Voraussagen für eine Kolmogorov-Turbulenz. Flussdichteveränderungen in AGK können häufig mit Komponentenausstößen in Verbindung gebracht werden. Trotz signifikanter Flussdichteänderungen bei verschiedenen Frequenzen (5, 8, 15, 22, und 37 GHz) auf Zeitskalen von Monaten, wurde in 11 Jahren keine neue Jetkomponente in B 2005+403 nachgewiesen.

Phasenreferenzverfahren und Technische Entwicklungen

Die Untersuchungen der 13 extragalaktischen Radioquellen der kompletten S5 Polkappen-Durchmusterung wurden mit Beobachtungen bei 8,4, 15, und 43 GHz fortgesetzt. In der Zeit von 1997–2005 wurden insgesamt 12 Epochen aufgenommen. Mittels astrometrischer Verfahren können daraus relative Positionsbestimmungen mit einer Genauigkeit von 80 bis 20 μs gewonnen werden.

Die Technik des schnellen Frequenz-Schaltens für die Phasenkalibration von hochfrequenten Beobachtungen von Quellen, die für eine Selbstkalibration zu schwach strahlen, wurde demonstriert. In einem VLBA-Experiment wurden Messungen bei 15 GHz kombiniert mit 43 GHz- oder 86 GHz-Messungen und Phasenlösungen mit Selbstkalibrierung gewonnen. Die höherfrequenten Beobachtungen wurden dann mittels interpolierter Phasen kalibriert und aus den 15 GHz-Lösungen skaliert. Mittels dieser Technik konnte NGC 4261 bei 86 GHz mit einem Maximum von 60 mJy beam⁻¹ detektiert werden. Dies liegt unterhalb der normalen Selbstkalibrierungs-Detektionsgrenze.

Mittels der Technik des Frequenz-Phasenreferenz-Verfahrens können auch schwache Quellen bei hohen Frequenzen mit VLBI kartiert werden. Dazu werden die atmosphärischen und geometrischen Phasenfehler bei niedrigeren Frequenzen - hier ist die Quelle stärker - bestimmt, und die so bestimmte Skalierung bei hohen Frequenzen angebracht. Die Ionosphäre dagegen verursacht einen signifikanten Phasenfehler bei beiden Frequenzen, welcher nicht mit der Frequenz skaliert und eine unabhängige Korrektur erfordert. Eine neue Methode, das sogenannte "Quellen Frequenz-Phasenreferenz Verfahren" wurde dahingehend analysiert. Hierzu wird der Ionosphären Beitrag durch ein schnelles Schalten zwischen der Zielquelle und einer Referenzquelle entfernt. Diese Technik wurde bereits erfolgreich bei Beobachtungen des nahen Quasar-Paares 1038+52 A,B bei 13 cm und 3,6 cm Wellenlänge angewandt.

Personal: I. Agudo, W. Alef, E. Angelakis, T.A. Arshakian, T. Beckert, S. Bernhart, S. Britzen, K. Gabányi, C. Henkel, D. Graham, V. Impellizzeri, M. Kadler, R. Keller, A. Kraus, T.P. Krichbaum, N.A. Kudryavtseva, S.S. Lee, A.P. Lobanov, N. Marchili, J. McKean, H. Mattes, R. Mittal, A. More, M. Perucho, A. Pagels, A.G. Polatidis, R. Porcas, E. Ros, H. Rottmann, A. Roy, B.W. Sohn, U. Teuber, A. Witzel, J.A. Zensus.

mit: J. Campbell, J. Kerp (Univ. Bonn), N. Panagia (ESA-STScI Garching), S. Wagner, L. Ostorero, E. Ferrero (LSW Heidelberg), M. Krips, A. Eckart, J.-U. Pott, R. Schödel (Univ. Köln), C. Schalinski (OHB-System AG), J. Klare (FGAN, Wachtberg),

E. Middelberg (ATNF, Australien), J. Bustos (Univ. Concepción, Chile), E. Körding (Univ. Southampton, England), P.J. Diamond, R. Beswick, A. Pedlar, T.W.B. Muxlow, M. Argo (Jodrell Bank, England), M. Bremer, A. Greve, M. Grewing, R. Neri, H. Ungerechts (IRAM, Frankreich), J. Roland (IAP, Frankreich), J. Gracia (Univ. Athen, Griechenland), L. Fuhrmann (OAUP, Italien), U. Bach, F. Mantovani, C. Trigilio (INAF, Bologna, Italien), D. Gabuzda (Univ. Cork, Irland), R. Dodson (JAXA, Japan), H. Suda (VERA, Japan), V.H. Chavushyan (INAOE, Mexico), R.T. Schilizzi, R.C. Vermeulen (ASTRON, Niederlande), L.I. Gurvits, R. Campbell (JIVE, Niederlande), B. Lew, B. Roukema, M. Gawroski

(Torun Univ., Polen). N.S. Kardashev (Astro Space Center, Russland), Shapovalova (SAO, Russland), P. Lundqvist (AlbaNova, Schweden), J. Conway, R. Parra (OSO, Schweden), J. Acosta, R. Barrena, P. Rodríguez-Gil (IAC, Spanien), M. Rioja, F. Colomer (OAN, Spanien), A. Alberdi, M.A. Guerrero, J.L. Gómez, S. Leon, J.M. Marcaide, J.C. Guirado, M.A. Pérez-Torres, L. Lara (Granada, Spanien), J.M. Martí (Univ. València, Spanien), A.P. Marscher (Boston Univ., USA), Y. Pihlstrom, S. Van Dyk, M.H. Cohen, T. Pearson, A. Readhead (CIT, USA), A. Rogers, A.R. Whitney (Haystack, USA), H. D. Aller, M. F. Aller, P. A. Hughes (Univ. Michigan, USA), K.I. Kellermann, Y.Y. Kovalev, R.A. Sramek, C. Walker (NRAO, USA), K.W. Weiler, C.J. Stockdale (NRL, USA), S. Qian (Beijing, China), B. Rickett (UC San Diego, USA), I.I. Shapiro (Harvard-CfA, USA), M.L. Lister (Purdue Univ., USA), D.C. Homan (Denison Univ., USA), R.A. Preston (JPL, USA), P. Strittmatter, L. Ziurys (Steward Observatory, USA).

Galaktische Radiostrahlung

Die absolut geeichte 1,4 GHz-Polarisationskartierung des Nordhimmels mit dem 26 m-Teleskop am DRAO (Kanada) wurde abgeschlossen. Die Emission der Milchstraße ist bis zu einer galaktischen Breite von ca. 30° stark depolarisiert. Die Daten werden zur Absoluteichung der 1,4 GHz-Kartierung mit dem Effelsberger 100 m-Teleskop und dem DRAO-Interferometer verwendet. Die Polarisationskartierung des Südhimmels mit dem Villa Elisa 30 m-Teleskop in Argentinien konnte ebenfalls mit den DRAO-Daten geeicht werden. Die Kombination beider Datensätze ergibt die erste vollständige Himmelskarte in polarisierter Radiostrahlung mit 36' Winkelauflösung.

Eine statistische Analyse der Kartierungen des gesamten Himmels auf Grund ihres "angular-power" Spektrums (APS) hat die Abschätzung des Einflusses diffuser galaktischer Synchrotronstrahlung auf Messungen der Kosmischen Hintergrundstrahlung (CMB) durch künftige Weltraummissionen (z. B. PLANCK) zum Ziel. Von besonderem Interesse ist dabei die Analyse der polarisierten Strahlung. Ausserhalb der galaktischen Ebene liegen die Exponenten der APS zwischen $-2,5$ und $-3,0$. Für kleinere Gebiete werden im Extremfall Exponenten bis zu $-6,0$ bestimmt. Dies ist für CMB-Messungen besonders vorteilhaft, weil dort die kleinskalige galaktische Emission sehr schwach ist. Nahe der galaktischen Ebene verringern sich die APS-Exponenten auf Werte bis zu $-0,5$ durch den Einfluss diskreter Radioquellen. Depolarisations-Effekte sind bei 1,4 GHz nicht überall zu vernachlässigen und verflachen das APS-Spektrum durch die Umwandlung von großskaligen in kleinskalige Emissionsstrukturen. Simulationen der Depolarisation erklären die Versteilerung der APS-Spektren zu höheren Frequenzen hin. Eine APS-Analyse der Leiden-Dwingeloo-Polarisationskartierungen zwischen 408 MHz und 1411 MHz belegt dies.

Empfindliche Effelsberger 1,4 GHz-Polarisationsbeobachtungen einer 10 Quadratgrad grossen Region in hohen galaktischen Breiten, die für das "BaR-SPort" CMB-Polarisationsexperiment vorgesehen ist, zeigen die geringste bislang gemessene galaktische Vordergründemission. Dies eröffnet gute Chancen, bei 90 GHz den "B-Mode" der CMB-Anisotropien nachzuweisen, der zur Unterscheidung kosmologischer Modelle wichtig ist.

Umfangreiche Beobachtungen wurden im Rahmen einer 5 GHz-Kartierung der galaktischen Ebene einschliesslich linearer Polarisation am 25 m-Teleskop in Urumqi/China vorgenommen. Die Messungen haben die gleiche Winkelauflösung von 9,5' wie die Effelsberger Daten bei 1,4 GHz, erfassen aber bei 5 GHz polarisierte Emission aus grösserer Entfernung. Emissionsgebiete mit signifikanter Faraday-Drehung bei 5 GHz erfordern starke ausgerichtete Magnetfelder, die die Feldstärken im interstellaren Medium deutlich übertreffen und deren Ursprung noch zu klären ist.

5 GHz-Beobachtungen einiger ausgedehnter Supernova-Überreste am Urumqi-Teleskop wurden mit Effelsberger Beobachtungen bei 1,4 GHz und 2,7 GHz zur Bestimmung spektraler Variationen und der Magnetfeldstruktur kombiniert. Unsere frühere Vermutung, dass der "Cygnus Loop" aus zwei Supernova-Überresten besteht, konnte durch die 5 GHz-Polarisationsmessungen bestätigt werden.

Struktur des interstellaren Mediums

Messungen der polarisierten Radioemission und der Faraday-Rotation erlauben Aussagen über die turbulenten Strukturen im magnetischen interstellaren Gas. Dazu wurden statistische Methoden entwickelt, z.B. unter Verwendung von Wavelet-Funktionen.

Die Kombination von Emissionsmaßen aus dem WHAM-H α -Survey, Dispersionsmaßen von 157 Pulsaren und Pulsar-Entfernungen ermöglichte eine statistische Analyse der Elektronendichten und Füllfaktoren des diffusen ionisierten Gases (DIG). Der mittlere Volumen-Füllfaktor ist umgekehrt proportional zur mittleren Elektronendichte in den ionisierten Gaswolken und steigt mit zunehmendem Abstand von der galaktischen Ebene an. Die gefundene Antikorrelation zwischen Füllfaktor und Elektronendichte könnte sowohl auf ein thermisches Druckgleichgewicht als auch auf eine turbulente fraktale Struktur des DIG hinweisen.

Gas und Magnetfelder in nahen Galaxien

Die beobachtete enge Radio-(Fern)Infrarot-Korrelation bei Galaxien ist bislang noch nicht verstanden. Das liegt zum einen an Unsicherheiten bei der Trennung der thermischen von der nichtthermischen Radiostrahlung. Ein anderer Grund liegt in der noch offenen Frage nach dem relativen Anteil der Heizquellen des Staubes.

Die nahe Scd-Galaxie M 33 ist ideal, um die Strahlungsquellen im Radiokontinuum und im IR zu untersuchen. Dazu wurden im Rahmen einer Dissertation empfindliche Karten von M 33 bei 8,4 GHz mit dem 100 m-Teleskop und bei 1,4 GHz mit dem VLA erstellt. Als Mitglieder des "Internationalen M 33-Teams" haben wir auch Zugang zu den MIPS-Daten vom Spitzer-Weltraumteleskop bei 24, 70 und 160 μm , die uns erlauben, die Verteilung der verschiedenen Staubkomponenten zu ermitteln. Wir haben eine zweidimensionale "Wavelet"-Analyse durchgeführt, mit deren Hilfe wir die diffuse Emission von der von kompakten Quellen trennen konnten. Die Korrelation der Ergebnisse bei den verschiedenen Wellenlängen zeigt, dass die Emission bei 160 μm aus ausgedehnteren Regionen kommt als die bei 24 und 70 μm . Die IR-Emission bei 24 und 70 μm stammt also eher von jungen OB-Sternen in H II-Regionen, während das diffuse interstellare Strahlungsfeld hauptsächlich für die 160 μm -Emission verantwortlich ist. Die 8,4 GHz Radiokontinuumstrahlung korreliert auf allen räumlichen Skalen stark mit der Emission bei 24 und 70 μm .

Mit Hilfe von anisotropen 2-D Wavelet-Funktionen wurden die Spiralarme der Galaxie M 51 in den Karten der CO-, IR- und Radiokontinuumemission verglichen. Die Spiralarme in CO und im Radiokontinuum haben eine große Ähnlichkeit bis zu kleinen Details, während die CO-Arme eine geringe, aber systematische Verschiebung nach innen zeigen, wie es vom Dichtewellen-Modell vorhergesagt wurde. Die polarisierte Radiostrahlung der Galaxie M 51, gemessen mit dem 100 m-Teleskop Effelsberg und dem VLA bei 4,8 GHz und 8,4 GHz, steigt in den Spiralarmen kaum an, also wird das ausgerichtete Magnetfeld nicht wesentlich komprimiert. Vermutlich ist das ausgerichtete Magnetfeld nicht an das kalte, molekulare Gas gekoppelt, sondern an das diffuse, wärmere Gas. Die unpolarisierte Radiostrahlung ist dagegen in den Spiralarmen sehr intensiv, ein Hinweis auf starke turbulente Magnetfelder.

Eine ähnliche Schlussfolgerung konnten wir auch bei der abschließenden Analyse unserer Radiomessungen der Balkengalaxien NGC 1097 und NGC 1365 ziehen. Der Anstieg der polarisierten Radiostrahlung im Balken kann vollständig durch die Kompression turbulenter Magnetfelder zusammen mit dem molekularen Gas erklärt werden, während das ausgerichtete Magnetfeld an das diffuse Gas gekoppelt ist und nicht komprimiert wird - es vermeidet die Stoßfront. Die magnetische Energiedichte reicht aus, um die Strömung des diffusen Gases zu beeinflussen. Damit wurde zum ersten Mal gezeigt, dass Magnetfelder großräumige Gasströmungen beeinflussen können.

Die "Sombrero"-Galaxie M 104 (NGC 4594) ist eine frühe Spiralgalaxie vom Typ Sa mit einem riesigen Halo und deutlichen Staubstreifen. Unsere Bolometerbeobachtungen dieser Galaxie im submm-Bereich mit dem Heinrich-Hertz-Teleskop (HHT) bei 345 GHz zeigen, dass die Menge kalten Staubes - trotz des prominenten Staubstreifens - in dieser Galaxie

geringer ist als in anderen Spiralen späteren Typs. Messungen der gesamten und linear polarisierten Radiokontinuumsstrahlung bei 8,4 GHz und 4,8 GHz mit dem 100-m-Teleskop Effelsberg und dem VLA zeigen erstmalig ausgedehnte polarisierte Emission und damit ein großräumiges Magnetfeld in M104. Dies ist unserer Kenntnis nach die im Radiobereich erste Entdeckung eines Magnetfeldes in einer Sa-Galaxie. Die Ausrichtung des Magnetfeldes ist hauptsächlich parallel zur Galaxienscheibe und hat mit größeren Abständen von der Scheibenmitte zunehmend vertikale Komponenten.

Hohe Radio-Polarisation am Rand von Galaxienscheiben sind ein starker Hinweis auf die Kompression von Magnetfeldern durch Wechselwirkungen, entweder zwischen Galaxien oder zwischen einer Galaxie und dem umgebenden intergalaktischen Medium. Zur detaillierten Untersuchung solcher Effekte wurde eine Kartierung der polarisierten Radiostahlung von Galaxien im Virgo-Haufen begonnen. Bei nahezu allen Objekten wurde asymmetrisch verteilte Polarisation festgestellt, während die gesamte Radioemission unauffällig ist.

Das Lokale Universum

Mit einer neuen unabhängigen Stichprobe von Galaxien, dem Katalog flacher (“edge-on”) Galaxien (Karachentsev et al.) und einer verallgemeinerten Tully-Fisher-Methode wurde versucht, die großräumigen Strömungen im Hubble-Fluss abzuleiten. Diese Beziehung hat eine relativ geringe Streuung, wenn Infrarot-Helligkeiten aus dem “2 Micron All Sky Survey” (2MASS) Katalog verwendet werden. Die Auswahl von “flachen” Galaxien (Achsenverhältnis > 7) selektiert späte Spiralgalaxien vom Typ Sbc bis Scd, die reich an Gas (H I) und daher ideale Objekte für H I-Beobachtungen zur Bestimmung der Radialgeschwindigkeit und der Linienbreite sind, die mit dem Effelsberger und anderen Radioteleskopen durchgeführt wurden. Die NIR-Helligkeiten und die H I-Linienbreiten (bzw. maximale Rotationsgeschwindigkeiten aus H α -Beobachtungen) der Galaxien liefern über die verallgemeinerte Tully-Fisher-Beziehung die Entfernungen der Galaxien und damit einen Wert für die dem gleichmäßigen Hubble-Fluss entsprechende Radialgeschwindigkeit. Die Differenz aus dieser Modellgeschwindigkeit und der beobachteten Radialgeschwindigkeit der Galaxien liefert dann die Abweichung vom Hubble-Fluss. Unsere Analyse der Stichprobe von 2400 “flachen” Galaxien (RFGC und 2MASS) führt zu einer Amplitude der pekuliären Geschwindigkeit von $199 \pm 37 \text{ km s}^{-1}$ in Richtung auf $l=290^\circ \pm 11^\circ$, $b=+1^\circ \pm 9^\circ$. Die Amplitude der Bewegung nimmt mit der Entfernung ab. Vermutlich sind etwa 60% dieser Bewegung innerhalb von $z=0,03$ durch große Massekonzentrationen verursacht.

Pulsare

Die “Timing”-Messungen an ca. 30 Pulsaren wurden im monatlichen Rhythmus weitergeführt. Ebenfalls wurde die Suche nach neuen (Millisekunden-) Pulsaren bei hohen galaktischen Breiten in der nördlichen Hemisphäre bei 1,4 GHz fortgesetzt.

Ergänzende Messungen der “Giant”-Pulse des Krebspulsars wurden bei 8,35 GHz mit dem Radioteleskop in Effelsberg durchgeführt. Dabei wurden Charakteristika des Burst-Verhaltens der “Giant”-Pulse-Emission sehr deutlich. Während der Burst-Zeiten ist für jede Umdrehung des Neutronensterns ein “Giant”-Puls sichtbar.

Für die Pulsare B0628–28 und B1929+10 wurden die Pulsphasen der XMM-Röntgenbeobachtungen mit denen der Radioprofile aus Effelsberg-Messungen verglichen. Dabei wurden Phasenunterschiede von ca. 40% der entsprechenden Rotationsperiode festgestellt, wobei der Radiopuls zeitlich vor dem Röntgenpuls beobachtet wird.

Personal: R. Beck, E.M. Berkhuijsen, E. Fürst, W. Huchtmeier, A. Jessner, B. Klein, M. Krause, L. La Porta, P. Reich, W. Reich, F. Tabatabaei, R. Wielebinski, M. Wolleben, mit

R.J. Dettmar, V. Heesen (Univ. Bochum), M. Dumke (ESO), W. Becker (MPE Garching), H. Lesch (LMU München), B. Vollmer (CDS Strasburg), C. Chyzy, J. Knapik, K. Otmianowska-Mazur, M. Soida, M. Urbanik, M. Wezgowiec (Univ. Krakau), C. Balkowski, V. Cayatte (Obs. Paris), C. Burigana, E. Carretti, S. Poppi (INAF-IASF Bologna),

M. Ehle (ESA Villafranca), M. Kramer, A. Lyne (Jodrell Bank), A. Fletcher, A. Shukurov, A. Snodin (Univ. Newcastle), D. Moss (Univ. Manchester), D. Sokoloff (Univ. Moskau), P. Frick, I. Mizyova, I. Patrickeyev (Perm), I.D. Karachentsev, A. Makarov, S.N. Mitronova (Spec. Astrophys. Obs.), V.E. Karachentseva, Yu.N. Kudrya (Astron. Obs., Kiev Univ.), T. Foster, R. Kothes, T. Landecker, B. Uyaniker (DRAO Penticton), B. Gaensler (CfA Cambridge), S. Laine (Caltech Pasadena), J.C. Testori (IAR Villa Elisa), A. Wolszczan (Penn State Univ.), D. Mitra (NCRA-TIFR Pune), J.L. Han, W. Shi, X.H. Sun, L. Xiao, J.W. Xu (Beijing Obs.).

4.3 Infrarot–Astronomie, Theorie

Junge Sterne

Mit den interferometerischen Instrumenten AMBER und MIDI am Very Large Telescope-Interferometer (VLTI) der ESO wurden Beobachtungen junger Sterne im nahen und mittleren Infrarot-Band durchgeführt.

Die Verteilung des zirkumstellaren Staubes um den Herbig Ae-Stern HR 5999 wurde mit MIDI detailliert untersucht. Die charakteristische Größe der 10 μm -Emission beträgt 5 – 15 mas, entsprechend $\approx 1 - 3$ AU. Die Modellierung der MIDI-Visibilities mit Hilfe von 2D-Strahlungstransportrechnungen ergab, dass ein Modell einer relativ dicken zirkumstellaren Scheibe mit einem Aussenrand bei $R = 2,7$ AU, die unter einem Inklinationwinkel von etwa 60° gesehen wird, gut mit den Messdaten übereinstimmt. Eine mögliche Erklärung, warum die Scheibe so kompakt ist, bietet die Hypothese eines engen Doppelsternbegleiters um HR 5999, der die Aussenbereiche der Scheibe durch gravitative Wechselwirkung dissipiert hat.

Die zirkumstellare Umgebung des Herbig Be Sterns MWC 297 konnte mit AMBER im nah-infraroten K -Band räumlich aufgelöst werden. Die Analyse der spektral dispergierten interferometrischen Daten ergab, dass die Visibility in der $\text{Br}\gamma$ -Emissionslinie signifikant kleiner ist als im benachbarten Kontinuum. Diese Wellenlängenabhängigkeit der Visibility zeigt, dass das Objekt in der $\text{Br}\gamma$ -Emissionslinie etwa 40% größer erscheint als im Kontinuum. Ein Modell einer optisch dicken zirkumstellaren Scheibe, die von einem ausgedehnten stellaren Wind umgeben ist, kann diese Ergebnisse gut erklären.

Im Rahmen des “Chandra Orion Ultradeep Project” wurden die Röntgeneigenschaften der jungen Sterne im Orion-Nebel detailliert untersucht. Mehr als 97% der fast 600 bekannten T Tauri-Sterne im untersuchten Gebiet wurden im Röntgenbild entdeckt. Es zeigte sich unter anderem, dass die T Tauri-Sterne *nicht* der bei Hauptreihensternen beobachteten Relation zwischen Röntgenaktivität und Rotation folgen. Dies impliziert fundamentale Unterschiede in den Dynamoprozessen der jungen Sterne im Vergleich zu den älteren Feldsternen. Ein weiteres wichtiges Ergebnis ist der Befund, dass aktiv akkretierende T Tauri-Sterne systematisch geringere Röntgenleuchtkräfte als nicht-akkretierende T Tauri-Sterne zeigen. Eine mögliche Erklärung dieses Effekts könnte eine durch den Akkretionsprozess bedingte Änderung der koronalen Magnetfeld-Topologie sein. Von neun der spektroskopisch identifizierten jungen braunen Zwerge (Spektraltypen M6 bis M9) im Orion-Nebel wurde Röntgenemission entdeckt. Ihre Röntgeneigenschaften sind sehr ähnlich zu denen sehr massearmer junger Sterne und auch älteren Feldsternen mit vergleichbaren Effektivtemperaturen. Die magnetische Aktivität dieser Objekte wird somit nicht (so sehr) von ihrer Masse, sondern hauptsächlich von ihrer Effektivtemperatur bestimmt.

Sterne in späten Entwicklungsphasen

Im Jahr 2005 wurden einerseits Speckle-Interferometrie-Messungen von entwickelten Sternen analysiert, die mit dem 6 m-Teleskop des Special Astrophysical Observatory (SAO) mit beugungstheoretischer Auflösung bei nahinfraroten Wellenlängen durchgeführt wurden. Zum anderen wurden entwickelte Sterne mit dem MIDI- und dem AMBER-Interferometrie-Instrument des VLTI untersucht.

Mit Hilfe von speckle-interferometrischen K' -Band-Messungen am SAO 6 m-Teleskop kann-

te die zirkumstellare Staubhülle des sauerstoffreichen OH/IR-Sterns OH 26.5+0.6 aufgelöst werden. In Kombination mit zusätzlichen Beobachtungsdaten verschiedener Epochen ermöglichten diese Messungen die Entwicklung eines zeitabhängigen Strahlungstransportmodells dieses variablen Sternes. Unserem phasen-abhängigen Modell zufolge variiert der bolometrische Fluss von OH 26.5+0.6 etwa um einen Faktor 4 zwischen Minimum- und Maximum-Phase. Aufgrund der Variabilität steigt die Effektivtemperatur des Zentralsterns von 2000 K auf etwa 3000 K zwischen Minimum- und Maximum-Phase, während der Radius des Sterns zur gleichen Zeit von etwa 750 auf 850 R_{\odot} anschwillt. Mit dem erhöhten Energieausstoß des Sterns geht dabei eine Verschiebung des Innenrandes der zirkumstellaren Staubhülle von 10 auf 27 Sternradien einher. Die Massenverlustrate steigt dabei von 3×10^{-5} auf $1.2 \times 10^{-4} M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$.

Einen weiteren wichtigen Schwerpunkt der Arbeit der Gruppe auf dem Gebiet der entwickelten Sterne stellen die Analysen von Beobachtungen dar, die mit dem MIDI-Instrument des VLTI in Chile aufgenommen wurden. MIDI ist ein 2-Teleskop-Strahlvereinigungsinstrument, das im mittleren Infrarot-Spektralbereich zwischen 8 und 13 μm operiert und seit Mitte 2003 in regulärem Betrieb arbeitet. Aufgrund spektraler Dispersion des interferometrischen Signals mittels Prisma bzw. Gitter liefert MIDI als Observable neben dem Spektrum zwischen 8 und 13 μm die Visibility als Funktion der Wellenlänge in diesem Wellenlängenbereich und damit letztlich die Wellenlängenabhängigkeit des scheinbaren Durchmessers eines Objektes.

In 2005 hat die Arbeitsgruppe eine Reihe von entwickelten Sternen mit VLTI/MIDI untersucht, darunter den Mira-Stern RR Sco, den B[e]-Stern CPD-57° 2874 sowie den Silikat-Kohlenstoff-Stern IRAS 08002-3803. Durch zeitliche Koordination der MIDI-Beobachtungen von CPD-57° 2874 mit Beobachtungen mit dem Nahinfrarot-Strahlvereinigungsinstrument AMBER des VLTI (s.u.) konnte gezeigt werden, dass die zirkumstellare Hülle um diesen B[e]-Stern bei einer Wellenlänge von 10 μm etwa 5 mal größer erscheint als im Nahinfrarot-Kontinuum. Im Falle von IRAS 08002-3803, der sich einerseits durch eine kohlenstoffreiche Photosphäre, andererseits jedoch durch eine sauerstoffreiche Staubzusammensetzung in seiner zirkumstellaren Scheibe auszeichnet, wurden basierend auf den MIDI-Messungen Strahlungstransport-Modellierungen mit unserem eigenen Monte-Carlo-Code durchgeführt. Unseren Modellen zufolge können die MIDI-Messungen mit einer allein aus Silikaten zusammengesetzten Staubchemie der zirkumstellaren Scheibe nicht erklärt werden. Eine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen den Beobachtungen und den Modellen kann nur dann erreicht werden, wenn neben den Silikaten noch eine weitere Staubkomponente wie etwa amorpher Kohlenstoff oder metallisches Eisen in den Modellen berücksichtigt wird.

VLTI/AMBER

AMBER ist ein Phase-Closure-Instrument, das mit 3 Teleskopen im Nahinfrarot (*J*-, *H*- und *K*-Band) arbeitet und bei dem bei einer Wellenlänge von 1 μm mit Basislinien von bis zu 200 Metern eine Winkelauflösung von 1 mas (Millibogensekunde) erzielt werden kann. Die Glasfaseroptik des AMBER-Instruments erlaubt die präzise Messung von Visibilities und Closure Phases. Die spektral dispergierten Interferogramme ermöglichen darüberhinaus die differentielle Messung von Visibilities bei verschiedenen Wellenlängen. Nach der erfolgreichen Installation des AMBER-Instruments am VLTI auf dem Cerro Paranal in Chile im Jahr 2004 wurden 2005 eine Reihe von technischen Messreihen durchgeführt, bei denen beispielsweise die verschiedenen spektralen Modi von AMBER erfolgreich getestet wurden. Insbesondere gelangen die ersten Messungen mit einer spektralen Auflösung von 10 000.

Neben diesen technischen Messungen konnten im Jahr 2005 auch eine Reihe von wissenschaftlichen Daten mit AMBER gewonnen werden. Es wurden dabei unter anderem die *K*-Band-Beobachtungen des jungen Sterns MWC 297, des B[e]-Sterns CPD-57° 2874 und des massereichen Sterns η Car analysiert. Die Daten von η Car stellen dabei die ersten AMBER-Messungen mit hoher spektraler Auflösung dar. Diese hohe Auflösung von

$R = 10\,000$ ermöglichte dabei die gleichzeitige Aufzeichnung von 20 spektralen Kanälen innerhalb der prominenten Br γ - und He I-Emissionslinien.

LINC-NIRVANA

Ein weiterer IR-Interferometrie-Schwerpunkt in der Gruppe ist derzeit die Mitarbeit am Bau des LINC-NIRVANA-Interferometrie-Instruments für das Large Binocular Telescope (LBT), bei dem das einfallende Licht der beiden 8,4-m-Spiegel des LBT nach dem Fizeau-Prinzip zur Interferenz gebracht wird. LINC-NIRVANA operiert im optischen und nahinfraroten Spektralbereich zwischen 0,5 und 2,4 μm und zeichnet sich u.a. durch ein großes Bildfeld ($\approx 10''$), eine hohe Sensitivität (Grenzhelligkeit im J -Band $m_J \approx 25$) sowie eine sehr gute Abdeckung der (u, v) -Ebene aus. Das Instrument wird Bilder mit einer Auflösung liefern, die der Beugungsgrenze eines 22,8-m-Teleskops entspricht. Die Arbeiten am endgültigen Hardware- und Software-Design des Instrumentes konnten im Juli 2005 erfolgreich zum Abschluß gebracht werden.

Unsere Gruppe steuert für LINC-NIRVANA sowohl den im nahinfraroten Spektralbereich operierenden Fringe-Tracker-Detektor als auch die wissenschaftliche Datenreduktionssoftware bei. Einen Schwerpunkt der Aktivitäten der Gruppe in Bezug auf LINC-NIRVANA bildeten im Jahre 2005 die Fertigstellung des endgültigen Designs des Fringe-Tracker-Detektors sowie die Konzeption des Software-Frameworks für die Datenreduktionssoftware. Desweiteren wurden die im Jahr 2004 begonnenen Computer- und Laborsimulationen weitergeführt, die darauf abzielen, bestehende Bildrekonstruktionsalgorithmen auf ihre Eignung für die Verarbeitung von LINC-NIRVANA-Rohdaten zu testen als auch neuartige problem-angepasste Algorithmen für LINC-NIRVANA zu entwickeln.

Aktive Galaktische Kerne

Der Kern der Seyfert 2-Galaxie NGC 1068 war das Ziel der ersten interferometrischen Messungen eines solchen Kerns mit langen Basislinien im nahen und mittleren infraroten Wellenlängenbereich.

Mit zwei 8,2-m-Teleskopen des VLTI und dem Instrument VINCI wurden erste Visibility-Messungen im K -Band von NGC 1068 gewonnen. Bei einer Basislinie von 46 m ergab sich eine Visibility von etwa 0,4. Die Kombination mit früheren Bispektrum-Speckle-Interferometrie-Messungen legt eine klumpige Struktur des Torus nahe, bei der Substrukturen kleiner als 3 mas (0,2 pc) in einer 18×39 mas großen Kernkomponente der Speckle-Beobachtungen enthalten sind. Die K -Band Emission stammt entweder von einzelnen Wolken innerhalb des Torus, oder ist Strahlung des unmittelbaren Kerns, die nur wenig abgeschwächt wird. Beide Möglichkeiten sind bei einer klumpigen Torus-Struktur gegeben.

NGC 1068 wurde als erstes extragalaktisches Objekt erfolgreich mit MIR-Interferometrie aufgelöst. Die Beobachtungen wurden mit dem Instrument MIDI des ESO-VLT-Interferometers im 8 – 13 μm Wellenlängenbereich durchgeführt. Die Daten können im Rahmen eines Zwei-Komponenten-Modells interpretiert werden. Eine warme (320 K) und $2,1 \times 3,4$ pc große elliptische Staubstruktur umgibt eine kleinere und heißere Komponente. Die Spektren des totalen und der korrelierten Flüsse zeigen die charakteristische, breite Signatur von Silikat-Absorption bei $\approx 10 \mu\text{m}$.

Die $2,1 \times 3,4$ pc Komponente der MIR-Beobachtungen ebenso wie die $1,3 \times 2,8$ pc (18×39 mas) Kernkomponente der Speckle-Untersuchungen können als die heiße Innenseite eines zirkumnuklearen Staubtorus interpretiert werden. Strahlungstransportrechnungen zeigen, dass die beobachteten Strukturen mit den Erwartungen für einen klumpigen Torus übereinstimmen.

Die durchgeführten interferometrischen Messungen werden mit Strahlungstransport-Simulationen von klumpigen Staubtori verglichen. Als Grundlage dient ein dynamisches Modell für die Eigenschaften und die Verteilung von einzelnen Wolken in zirkumnuklearen Tori. Die Simulationen des Strahlungstransports erlauben es, sowohl Eigenschaften des Torus als auch die Leuchtkraft des Kerns einzugrenzen. Die Kernleuchtkraft entspricht dabei

etwa der Eddington-Leuchtkraft des zentralen Schwarzen Lochs. Sowohl die Inklination des Torus, als auch die Zusammensetzung des Staubs können bestimmt werden.

Hochenergie-Astrophysik

Die Arbeit der Hochenergie-Astrophysik-Theoriegruppe hat sich auf mehrere Gebiete erstreckt: Hier beschreiben wir drei Aspekte:

Die Ausbreitung von Teilchen der höchsten Energien, und verschiedener chemischer Elemente durch einen magnetischen, aber irregulären Galaktischen Wind ergibt eine klare Trennung verschiedener Elemente in ihrer Ankunftsverteilung, für verschiedene Modelle des Galaktischen Magnetfeldes. Es wurden auch Modelle für solche Winde entwickelt.

In der Teilchenphysik erforscht man die Möglichkeiten der Physik in höheren Dimensionen: Bei der Verschmelzung zweier Schwarzer Löcher ergibt sich dabei die eine Verkürzung der Lebensdauer, so daß solche Teilchen zerfallen, die ansonsten stabil waren. Durch die Struktur der Metrik zerfallen die Teilchen bevorzugt in der Richtung der Spinachse des sich am Ende ergebenden Schwarzen Loches. Sie erzeugen so einen Strahl hochenergetischer Teilchen.

Die Option der Erklärung der dunklen Materie als sterile Neutrinos von etwa 10 keV erlaubt auf einen Schlag eine Erklärung des extremen Pulsarkicks bei der Supernova-Explosion, des frühen Wachstums stellarer Schwarzer Löcher, und der Eigenschaften der kosmologischen Struktur. Beim Zerfall dieser sterilen Neutrinos ergeben sich keV-Photonen, die den Ionisationsgrad im frühen Universum leicht erhöhen, und so die Bildung von molekularem Wasserstoff stark begünstigen. Dadurch können sich Sterne schon bei hoher Rotverschiebung bilden.

Personal: L. Ancu, M. Berger, P. Biermann, G. Bisnovaty-Kogan, S. Casanova, S. Chita, C. Condeescu, V. Curtef, A. Curutiu, I. Dutan, T. Driebe, M. Eberhardt, S. Gong, S. Ghosh, K.-H. Hofmann, C. Karow, T. Kellmann, T. Kneiske, G. Krishna, H. Lee, I. Maris, S. Markoff, A. Meli, S. Moiseenko, F. Munyaneza, K. Ohnaka, T. Preibisch, D. Riechers, R. Roman, D. Schertl, K. Smith, O. Tascau, F. Tabatabaei, V. Tudose, R. Ulrich, G. Weigelt, mit U. Klein (Univ. Bonn), J. Becker, W. Rhode (Univ. Dortmund), W. Duschl, M. Scholz (Univ. Heidelberg), T. Herbst, M. Kürster, H.-W. Rix, T. Henning (MPIA Heidelberg), G. Schäfer (Univ. Jena), H. Blümer, R. Engel (FZ Karlsruhe), A. Eckart, T. Bertram, C. Straubmeier (Univ. Köln), A. Richichi, G. Pugliese (ESO, München), T. Enßlin (MPA, München), H. Zinnecker (AIP, Potsdam), K.-H. Kampert (Univ. Wuppertal), T. Kneiske, K. Mannheim (Univ. Würzburg),

Y. Balega, I. Balega (SAO, Nizhnij Arkhyz), A. Men'shchikov (Univ. Halifax), D. Mourard, O. Chesneau, P. Stee, F. Vakili (CERGA, Grasse), R. Petrov (Univ. Nizza), F. Malbet, D. Fraix-Burnet (Univ. Grenoble), L. Testi, A. Marconi (Arcetri), R. Foy (Univ. Lyon), P. Mathias (Univ. Nice), P. Stee (OCA), R. Waters, V. Tudose (Univ. Amsterdam), B. Yudin (Sternberg Institut, Moskau), R. Ragazzoni (Arcetri), G. Herbig (Univ. Hawaii), E. Feigelson (Penn State), R. Protheroe (Univ. Adelaide), A. Donea (Monash Univ., Melbourne), Y. Wang (Purple Mountain Obs.), G. Bisnovaty-Kogan, S. Moiseenko (SRI, Moskau), D. Bosanac (Univ. Zagreb), H. Falcke, C. Galea (Nijmegen), N. Langer (Univ. Utrecht), L. Gergely (Univ. Szeged), D. Hasegan, M. Rusu, M. Stavinschi, S. Stoica, A. Vasile (Univ. Bukarest), H. Kang (Pusan Nat. Univ.), M. Kaufman, G. Romero (Univ. La Plata), G. Krishna (NCRA, Pune), P. Kronberg (Univ. Toronto, Kanada), G. Medina-Tanco (Univ. Sao Paolo), B. Nath (Raman Res. Inst., Bangalore), K. Petrovay (Univ. Budapest), S. Ter-Antonyan (Univ. Erewan), R. Roman (Observatory, Cluj-Napoca), D. Ryu (Nat. Univ., Daejeon), N. Sanchez, H. de Vega, G. Sigl (Paris), E.-S. Seo, R. Sina (Univ. Maryland), T. Stanev (Bartol Res. Inst., Newark), E.-J. Ahn (Univ. Chicago), S. Westerhoff (Columbia Univ.), P.J. Wiita (Univ. Georgia).

5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

5.1 Diplomarbeiten

Abgeschlossen:

- Bogdan, A.: Imaging of high energy cosmic rays in the arrival sky, for different chemical elements. Univ. Budapest 2005.
- Caramete, L.: The magnetic field topology in magnetic galactic winds. Univ. Bukarest 2005.
- Hahn, J. Aufbau und Inbetriebnahme eines Amplitudenentzerrers für eine analoge Zwischenfrequenzübertragungsstrecke über Koaxialkabel. Koblenz 2005.
- Hieret, C. O.: Absorption studies along the line of sight towards SGR B2(M). Bonn 2005.
- Isar, P.-G.: The radio emission from cosmic ray airshowers. Univ. Bukarest 2005.
- Johannes, W.: Entwicklung und Bau eines Comblin-Filter für die Satellitentechnik. FH Bonn-Rhein-Sieg 2005.
- Roman, S.: The cosmic ray contribution from cosmologically local black holes. Univ. Cluj-Napoca 2005.
- Schmitz, A.: Aufbau und Charakterisierung eines Zwei-Farben Diodenlasers. Bonn 2005.

Laufend:

- Csengeri, T.: Accretion power and jet-power of Active Galactic Nuclei. Univ. Budapest.
- Ileşoi, I.: Observations of galactic winds. Univ. Cluj-Napoca.
- Kramer, D.: Vergleich und Aufbau von quadratischen Detektoren für den Millimeterwellenbereich.
- Pavalas, G.: Energetics and Structure of AGN Jets.
- Păduroiu, S.: Dark matter accretion to Black holes. Univ. Bukarest.
- Popescu, T.: Selfgravitating systems. Univ. Bukarest.
- Roselt, B.: Water megamasers in the accretion disk of NGC 4258.
- Saad, H.: Konstruktion eines Transportwagens für den GREAT-Empfänger.
- Stasielak, J.: The first stars and dark matter. Univ. Krakau.

5.2 Dissertationen

Abgeschlossen:

- Böttner, C.: Dense Cores in Galactic Cirrus Clouds. Bonn 2005 (RAIUB, IMPRS).
- Kadler, M.: Compact Radio Cores in AGN: The X-ray Connection. Bonn 2005 (IMPRS).
- Kilbinger, M.: Cosmological Parameters from Second- and Third-Order Shear Statistics. Bonn 2005 (IAEP, IMPRS).
- Klein, B.: Die Suche nach hochdispergierten Radio-Pulsaren in Richtung des Galaktischen Zentrums. Bonn 2005.
- Wolleben, M.: The low-resolution DRAO survey of polarized emission at 1.4 GHz. Bonn 2005 (IMPRS).

Laufend:

- Angelakis, E.: Elimination of a major fraction of fore-ground sources in the CBI field (IMPRS).
- Aravena, M.: Structure formation in the Early Universe. (RAIUB, Univ. Bonn, IMPRS).
- Becker, J.: The neutrino emission from the cosmic population of GRBs (Univ. Dortmund).
- Bernhart, S.: Structure and Kinematics in VLBI Jets.
- Caramete, L.: Magnetic Galactic Winds and the propagation of high energy cosmic rays.
- Castangia, P.: H₂O masers in bright FR II and FIR Galaxies. Cagliari University.
- Dietrich, J.P.: Combined X-ray and weak lensing detection of galaxy clusters. (IAEF, Univ. Bonn, IMPRS).

- Duřan, I.: The efficiency of relativistic jets emanating from spinning black holes (IMPRS).
 Erni, P.: The intergalactic medium. (IAEF, Univ. Bonn, IMPRS).
 Forbrich, J.: Interstellar Magnetic Fields (IMPRS).
 Gabányi, K.E.: High Resolution Studies of scatter-affected Quasars (IMPRS).
 Ghosh, S.: The connection of jets to disks.
 Haroyan, L.: Monte-Carlo Simulationen der PeV Luftschauber.
 Heesen, V.: On the Cosmic Ray Population in the Starburst Galaxy NGC253 (Univ. Bochum).
 Hieret, C.: Submillimeter studies of high mass star forming regions (IMPRS).
 Hönig, S.: Infrarot-Interferometrie von AGN und Staubtorus-Modellierung.
 Horneffer, A.: Design and operation of digital radio antennas for measuring low-frequency radio emission from cosmic ray air showers.
 Impellizeri, V.: Molecular absorption in the cores of Active Galactic Nuclei.
 Isar, P.-G.: Gamma Ray Emission from Active Galactic Nuclei.
 Jethava, N.: Superconducting bolometers and radio spectroscopy of distant gravitational lenses (IMPRS).
 Kauffmann, J.: Probing the Structure of Star-Forming Molecular Clouds (IMPRS).
 Kellmann, T.: Neutrino und Ultrahigh Energy Cosmic Ray-Production in Active Galactic Nuclei.
 Kim, H.: The topology of interstellar magnetic fields.
 Kraus, S.: Infrarot-Interferometrie von jungen Sternen (IMPRS).
 Kudryavtseva, N.: Investigation of the central regions of AGN (IMPRS).
 La Porta, L.: A synchrotron emission template for the Planck satellite (IMPRS).
 Lee, H.: The topology of interstellar magnetic fields.
 Lee, S.S.: Imaging and Analysis with 86GHz VLBI surveys of extragalactic radio sources.
 Marchili, N.: Time-variability analysis of radio sources (IMPRS).
 Mao, R.: Study of Molecular Spectra in Massive Star Forming Regions.
 Meyer, L.: Simulation of the flares of Sgr A* (Univ. Köln, IMPRS).
 Mittal, R.: Multifrequency VLBI Observations of Gravitational Lenses (IMPRS).
 Mikulics, M.: Entwicklung von LTGaAs Fotomischern zum Einsatz auf SOFIA.
 More, A.: Investigations of strong gravitational lenses using radio interferometry (IMPRS).
 Mužiř, K.: Infrared observations of the Galactic centre (Univ. Köln, IMPRS).
 Nord, M.: The APEX Sunyaev-Zeldovich Survey (RAIUB, IMPRS).
 Pagels, A.: Millimeter VLBI Monitoring of bright Radio Sources.
 Pillai, T.: Molecular observations of infrared dark clouds (IMPRS).
 Pineda, J.: C I measurements in metal-poor environments (RAIUB, IMPRS).
 Schrabback-Krahe, T.: Cosmic shear with ground- and space-based telescopes (IAEF, IMPRS).
 Siebe, F.: Optimierung von Fotomischern für den Einsatz in Terahertz-Lokaloszillator-Quellen.
 Tabatabaei, F.: New methods for the separation of thermal and nonthermal radio emission in galaxies (IMPRS).
 Voř, H.: The Nature of the Far-Infrared/Millimeter Background Population. (RAIUB, Univ. Bonn, IMPRS).
 Wang, M.: Star formation in the Milky Way and in External Galaxies. Purple Mountain Observatory, China.
 Westermann, S.: Infrarot-Interferometrie von jungen Sternen.
 Xu, Y.: Extragalactic H₂O masers and X-ray absorbing column densities.
 Zhang, J.: Star formation in NGC 6334.

5.3 Habilitationen

- Massi, M.: Introduction to the astrophysics of microquasars. Bonn 2005.

6 Tagungen, Kooperationen, Öffentlichkeitsarbeit

6.1 Tagungen und Veranstaltungen

Das Institut führte gemeinsam mit den Astronomischen Instituten der Universität Bonn im Berichtsjahr 39 Hauptkolloquien und zusätzlich 35 Sonderkolloquien, 3 Technische Kolloquien, 7 Informelle Kolloquien, und 8 Lunch-Kolloquien durch.

Vom 1. bis 3. März wurde von RadioNet “The First Software Forum Meeting” in Jodrell Bank/England veranstaltet (A. Roy, Chair).

Das ENIGMA Mid Term Review meeting fand am 9. März am MPIfR Bonn statt (S. Britzen, mit S. Wagner, LSW Heidelberg).

Das erste Frühjahrstreffen der IMPRS erfolgte vom 10. bis 13. Mai in Braunfels/Lahn (E. Ros).

Eine Begegnung von Wissenschaftlern und Künstlern unter dem Titel “Science and Art in Europe 2005 - Highlights in Astronomy” fand vom 22. bis 24. Mai in Berlin statt (R. Wielebinski).

Ein eintägiger Workshop des European VLBI Network Technical and operations Group wurde am 1. Juli in Onsala/Schweden veranstaltet (W. Alef).

Die Konferenz “The origin and evolution of cosmic magnetism” fand vom 29. August bis 2. September in Bologna/Italien statt (R. Beck, Co-Chair).

Eine chinesisch-deutsche Konferenz unter dem Titel “Cosmos probed by Radio” fand vom 7. bis 14. September in Kashi und Urumqi/China statt (R. Wielebinski, A. Zensus).

Der Splinter Workshop “LOFAR” wurde im Rahmen der Herbsttagung der Astronomischen Gesellschaft am 28. und 29. September in Köln abgehalten (R. Beck).

Board Meetings von RadioNet, EVN und JIVE wurden vom 28. bis 30.11. im Institut in Bonn veranstaltet (A. Zensus, E. Ros).

6.2 Kooperationen

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

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

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

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

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

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

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

Zum LOFAR-Projekt in Deutschland wurde GLOW (German Long Wavelength Konsortium) gegründet, an dem bislang 14 Institute beteiligt sind.

Der SFB 494 der DFG (“Die Entwicklung der Interstellaren Materie: Terahertz-Spektrosko-

pie im Weltall und Labor“) läuft in Zusammenarbeit mit den Univ. Köln und Bonn (K.M. Menten: Leiter des Projektbereichs “Zyklen des Interstellaren Mediums”).

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

In Zusammenarbeit mit der ESO und den Universitäten Nizza, Grenoble und Florenz ist die Infrarotkamera AMBER für das VLTI entwickelt worden (G. Weigelt).

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

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

Das Institut ist seit 2004 wesentlich beteiligt am “RadioNet”, einer engen Zusammenarbeit von zwanzig europäischen Instituten unter dem Dach des 6. Forschungsprogramms der Europäischen Gemeinschaft.

Insgesamt umfasst die EU-Förderung des RadioNet folgende Projekte mit Beteiligung des Instituts :

- Trans National Access (TNA): ein Programm zur Verbesserung der Beobachtungsmöglichkeiten europäischer Wissenschaftler mit dem 100-m-Radioteleskop (R. Schwartz).
- ALBUS: ein Programm zur Entwicklung von VLBI-Software (W. Alef).
- AMSTAR: ein Programm zur Entwicklung von Instrumentation im mm- und submm-Bereich (R. Güsten).
- Engineering Forum – eine Zusammenarbeit in Fragen der Entwicklung von Instrumenten (R. Keller, W. Alef).
- Software Forum – ein Programm zur Entwicklung von Kalibrationssoftware der nächsten Generation für Beobachter (A. Roy).
- Synergy Group – zur Schaffung eines einheitlichen Zugangs zu europäischen Beobachtungsinstrumenten (A. Polatidis, R. Schwartz).

Europäisches TMR-Netzwerkprogramme:

- ANGLES: Erforschung von Gravitationslinsen (R. Porcas, W. Alef, E. Ros).
- ENIGMA: Multifrequenz-Untersuchung von Variabilität in AGK (A. Witzel, S. Britzen, T. Krichbaum, A. Zensus).

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

“SKA Design Study” (SKADS). “Simulation of the polarized radio sky”, Teilprojekt, zusammen mit Cambridge/UK (R. Beck und W. Reich)

EXPRES - die Realisierung von eVLBI in Europa. Dazu der Bau einer schnellen Datenleitung zwischen Bonn und Effelsberg (W. Alef).

Im SOKRATES-Programm der EU bestehen eine Reihe von Kooperationen mit den Universität Bonn und den Universitäten Ljubljana, Krakau, Szeged, Budapest, Cluj-Napoca und Bukarest (P.L. Biermann).

Im CJF-Projekt (“CalTech-Jodrell Bank flat-spectrum sources”) gibt es eine Kollaboration mit JIVE, Jodrell Bank, CIT und NRAO (S. Britzen).

Die 2 cm-Kollaboration umfasst neben dem MPIfR noch CalTech, NFRA und NRAO (T. Arshakian, M. Kadler, A. Lobanov, E. Ros, A. Zensus).

Bzgl. Modellrechnungen von Binären Schwarzen Löchern wird mit dem IAP in Paris zusammengearbeitet (S. Britzen, A. Lobanov, A. Witzel, A. Zensus).

CMB (Untersuchung der Mikrowellen-Hintergrundstrahlung) ist ein Kollaboration mit Caltech und Universidad de Concepción (E. Angelakis, A. Kraus, T. Krichbaum, A. Witzel, A. Zensus).

Das Forschungsziel der Partnergruppe der MPG am National Observatory Beijing (Prof. J.L. Han) ist die Erstellung eines Kontinuum- und Polarisations surveys bei 5 GHz und die Untersuchung von Magnetfeldern in unserer Milchstraße unter Einbeziehung des 25-m-Radioteleskops in Urumqi (E. Fürst, P. Reich, W. Reich, R. Wielebinski).

Ein galaktischer Polarisations survey bei 1,4 GHz wird am 26-m-Radioteleskop des DRAO in Penticton (Kanada) erstellt. (E. Fürst, P. Reich, W. Reich, R. Wielebinski).

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

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

Die Beobachtung und Analyse von NH₃-Spektren extragalaktischer Kernregionen mit Effelsberg, dem ATCA und dem VLA erfolgt zur Bestimmung der kinetischen Temperaturen des dichten interstellaren Mediums (C. Henkel, K. Menten).

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

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

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

DFG-Projekt "Magnetized ISM probed by radio emission", zusammen mit ICMM Perm, Russland und der University of Newcastle/UK (R.Beck (PI), E.M.Berkhuijsen, M.Krause, W.Reich, R.Wielebinski).

6.3 Öffentlichkeitsarbeit

Im Besucherpavillon, direkt am Standort des 100-m-Radioteleskops, wurden von April bis Oktober 407 einstündige Informationsveranstaltungen mit insgesamt 9800 Teilnehmern für sehr unterschiedliche Besuchergruppen durchgeführt.

Mitarbeiter des Instituts haben zahlreiche Vorträge an Planetarien, Volkssternwarten und Volkshochschulen des Köln-Bonner Raums gehalten.

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

Die Reihe "Neues aus dem All" wird seit fünf Jahren gemeinsam vom MPIfR, den Astronomischen Instituten der Universität Bonn und dem Deutschen Museum Bonn durchgeführt. Im Jahr 2005 gab es drei Veranstaltungen zum Thema "Einstein und das Universum".

Im Berichtszeitraum wurden neun Pressemeldungen des Instituts herausgegeben.

In der Einstein-Ausstellung in Berlin ("Albert Einstein. Ingenieur des Universums", Mai bis September) wurde ein neues bewegliches Modell des Effelsberg-Teleskops im Maßstab 1:100 präsentiert.

Das Institut und das 100 m-Radioteleskop Effelsberg wurden in diversen Radio- und Fernsehbeiträgen der Öffentlichkeit präsentiert.

Das "Einstein-Experiment" wurde im Januar als Medienprojekt zwischen der Max-Planck-

Gesellschaft, dem Fernsehsender ZDF, der Forschungsgesellschaft für Angewandte Naturwissenschaften (FGAN), der Jugendherberge Rodert und “flowventure Erlebnispädagogik” durchgeführt. Ein Radarsignal wurde Richtung Mond abgeschickt und das reflektierte Signal mit dem 100 m-Teleskop aufgenommen. Lichtlaufzeit und Entfernung Erde-Mond wurden daraus von Schülern einer 4. Klasse direkt vor Ort bestimmt. Das Experiment wurde später im ZDF (Kindersendung “pur”) ausgestrahlt.

Im Monat März wurde eine Woche lang im Morgenmagazin von ARD und ZDF über Einstein berichtet. Am 11. März erfolgte eine Live-Übertragung aus dem Kontrollraum des Radio-Observatoriums Effelsberg.

Bis Ende März wurden im Rahmen eines Kunstprojekts Live-Beobachtungen aus einem MPIfR-Forschungsprojekt auf Leuchtdisplays der “Kunstfassade” am “Haus der Kommunikation” in München präsentiert.

Im Juni wurde der “Radioteleskopwanderweg” eingeweiht, ein 13 km langer Wanderweg von der Stadt Bad Münstereifel bis zum 100-m-Radioteleskop. Die letzten 700 m sind als Planetenweg mit Schautafeln ausgelegt.

Am 18. Juni wurde unter dem Titel “Sound of Science - Klassik trifft Kosmos” von der Deutschen Kammerphilharmonie Bremen eine Live-Komposition aufgeführt, die auf Pulsar-Signalen vom Radioteleskop Effelsberg basiert.

Am 19. Juni wurde auf dem “Wüstentag” des Rautenstrauch-Joest-Museums in Köln ein neues Modell des APEX-Teleskops präsentiert.

Zum “First Light” des APEX-Teleskops in Chile wurde im Juli 2005 eine Pressekonferenz im Institut in Bonn organisiert.

Die offizielle Einweihung des APEX-Teleskops vor Ort in Chile fand im September 2005 statt. Interviews mit Karl Menten (Leiter des APEX-Projekts) und weiteren Institutsmitgliedern wurden in Nachrichtensendungen und Wissenschaftsbeiträgen präsentiert (ZDF, 26. September).

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

7 Veröffentlichungen

7.1 In Zeitschriften und Büchern

- Altenhoff, W. J., Bertoldi, F., Menten, K. M., Thum, C.: On the density of EKO's and related objects. *Astron. Astrophys.* 441, L5-L7 (2005).
- Arshakian, T. G.: Direct evidence of the receding ‘torus’ around central nuclei of powerful radio sources. *Astron. Astrophys.* 436, 817-824 (2005).
- Arshakian, T. G., Chavushyan, V. H., Ros, E., Kadler, M., Zensus, J. A.: Radio-optical scrutiny of the central engine in compact AGN. *Memorie Societa Astronomica Italiana* 76, 35-38 (2005).
- Arshakian, T. G., Ros, E., Zensus, J. A., Lister, M. L.: Homogeneity of bright radio sources at 15 GHz on the sky and in space. *Baltic Astronomy* 14, 347-350 (2005).
- Bach, U., Kadler, M., Krichbaum, T. P., Middelberg, E., Alef, W., Witzel, A., Zensus, J. A.: Multi-frequency & multi-epoch VLBI study of Cygnus A. In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA*. (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 30-34.
- Bach, U., Krichbaum, T. P., Ros, E., Britzen, S., Kraus, A., Witzel, A., Zensus, J. A.: Kinematic study of the blazar S5 0716+714. *Astron. Astrophys.* 433, 815-825 (2005).

- Bach, U., Krichbaum, T. P., Ros, E., Witzel, A., Zensus, J. A., Britzen, S.: Kinematic study of the blazar 0716+714. In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA*. (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 446-448.
- Balega, I. I., Balega, Y. Y., Hofmann, K.-H., Pluzhnik, E. A., Schertl, D., Shkhagosheva, Z. U., Weigelt, G.: Orbits of new Hipparcos binaries. I. *Astron. Astrophys.* 433, 591-596 (2005).
- Balega, Y. Y., Leushin, V. V., Weigelt, G.: Atmospheric elemental abundances for the components of the multiple system ADS 11061.41 Draconis. *Astronomy Reports* 49, 217-225 (2005).
- Ball, G. H., Greenhill, L. J., Moran, J. M., Zaw, I., Henkel, C.: Parsec-scale water maser structure in TXS 2226-184. In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA*. (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 235-237.
- Barvainis, R., Lehár, J., Birkinshaw, M., Falcke, H., Blundell, K. M.: Radio variability of radio-quiet and radio-loud quasars. *Astrophysical Journal* 618, 108-122 (2005).
- Beck, R.: Magnetic fields in galaxies. In: *Magnetic Fields in the Universe*. (Eds.) Wiełebinski, R.; Beck, R. Lecture Notes in Physics No. 664, Springer, Berlin 2005, 41-68.
- Beck, R.: Magnetic fields in normal galaxies. In: *The Magnetized Plasma in Galaxy Evolution*. (Eds.) Chyży K.T.; Otmianowska-Mazur, K.; Soida, M.; Dettmar, R.-J. Jagiellonian University, Astronomical Observatory, Krakow 2005, 193-200.
- Beck, R.: Observations of magnetic fields in galaxies. In: *Magnetic Fields in the Universe: From Laboratory and Stars to Primordial Structures*. (Eds.) de Gouveia Dal Pino, E. M.; Lugones, G.; Lazarian, A. AIP Conference Proceedings No. 784, American Institute of Physics, Melville, N.Y. 2005, 343-353.
- Beck, R., Ehle, M., Fletcher, A., Harnett, J., Shoutenkov, V., Shukurov, A., Sokoloff, D.: Magnetic fields and mass inflow in central regions of barred galaxies. In: *The Evolution of Starbursts*. (Eds.) Hüttemeister, S.; Manthey, E.; Bomans, D.; Weis, K. AIP Conference Proceedings No. 783, American Institute of Physics, Melville, NY 2005, 216-222.
- Beck, R., Fletcher, A., Shukurov, A., Snodin, A., Sokoloff, D. D., Ehle, M., Moss, D., Shoutenkov, V.: Magnetic fields in barred galaxies. IV. NGC 1097 and NGC 1365. *Astron. Astrophys.* 444, 739-765 (2005).
- Beck, R., Krause, M.: Revised equipartition & minimum energy formulae for magnetic field strength estimates from radio synchrotron observations. *Astronomische Nachrichten* 326, 414-427 (2005).
- Becker, J. K., Biermann, P. L., Rhode, W.: The diffuse neutrino flux from FR II radio galaxies and blazars: a source property based estimate. *Astroparticle Physics*, 23, 355-368 (2005).
- Becker, W., Jessner, A., Kramer, M., Testa, V., Howaldt, C.: A multiwavelength study of PSR B0628-28: the first overluminous rotation-powered pulsar? *Astrophys. J.* 633, 367-376 (2005).
- Beckert, T.: Dusty tori around AGN and the obscured growth of super-massive black holes. In: *The Formation and Co-Evolution of Black Holes and Galaxies*. (Eds.) Duschl, W. J.; Arimoto, N.; Mineshiga, S. 2005. Internet: <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/div/ir-interferometry/papers/beckertdustytorijs05.pdf>
- Beckert, T.: Infrared emission from the dusty veil around AGN. *Memorie Soc. Astron. Italiana* 76, 150-153 (2005).
- Beckert, T., Duschl, W. J., Vollmer, B.: Torus models for obscuration in type 2 AGN.

- In: Growing Black Holes: Accretion in a Cosmological Context. (Eds.) Merloni, A.; Nayakshin, S.; Suyaev, R. A. Springer, Berlin 2005, 242-247.
- Beuther, H., Thorwirth, S., Zhang, Q., Hunter, T. R., Megeath, S. T., Walsh, A. J., Menten, K. M.: High spatial resolution observations of NH₃ and CH₃OH toward the massive twin cores NGC 6334I and NGC 6334I(N). *Astrophys. J.* 627, 834-844 (2005).
- Biermann, P. L., Bisnovatyi-Kogan, G., Moiseenko, S.: Particle acceleration: from galaxies to large scale structure. In: Magnetic Fields in the Universe: From Laboratory and Stars to Primordial Structures. (Eds.) de Gouveia Dal Pino, E. M.; Lugones, G.; Lazarian, A. AIP Conference Proceedings No. 784, American Institute of Physics, Melville, N.Y. 2005, 385-395.
- Biermann, P. L., Chirvasa, M., Falcke, H., Markoff, S., Zier, C.: Single and binary black holes and their active environment. In: High Energy Astrophysics for and from Space. (Eds.) de Vega, H.J.; Sanchez, N.G. Ecole Daniel Chalonge, Observatoire de Paris LERMA, Paris 2005, 1-17.
- Bietenholz, M. F., Bartel, N., Rupen, M. P., Beasley, A. J., Graham, D. A., Altunin, V. I., Venturi, T., Umana, G., Cannon, W. H., Conway, J. E.: Nine years of VLBI imaging of supernova 1993J. In: Cosmic Explosions: On the 10th Anniversary of SN1993J; IAU Colloquium 192. (Eds.) Marcaide, J.M.; Weiler, K.W. Springer Proceedings in Physics No. 99. Springer, Berlin 2005, 23-25.
- Boone, F., Brouillet, N., Hüttemeister, S., Henkel, C., Braine, J., Bomans, D. J., Herpin, F., Banhidi, Z., Albrecht, M.: Properties and environment of the molecular complex near Homborg IX. *Astron. Astrophys.* 429, 129-140 (2005).
- Boone, F., Combes, F., Fort, B.: Search for high-z dust emission in giant arcs. In: Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a prelude to Herschel and ALMA. (Ed.) Wilson, A. ESA SP-577, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 273-274.
- Bower, G. C., Falcke, H., Wright, M. C., Backer, D. C.: Variable linear polarization from Sagittarius A*: evidence of a hot turbulent accretion flow. *Astrophys. J.* 618, L29-L32 (2005).
- Britzen, S., Krichbaum, T. P., Strom, R. G., Witzel, A., Muxlow, T. W. B., Matveenko, L. I., Campbell, R. M., Alef, W., Hummel, C. A., Zensus, A.: Large-scale motion, oscillations and a possible halo on the counter-jet side in 1803+784. *Astron. Astrophys.* 444, 443-454 (2005).
- Britzen, S., Witzel, A., Krichbaum, T. P., Beckert, T., Campbell, R. M., Schalinski, C., Campbell, J.: The radio structure of S5 1803+784. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 362, 966-974 (2005).
- Brunthaler, A., Falcke, H., Bower, G. C., Aller, M. F., Aller, H. D., Teräsranta, H.: The extreme flare in III Zw2: evolution of a radio jet in a Seyfert galaxy. *Astron. Astrophys.* 435, 497-506 (2005).
- Brunthaler, A., Reid, M. J., Falcke, H.: Atmosphere-corrected phase-referencing. In: Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA. (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 455-459.
- Brunthaler, A., Reid, M. J., Falcke, H., Greenhill, L. J., Henkel, C.: The geometric distance and proper motion of the triangulum galaxy (M33). *Science* 307, 1440-1443 (2005).
- Cameron, P. B., Chandra, P., Ray, A., Kulkarni, S. R., Frail, D. A., Wieringa, M. H., Nakar, E., Phinney, E. S., Miyazaki, A., Tsuboi, M., Okumura, S., Kawai, N., Menten, K. M., Bertoldi, F.: Detection of a radio counterpart to the 27 December 2004 giant flare from SGR1806-20. *Nature* 434, 1112-1115 (2005).
- Carilli, C. L., Solomon, P., Vanden Bout, P., Walter, F., Beelen, A., Cox, P., Bertoldi, F., Menten, K. M., Isaak, K. G., Chandler, C. J., Omont, A.: A search for dense molecular

- gas in high redshift infrared-luminous galaxies. *Astrophys. J.* 618, 586-591 (2005).
- Casassus, S., Stahl, O., Wilson, T. L.: Interstellar $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ ratios through CH^+ $\lambda\lambda$ 3957,4232 absorption in local clouds: incomplete mixing in the ISM. *Astron. Astrophys.* 441, 181-194 (2005).
- Castets, A., Caux, E., Bacmann, A., Cazaux, S., Ceccarelli, C., Comito, C., Helmich, F., Kahane, C., Parise, B., Schilke, P., Tielens, A. G. G. M., van Dishoeck, E., Wakeham, V., Walters, A.: An unbiased (sub)millimeter spectral survey of the solar-type protostar IRAS 16293–2422. In: *Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a Prelude to Herschel and ALMA.* (Ed.) Wilson, A. ESA SP No. 577, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 345-346.
- Chesneau, O., Meilland, A., Rivinius, T., Stee, Ph., Jankov, S., Domiciano de Souza, A., Graser, U., Herbst, T., Janot-Pacheco, E., Koehler, R., Leinert, C., Morel, S., Paresce, F., Richichi, A., Robbe-Dubois, S.: First VLTI/MIDI observations of a Be star: Alpha Arae. *Astron. Astrophys.* 435, 275-287 (2005).
- Comito, C., Schilke, P., Phillips, T. G., Lis, D. C., Motte, F., Mehringer, D.: A molecular line survey of Orion-KL in the 350 micron band. *Astrophys. J. Suppl.* 156, 127-167 (2005).
- Cox, P., Beelen, A., Bertoldi, F., Omont, A., Carilli, C. L., Walter, F.: Gas and dust in high redshift quasars. In: *Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a Prelude to Herschel and ALMA.* (Ed.) Wilson, A. ESA SP No. 577, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 115-120.
- Crapsi, A., Devries, C. H., Huard, T. L., Lee, J.-E., Myers, P. C., Ridge, N. A., Bourque, T. L., Evans, N. J., II, Jorgensen, J. K., Kauffmann, J., Lee, C. W., Shirley, Y. L., Young, C. H.: Dynamical and chemical properties of the starless core L 1014. *Astron. Astrophys.* 439, 1023-1032 (2005).
- Dannerbauer, H., Lehnert, M. D., Lutz, D., Tacconi, L., Bertoldi, F., Carilli, C., Genzel, R., Menten, K. M.: The faint counterparts of MAMBO 1.2 mm sources near the NTT Deep Field. In: *Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a Prelude to Herschel and ALMA.* (Ed.) Wilson, A. ESA SP No. 577, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 277-278.
- Doeleman, S. S., Phillips, R. B., Rogers, A. E. E., Attridge, J. M., Titus, M. A., Smythe, D. L., Cappallo, R. J., Buretta, T. A., Whitney, A. R., Krichbaum, T., Graham, D. A., Alef, W., Polatidis, A., Bach, U., Kraus, A., Witzel, A., Wilson, T., Zensus, J. A., Greve, A., Grewing, M., Freund, R., Ziurys, L., Fagg, H., Strittmatter, P.: Extending VLBI to 2 mm and 1 mm wavelengths. In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA.* (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 605-607.
- Domiciano de Souza, A., Kervella, P., Jankov, S., Vakili, F., Ohishi, N., Nordgren, T. E., Abe, L.: Gravitational-darkening of Altair from interferometry. *Astron. Astrophys.* 442, 567-578 (2005).
- Driebe, T., Ohnaka, K., Weigelt, G.: Mid-infrared interferometry of the Mira variable RR Sco with the VLTI MIDI instrument. In: *The 13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun.* (Eds.) Favata, F.; Hussain, G.J.; Battrick, B. ESA-SP No. 560, Vol. 1, ESA, Noordwijk 2005, 351-357.
- Dutan, I., Biermann, P. L.: High energy phenomena in active galactic nuclei: relativistic jets. In: *Astrophysical Sources of High Energy Particles and Radiation.* (Eds.) Bulik, T.; Rudak, B.; Madejski, G. AIP Conference Proceedings No. 801, American Institute of Physics, Melville, NY 2005, 212-213.
- Eilek, J. A., Hankins, T. H., Jessner, A.: Pulsar physics at low frequencies. In: *From Clark Lake to the Long Wavelength Array: Bill Erickson's Radio Science.* (Eds.) Kassim,

- N.E.; Perez, M.R.; Junor, W.; Henning, P.A. ASP Conf. Series No. 345, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 499-505.
- Falcke, H., Apel, W. D., Badea, A. F., Bähren, L., Bekk, K., Bercuci, A., Bertaina, M., Biermann, P. L., Blümer, J., Bozdog, H., Brancus, I. M., Buitink, S., Brüggemann, M., Buchholz, P., Butcher, H., Chiavassa, A., Daumiller, K., de Bruyn, A. G., de Vos, C. M., di Pierro, F., Doll, P., Engel, R., Gemmeke, H., Ghia, P. L., Glasstetter, R., Grupen, C., Haungs, A., Heck, D., Hörandel, J. R., Horneffer, A., Huege, T., Kampert, K.-H., Kant, G. W., Klein, U., Kolotaev, Y., Koopman, Y., Krömer, O., Kuijpers, J., Lafebre, S., Maier, G., Mathes, H. J., Mayer, H. J., Milke, J., Mitrica, B., Morello, C., Navarra, G., Nehls, S., Nigl, A., Obenland, R., Oehlschläger, J., Ostapchenko, S., Over, S., Pepping, H. J., Petcu, M., Petrovic, J., Plewnia, S., Rebel, H., Risse, A., Roth, M., Schieler, H., Schoonderbeek, G., Sima, O., Stümpert, M., Toma, G., Trincherio, G. C., Ulrich, H., Valchierotti, S., van Buren, J., van Cappellen, W., Walkowiak, W., Weindl, A., Wijnholds, S., Wochele, J.!, ! Zabierowski, J., Zensus, J. A., Zimmermann, D.: Detection and imaging of atmospheric radio flashes from cosmic ray air showers. *Nature* 435, 313-316 (2005)
- Feigelson, E. D., Getman, K., Townsley, L., Garmire, G., Preibisch, T., Grosso, N., Montmerle, T., Muench, A., McCaughrean, M.: Global X-ray properties of the Orion nebula region. *Astrophys. J. Suppl.* 160, 379-389 (2005).
- Fish, V. L., Reid, M. J., Argon, A. L., Menten, K. M.: VLBA full-polarization observations of interstellar hydroxyl masers: preliminary results. In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA.* (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 329-333.
- Fish, V. L., Reid, M. J., Menten, K. M.: Magnetic field clumping in massive star-forming regions as determined from excited-state OH absorption and maser emission. *Astrophys. J.* 623, 269-279 (2005).
- Fuchs, G. W., Fuchs, U., Giesen, T. F., Wyrowski, F.: Trans-ethyl methyl ether in space: a new look at a complex molecule in selected hot core regions. *Astron. Astrophys.* 444, 521-530 (2005).
- Fuente, A., Rizzo, J. R., Caselli, P., Bachiller, R., Henkel, C.: Chemical evolution in the environment of intermediate mass young stellar objects: NGC 7129 - FIRS 2 and LkH α 234. *Astron. Astrophys.* 433, 535-552 (2005).
- Gaensler, B. M., Haverkorn, M., Staveley-Smith, L., Dickey, J. M., McClure-Griffiths, N. M., Dickel, J. R., Wolleben, M.: The magnetic field of the Large Magellanic Cloud: a new way of studying galactic magnetism. In: *The Magnetized Plasma in Galaxy Evolution.* (Eds.) Chyzy K.T.; Otmianowska-Mazur, K.; Soida, M.; Dettmar, R.-J. Jagiellonian University, Astronomical Observatory, Krakow 2005, 209-216.
- Gaensler, B. M., Haverkorn, M., Staveley-Smith, L., Dickey, J. M., McClure-Griffiths, N. M., Dickel, J. R., Wolleben, M.: The magnetic field of the Large Magellanic Cloud revealed through Faraday rotation. *Science* 307, 1610-1612 (2005).
- Garcia-Burillo, S., Combes, F., Schinnerer, E., Boone, F., Hunt, L. K.: Molecular gas in NUClei of GALaxies (NUGA): IV. Gravitational torques and AGN feeding. *Astron. Astrophys.* 441, 1011-1030 (2005).
- Getman, K. V., Flaccomio, E., Broos, P. S., Grosso, N., Tsujimoto, M., Townsley, L., Garmire, G. P., Kastner, J., Li, J., Harnden, F. R. Jr., Wolk, S., Murray, S. S., Lada, C. J., Muench, A. A., McCaughrean, M. J., Meeus, G., Damiani, F., Micela, G., Sciortino, S., Bally, L., Hillenbrand, A., Herbst, W., Preibisch, T., Feigelson, E. D.: Chandra Orion ultradeep project: observations and source lists. *Astrophys. J. Suppl.* 160, 319-352 (2005).
- Goddi, C., Moscadelli, L., Alef, W., Tarchi, A., Brand, J., Pani, M.: Kinematics of H₂O

- masers in high-mass star forming regions. *Astron. Astrophys.* 432, 161-173 (2005).
- Greve, T. R., Bertoldi, F., Smail, I., Neri, R., Chapman, S. C., Blain, A. W., Ivison, R. J., Genzel, R., Omont, A., Cox, P., Tacconi, L., Kneib, J.-P.: An interferometric CO survey of luminous submillimetre galaxies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 359, 1165-1183 (2005).
- Haas, M., Siebenmorgen, R., Schulz, B., Krügel, E., Chini, R.: Spitzer IRS spectroscopy of 3CR radio galaxies and quasars: testing the unified schemes. *Astron. Astrophys.* 442, L39-L43 (2005).
- Hatchell, J., Bird, M. K., van der Tak, F. F. S., Sherwood, W. A.: Recent searches for the radio lines of NH₃ in comets. *Astron. Astrophys.* 439, 777-784 (2005).
- Hatchell, J., Richer, J. S., Fuller, G. A., Quilley, C. J., Ladd, E. F., Chandler, C. J.: Star formation in Perseus. Clusters, filaments and the conditions for star formation. *Astron. Astrophys.* 440, 151-161 (2005).
- Heesen, V., Krause, M., Beck, R., Dettmar, R.-J.: The radio halo of the starburst galaxy NGC 253. In: *The Evolution of Starbursts*. (Eds.) Hüttemeister, S.; Manthey, E.; Bomans, D.; Weis, K. AIP Conference Proceedings No. 783, American Institute of Physics, Melville, NY 2005, 336-339.
- Heesen, V., Krause, M., Beck, R., Dettmar, R.-J.: The radio halo of the starburst galaxy NGC 253. In: *The Magnetized Plasma in Galaxy Evolution*. (Eds.) Chyzy K.T.; Otmianowska-Mazur, K.; Soida, M.; Dettmar, R.-J. Jagiellonian University, Astronomical Observatory, Krakow 2005, 156-161.
- Henkel, C., Braatz, J. A., Tarchi, A., Peck, A. B., Nagar, N. M., Greenhill, L. J., Wang, M., Hagiwara, Y.: H₂O megamasers: accretion disks, jet interaction, outflows or massive star formation? *Astrophys. Space Science* 295, 107-116 (2005).
- Henkel, C., Jethava, N., Kraus, A., Menten, K. M., Carilli, C. L., Grasshoff, M., Lubowich, D., Reid, M. J.: The kinetic temperature of a molecular cloud at redshift 0.7: ammonia in the gravitational lens B0218+357. *Astron. Astrophys.* 440, 893-899 (2005).
- Henkel, C., Peck, A. B., Tarchi, A., Nagar, N. M., Braatz, J. A., Castangia, P., Moseadelli, L.: New H₂O masers in Seyfert and FIR bright galaxies. *Astron. Astrophys.* 436, 75-90 (2005).
- Hily-Blant, P., Teyssier, D., Philipps, S., Güsten, R.: Velocity field and star formation in the Horsehead nebula. *Astron. Astrophys.* 440, 909-919 (2005).
- Hönig, S., Beckert, T., Ohnaka, K., Weigelt, G.: Monte Carlo radiative transfer modelling of clumpy tori around AGN. In: *The Formation and Co-Evolution of Black Holes and Galaxies*. (Eds.) Duschl, W.J.; Arimoto, N.; Mineshiga, S. 2005. <http://www.mpifr-bonn.mpg.de/div/ir-interferometry/papers/hoenigetalmontecarloagnjgs05.pdf>
- Hönig, S., Tscharnuter, W.: Preliminary orbital elements of four interferometric binary stars. *Astronomical Journal* 129, 1663-1668 (2005).
- Hofmann, K.-H., Driebe, T., Heininger, M., Schertl, D., Weigelt, G.: Reconstruction of aperture-synthesis images from LBT LINC-NIRVANA data using the Richardson-Lucy and space-variant Building Block method. *Astron. Astrophys.* 444, 983-993 (2005).
- Hofmann, K.-H., Woodruff, H. C., Schertl, D.: Interferometric observations of the Mira star α Ceti with the VLTI/VINCI instrument in the near-infrared. In: *The 13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun*. (Eds.) Favata, F.; Hussain, G.J.; Battrick, B. ESA-SP No. 560, Vol. 1, ESA, Noordwijk 2005, 651-655.
- Huchtmeier, W. K., Gopal Krishna, Petrosian, A.: H I-observations of blue compact dwarf galaxies. *Astron. Astrophys.* 434, 887-894 (2005).
- Huchtmeier, W. K., Karachentsev, I. D., Karachentseva, V. E., Kudrya, Y. N., Mitronova, S. N.: H I observations of edge-on spiral galaxies. *Astron. Astrophys.* 435, 459-463

- (2005).
- Huege, T., Falcke, H.: Radio emission from cosmic ray air showers: simulation results and parametrization. *Astroparticle Physics* 24, 116-136 (2005)
- Huege, T., Falcke, H.: Radio emission from cosmic ray air showers Monte Carlo simulations. *Astron. Astrophys.* 430, 779-798 (2005).
- Karachentsev, I. D., Makarov, D. I., Karachentseva, V. E., Huchtmeier, W. K.: Catalog of nearby galaxies and the local cosmic web. In: *Nearby Large-Scale Structure and the Zone of Avoidance*. (Eds.) Fairall, A.P.; Woult, P.A. ASP Conf. Series No. 329, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 255-264
- Kauffmann, J.: The c2d MAMBO survey of clouds and cores: clues on the star formation threshold. In: *Submillimetre Astronomy in the Era of the SMA*. 2005. <http://cfa-www.harvard.edu/smast05/science/talks/kauffmann.pdf>
- Klare, J., Zensus, J. A., Lobanov, A. P., Ros, E., Krichbaum, T. P., Witzel, A.: Quasi-periodic changes in the parsec-scale jet of 3C 345. In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA*. (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 40-44.
- Klein, R., Posselt, B., Schreyer, K., Forbrich, J., Henning, Th.: A millimeter continuum survey for massive protoclusters in the outer galaxy. *Astrophys. J. Suppl.* 161, 361-393 (2005).
- Körding, E., Colbert, E., Falcke, H.: A radio monitoring survey of ultra-luminous X-ray sources. *Astron. Astrophys.* 436, 427-436 (2005).
- Körding, E., Falcke, H.: The radio / X-ray correlation and the unification of low power black holes. *Memoria Societa Astronomica Italiana* 76, 80-83 (2005).
- Kothes, R., Uyaniker, B., Reid, R. I.: Two new Perseus arm supernova remnants discovered in the Canadian Galactic Plane Survey. *Astron. Astrophys.* 444, 871-881 (2005).
- Kovalev, Y. Y., Kellermann, K. I., Lister, M. L., Homan, D. C., Vermeulen, R. C., Cohen, M. H., Ros, E., Kadler, M., Lobanov, A. P., Zensus, J. A., Kardashev, N. S., Gurvits, L. I., Aller, M. F., Aller, H. D.: Sub-milliarcsecond imaging of quasars and active galactic nuclei IV. Fine scale structure. *Astron. J.* 130, 2473-2505 (2005).
- Kraus, S., Schloerb, F. P., Traub, W. A., Carleton, N. P., Lacasse, M., Pearlman, M., Monnier, J. D., Millan-Gabet, R., Berger, J.-P., Hagenauer, P., Perraut, K., Kern, P., Malbet, F., Labeye, P.: Infrared imaging of Capella with the IOTA closure phase interferometer. *Astron. J.* 130, 246-255 (2005).
- Krause, M., Löhr, A., Fendt, C., Neining, N.: The magnetic field along the jet of NGC 4258 and its interaction with molecular gas. In: *The Magnetized Plasma in Galaxy Evolution*. (Eds.) Chyzy K.T.; Otmianowska-Mazur, K.; Soida, M.; Dettmar, R.-J. Jagiellonian University, Astronomical Observatory, Krakow 2005, 217-222.
- Krips, M., Eckart, A., Neri, R., Pott, J. U., Leon, S., Combes, F., Garcia-Burillo, S., Hunt, L. K., Baker, A. J., Tacconi, L. J., Englmaier, P., Schinnerer, E., Boone, F.: Molecular gas in NUClei of GALaxies (NUGA). III. The warped LINER NGC 3718. *Astron. Astrophys.* 442, 479-493 (2005)
- Lachaume, R.: Self-gravity vs. irradiation in proto-planetary discs. In: *Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique: Scientific Highlights 2004*. (Eds.) Combes, F.; Barret, D.; Contini, T.; Meynardier, F.; Pagani, L. EDP Sciences, Les Ulis Cedex A 2005, 229-232.
- Lesaffre, P., Belloche, A., Chièze, J.-P., André, P.: The dynamical influence of cooling in the envelope of prestellar and protostellar cores. *Astron. Astrophys.* 443, 961-971 (2005).
- Lis, D. C., Menten, K. M., Stanke, T.: Deep submillimeter continuum imaging of McNeil's nebula. In: *Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a Prelude to Herschel*

- and ALMA. (Ed.) Wilson, A. ESA SP No. 577, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 383-384.
- Lobanov, A.: Mergers and binary systems of SMBH in the contexts of nuclear activity and galaxy evolution. *Memorie Soc. Astron. Italiana* 76, 164-165 (2005).
- Lobanov, A.: Mergers and binary systems of SMBH in the contexts of nuclear activity and galaxy evolution. In: *Growing Black Holes*. (Eds.) Merloni, A.; Nayakshin, S.; Sunyaev, R.A. Springer, Berlin 2005, 354-355 (2005).
- Lobanov, A., Hardee, P., Eilek, J.: Double Helix in the kiloparsec-scale jet in M87. In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA*. (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 104-106.
- Lobanov, A. P., Roland, J.: A supermassive binary black hole in the quasar 3C 345. *Astron. Astrophys.* 431, 831-846 (2005).
- Löhmer, O., Lewandowski, W., Wolszczan, A., Wielebinski, R.: Shapiro delay in the PSR J1640+2224 binary system. *Astrophys. J.* 621, 388-392 (2005).
- Maiolino, R., Cox, P., Caselli, P., Beelen, A., Bertoldi, F., Carilli, C. L., Kaufman, M. J., Menten, K. M., Nagao, T., Omont, A., Weiß, A., Walmsley, C. M., Walter, F.: First detection of [CII]158 μm at high redshift: vigorous star formation in the early universe. *Astron. Astrophys.* 440, L51-L54 (2005).
- Malbet, F., Lachaume, R., Berger, J.-P., Colavita, M., Di Folco, E., Eisner, J., Millan-Gabet, R., Ségransan, D., Traub, W.: New insights on the AU-scale circumstellar structure of FU Orionis. *Astron. Astrophys.* 437, 627-636 (2005).
- Marcaide, J. M., Martí-Vidal, I., Ros, E., Alberdi, A., Guirado, J. C., Lara, L., Pérez-Torres, M. A., Weiler, K. W.: On the SN1993J radio shell structure. In: *Cosmic Explosions: On the 10th Anniversary of SN1993J; IAU Colloquium 192*. (Eds.) Marcaide, J.M.; Weiler, K.W. Springer Proceedings in Physics No. 99. Springer, Berlin 2005, 29-36.
- Marso, M., Mikulics, M., Adam, R., Wu, S., Zheng, X., Camara, I., Siebe, F., Förster, A., Güsten, R., Kordoš, P., Sobolewski, R.: Ultrafast phenomena in freestanding LT-GaAs devices. *Acta Phys. Polonica A* 107-109 (2005).
- Martín, S., Martín-Pintado, J., Mauersberger, R., Henkel, C., García-Burillo, S.: The 2 mm line survey of the starburst galaxy NGC 253: sulfur chemistry. In: *Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a Prelude to Herschel and ALMA*. (Ed.) Wilson, A. ESA SP No. 577, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 297-298.
- Martín, S., Martín-Pintado, J., Mauersberger, R., Henkel, C., García-Burillo, S.: Sulfur chemistry and isotopic ratios in the starburst galaxy NGC 253. *Astrophys. J.* 620, 210-216 (2005).
- Massi, M., Neidhöfer, J., Carpentier, Y., Ros, E.: Discovery of solar Rieger periodicities in another star. *Astron. Astrophys.* 435, L1-L4 (2005).
- Massi, M., Ribó, M., Paredes, J. M., Garrington, S. T., Peracaula, M., Martí, J.: The gamma-ray emitting microquasar LS I+61 303. In: *High-Energy Gamma-Ray Astronomy*. (Eds.) Aharonian, F.A.; Völk, H.J.; Horns, D. AIP Conference Proceedings No. 745, American Institute of Physics, New York 2005, 311-316.
- Massi, M., Ribó, M., Paredes, J. M., Garrington, S. T., Peracaula, M., Martí, J.: The periodic microquasar LS I+61 303 in the radio and gamma-ray bands. *Memorie Soc. Astron. Italiana* 76, 96-97 (2005).
- Matveyenko, L. I., Graham, D. A., Zensus, J. A.: Absorption in the H(93-95) α and H(78-79) α recombination lines in the H II region of the quasar 3C 345. *Astronomy Reports*, 49, 259-268 (2005).

- May, T., Zakosarenko, V., Kreysa, E., Esch, W., Anders, S., Fritzsich, L., Boucher, R., Stolz, R., Kunert, J., Meyer, H.-G.: On-chip integrated SQUID readout for superconducting bolometers. *IEEE Transactions on Applied Superconductivity* 15, 537-540 (2005).
- Megeath, S. T., Wilson, T. L., Corbin, M. R.: Hubble Space Telescope NICMOS imaging of W3 IRS 5: a trapezium in the making? *Astrophys. J.* 622, L141-L144 (2005).
- Meli, A., Biermann, P. L.: Highly oblique shocks: diffusion coefficients, acceleration rate and maximum energy. In: *Astrophysical Sources of High Energy Particles and Radiation.* (Eds.) Bulik, T.; Rudak, B.; Madejski, G. AIP Conference Proceedings No. 801, American Institute of Physics, Melville, N.Y. 2005, 379-381.
- Menshchikov, A. B., Miroshnichenko, A. S.: Properties of galactic B[e] supergiants: V. Two-dimensional radiative transfer model of RY Sct and its dusty disc. *Astron. Astrophys.* 443, 211-222 (2005).
- Menten K. M., Pillai, T., Wyrowski, F.: Initial conditions for massive star birth-infrared dark clouds. In: *Massive Star Birth: a Crossroads of Astrophysics.* (Eds.) Cesaroni, R.; Felli, M.; Churchwell, E.; Walmsley, M. IAU Symposium No. 227; Proceedings of the International Astronomical Union Symposia and Colloquia No. 1, Cambridge University Press, Cambridge, UK 2005, 23-34.
- Messineo, M., Habing, H. J., Menten, K. M., Omont, A., Sjouwerman, L. O., Bertoldi, F.: 86 GHz SiO maser survey of late-type stars in the inner Galaxy. III. Interstellar extinction and colours of the SiO targets. *Astron. Astrophys.* 435, 575-585 (2005).
- Middelberg, E., Krichbaum, T. P., Roy, A. L., Witzel, A., Zensus, J. A.: Approaching NGC 3079 with VLBI. In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA.* (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 140-144.
- Middelberg, E., Roy, A. L., Bach, U., Gabuzda, D. C., Beckert, T.: Where has all the polarization gone? In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA.* (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 189-191.
- Middelberg, E., Roy, A. L., Walker, R. C., Falcke, H.: VLBI observations of weak sources using fast frequency switching. *Astron. Astrophys.* 433, 897-909 (2005).
- Mikulics, M., Marso, M., Cámara Mayorga, I., Güsten, R., Stancek, S., Kovac, P., Wu, S., Li, X., Khafizov, M., Sobolewski, R., Michael, E. A., Schieder, R., Wolter, M., Buca, D., Förster, A., Kordos, P., Lüth, H.: Photomixers fabricated on nitrogen-ion-implanted GaAs. *Applied Physics Letters* 87, 41106 (2005).
- Mitronova, S. N., Huchtmeier, W. K., Karachentsev, I. D., Karachentsev, S. N., Kudrya, Yu. N.: H I observations of flat galaxies. *Astronomy Letters* 31, 501-514 (2005).
- Mittal, R., Porcas, R., Wucknitz, O., Biggs, A., Browne, I.: A VLBI study of the gravitational lens JVAS B0218+357. In: *25 Years After the Discovery: Some Current Topics on Lensed QSOs.* (Ed.) Goicoechea, L.J. 2005. <http://grupos.unican.es/glendama/e-Proceedings/mittal.pdf>
- Motte, F., Bontemps, S., Schilke, P., Lis, D. C., Schneider, N., Menten, K. M.: The earliest phases of massive star formation within entire molecular cloud complexes. In: *Massive Star Birth: a Crossroads of Astrophysics.* (Eds.) Cesaroni, R.; Felli, M.; Churchwell, E.; Walmsley, M. IAU Symposium No. 227; Proceedings of the International Astronomical Union Symposia and Colloquia No. 1, Cambridge University Press, Cambridge, UK 2005, 151-156.
- Munyanza, F., Biermann, P. L.: Fast growth of supermassive black holes in galaxies. *Astron. Astrophys.* 436, 805-815 (2005).
- Naftaly, M., Stone, M. R., Malcoci, A., Miles, R. E., Camara Mayorga, I.: Generation of CW Terahertz radiation using two-colour laser with Fabry-Perot etalon. *Electronics*

- Letters 41, 128 (2005).
- Neufeld, D. A., Wolfire, M. G., Schilke, P.: The chemistry of fluorine-bearing molecules in diffuse and dense interstellar gas clouds. *Astrophys. J.* 628, 260-274 (2005).
- Nice, D. J., Splaver, E. M., Stairs, I. H., Löhmer, O., Jessner, A., Kramer, M., Cordes, J. M.: A $2.1 M_{\odot}$ pulsar measured by relativistic orbital decay. *Astrophys. J.* 634, 1242-1249 (2005).
- Ohnaka, K.: Warm water vapor envelope in the supergiants alpha Ori and alpha Her and its effects on the apparent size from the near-infrared to the mid-infrared. In: *The 13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun.* (Eds.) Favata, F.; Hussain, G.J.; Battrick, B. ESA-SP No. 560, ESA, Noordwijk 2005, 849-852.
- Ohnaka, K., Bergeat, J., Driebe, T., Graser, U., Hofmann, K.-H., Köhler, R., Leinert, Ch., Lopez, B., Malbet, F., Morel, S., Paresce, F., Perrin, G., Preibisch, Th., Richichi, A., Schertl, D., Schöller, M., Sol, H., Weigelt, G., Wittkowski, M.: Mid-infrared interferometry of the Mira variable RR Sco with the VLTI MIDI instrument. *Astron. Astrophys.* 429, 1057-1067 (2005).
- Orchiston, W., Bracewell, R., Davies, R., Denisse, J.-F., Goss, M., Gunn, A., Kellermann, K., McGee, D., Morimoto, M., Slee, B., Slysh, S., Strom, R., Sullivan, W., Svarup, G., van Woerden, H., Wall, J., Wielebinski, R.: The IAU historic radio astronomy working group. 2: progress report. *Journal of Astronomical History and Heritage* 8, 65-69 (2005).
- Ott, J., Weiß, A., Henkel, C., Walter, F.: The temperature distribution of dense gas in starburst cores. In: *Starbursts: from 30 Doradus to Lyman Break Galaxies.* (Eds.) de Grijs, R.; Delgado, R.M.G. *Astrophysics and Space Science Library* No. 329, Springer, Dordrecht 2005, P57.
- Ott, J., Weiß, A., Henkel, C., Walter, F.: The temperature distribution of dense molecular gas in starburst cores. In: *The Evolution of Starbursts.* (Eds.) Hüttemeister, S.; Manthey, E.; Bomans, D.; Weis, K. *AIP Conference Proceedings* No. 783, American Institute of Physics, Melville, NY 2005, 141-147.
- Ott, J., Weiß, A., Henkel, C., Walter, F.: The temperature distribution of dense molecular gas in the center of NGC 253. *Astrophys. J.* 629, 767-780 (2005).
- Parise, B.: Testing grain surface chemistry models using deuterated probes in low-mass star-forming regions. In: *Submillimetre Astronomy in the Era of the SMA.* 2005. <http://cfawww.harvard.edu/smast05/science/talks/parise.ppt>
- Parise, B., Caux, E., Castets, A., Ceccarelli, C., Loinard, L., Tielens, A.G.G.M., Bacmann, A., Cazaux, S., Comito, C., Helmich, F., Kahane, C., Schilke, P., van Dishoeck, E., Wakelam, V., Walters, A.: HDO abundance in the envelope of the solar-type protostar IRAS 16293–2422. *Astron. Astrophys.* 431, 547-554 (2005).
- Parise, B., Caux, E., Castets, A., Ceccarelli, C., Tielens, A.: HDO emission in the solar-type protostar IRAS 16293–2422. In: *Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a Prelude to Herschel and ALMA.* (Ed.) Wilson, A. ESA SP No. 577, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 405-406.
- Parise, B., Ceccarelli, C., Maret, S.: Theoretical HDO emission from low-mass protostellar envelopes. *Astron. Astrophys.* 441, 171-179 (2005).
- Patrickeyev, I., Fletcher, A., Beck, R., Berkhuijsen, E. M., Frick, P., Horellou, C.: Anisotropic wavelet analysis of spiral arms and magnetic fields in the galaxy M51. In: *The Magnetized Plasma in Galaxy Evolution.* (Eds.) Chyzy K.T.; Otmianowska-Mazur, K.; Soida, M.; Dettmar, R.-J. Jagiellonian University, Astronomical Observatory, Krakow 2005, 156-161.
- Pérez-Torres, M. A., Alberdi, A., Marcaide, J. M., Guerrero, M. A., Lundqvist, P., Shapiro, I. I., Ros, E., Lara, L., Guirado, J. C., Weiler, K. W., Stockdale, C. J.: High-resolution

- observations of SN2001gd in NGC5033. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 360, 1055-1062 (2005).
- Pérez-Torres, M. A., Marcaide, J. M., Alberdi, A., Ros, E., Guirado, J. C., Lara, L., Mantovani, F., Stockdale, C. J., Weiler, K. W., Diamond, P. J., Van Dyk, S. D., Lundqvist, P., Panagia, N., Shapiro, I. I., Sramek, R.: High-resolution radio imaging of young supernovae: SN 1979C, SN 1986J and SN 2001gd. In: *Cosmic Explosions: On the 10th Anniversary of SN 1993J*; IAU Colloquium 192. (Eds.) Marcaide, J.M.; Weiler, K.W. Springer Proceedings in Physics No. 99, Springer, Berlin 2005, 97-103.
- Perucho, M., Lobanov, A. P., Martí, J. M.: Simulations of the relativistic parsec-scale jet in 3C 273. *Memorie Soc. Astron. Italiana* 76, 110-113 (2005).
- Polatidis, A. G., Conway, J. E., Parra, R., Pihlström, Y. M.: Continuum EVN and MERLIN observations of ultra luminous infrared galaxies. In: *The Evolution of Starbursts*. (Eds.) Hüttemeister, S.; Manthey, E.; Bomans, D.; Weis, K. AIP Conference Proceedings No. 783, American Institute of Physics, Melville, NY 2005, 361-364.
- Polatidis, A. G., Conway, J. E., Pihlström, Y., Parra, R.: Continuum EVN and MERLIN observations of ultra luminous infrared galaxies. *Astrophys. Space Science* 295, 117-123 (2005).
- Polehampton, E. T., Baluteau, J.-P., Swinyard, B. M.: Oxygen isotopic ratios in galactic clouds along the line of sight towards Sagittarius B2. *Astron. Astrophys.* 437, 957-965 (2005).
- Polehampton, E. T., Menten, K. M., Brünken, S., Winnewisser, G., Baluteau, J.-P.: Far-infrared detection of methylene. *Astron. Astrophys.* 431, 203-213 (2005).
- Pott, J.-U., Eckart, A., Krips, M., Krichbaum, T. P., Britzen, S., Alef, W., Zensus, J. A.: Relativistic jet-motion in the core of the radio-loud quasar J1101+7225. *Astron. Astrophys.* 438, 785-792 (2005).
- Preibisch, T., Feigelson, E. D.: The evolution of X-ray emission in young stars. *Astrophys. J. Suppl.* 160, 390-400 (2005).
- Preibisch, T., Kim, Y.-C., Favata, F., Feigelson, E. D., Flaccomio, E., Getman, K., Micela, G., Sciortino, S., Stassun, K., Stelzer, B., Zinnecker, H.: The origin of T Tauri X-ray emission: new insights from the Chandra Orion ultradeep project. *Astrophys. J. Suppl.* 160, 401-422 (2005).
- Preibisch, T., McCaughrean, M. J., Gross, N., Feigelson, E. D., Flaccomio, E., Getman, K., Hillenbrand, L. A., Meeus, G., Micela, G., Sciortino, S., Stelzer, B.: X-ray emission from young brown dwarfs in the Orion nebula cluster. *Astrophys. J. Suppl.* 160, 582-593 (2005).
- Raiteri, C. M., Villata, M., Ibrahimov, M. A., Larionov, V. M., Kadler, M., Aller, H. D., Aller, M. F., Kovalev, Y. Y., Lanteri, L., Nilsson, K., Papadakis, I. E., Pursimo, T., Romero, G. E., Teräsranta, H., Tornikoski, M., Arkharov, A. A., Barnaby, D., Berdyugin, A., Böttcher, M., Byckling, K., Carini, M. T., Carosati, D., Cellone, S. A., Ciprini, S., Combi, J. A., Crapanzano, S., Crowe, R., di Paola, A., Dolci, M., Fuhrmann, L., Gu, M., Hagen-Thorn, V. A., Hakala, P., Impellizzeri, V., Jorstad, S., Kerp, J., Kimeridze, G. N., Kovalev, Yu. A., Kraus, A., Krichbaum, T. P., Kurtanidze, O. M., Lähteenmäki, A., Lindfors, E., Mingaliev, M. G., Nesci, R., Nikolashvili, M. G., Ohlert, J., Orio, M., Ostorero, L., Pasanen, M., Pati, A., Poteet, C., Ros, E., Ros, J. A., Shastri, P., Sigua, L. A., Sillanpää, A., Smith, N., Takalo, L. O., Tosti, G., Vasileva, A., Wagner, S. J., Walters, R., Webb, J. R., Wills, W., Witzel, A., Xilouris, E.: The WEBT campaign to observe AO 0235+16 in the 2003–2004 observing season: results from radio-to-optical monitoring and XMM-Newton observations. *Astron. Astrophys.* 438, 39-53 (2005).
- Reid, M. J., Brunthaler, A.: The proper motion of Sgr A*. In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA*. (Eds.) Romney, J. D.;

- Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 253-257.
- Remijan, A. J., Wyrowski, F., Friedel, D. N., Meier, D. S., Snyder, L. E.: A survey of large molecules toward the protoplanetary nebula CRL 618. *Astrophys. J.* 626, 233-244 (2005).
- Riechers, D., Balega, Y., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Moshchikov, A. B., Shenavrin, V. I., Weigelt, G.: A quasi-time-dependent radiative transfer model of OH 104.9+2.4. *Astron. Astrophys.* 436, 925-931 (2005).
- Rioja, M., Dodson, R., Porcas, R., Suda, H., Colomer, F.: Measurement of core-shifts with astrometric multi-frequency calibration. In: *Proceedings of the 17th Meeting on European VLBI for Geodesy and Astrometry.* (Eds.) Vennebusch, M.; Nothnagel, A. INAF, Noto 2005, 125-130.
- Ros, E.: High precision differential astrometry. In: *Future Directions in High Resolution Astronomy: the 10th Anniversary of the VLBA.* (Eds.) Romney, J. D.; Reid, M. J. ASP Conf. Series No. 340, Astron. Soc. Pacific, San Francisco 2005, 482-488.
- Roueff, E., Lis, D. C., van der Tak, F. S. S., Gerin, M., Goldsmith, P. F.: Interstellar deuterated ammonia: from NH₃ to ND₃. *Astron. Astrophys.* 438, 585-598 (2005).
- Roussel, H., Helou, G., Condon, J., Beck, R.: Nascent starbursts in synchrotron - deficient galaxies. In: *Starbursts: from 30 Doradus to Lyman Break Galaxies.* (Eds.) de Grijs, R.; Delgado, R.M.G. *Astrophysics and Space Science Library* No. 329, Springer, Dordrecht 2005, 223-226.
- Roy, A. L., Goss, W. M., Mohan, N. R., Anantharamaiah, K. R.: Radio recombination lines from the starburst galaxy NGC 3256. *Astron. Astrophys.* 435, 831-837 (2005).
- Roy, A. L., Goss, W. M., Mohan, N. R., Oosterloo, T., Anantharamaiah, K. R.: Radio recombination lines from starbursts: NGC 3256, NGC 4945 and the Circinus galaxy. In: *The Evolution of Starbursts.* (Eds.) Hüttemeister, S.; Manthey, E.; Bomans, D.; Weis, K. *AIP Conference Proceedings* No. 783, American Institute of Physics, Melville, NY 2005, 303-309.
- Schilke, P.: Line surveys. In: *Submillimetre Astronomy in the Era of the SMA.* 2005. <http://cfa-www.harvard.edu/smast05/science/talks/schilke.ppt>
- Schinnerer, E., Weiß, A., Aalto, S., Scoville, N. Z., Rupen, M. P., Kennicutt, R. C., Beck, R., Fletcher, A.: Star clusters in M51: connection between molecular gas, stars and dust. In: *Starbursts: from 30 Doradus to Lyman Break Galaxies.* (Eds.) de Grijs, R.; Delgado, R.M.G. *Astrophysics and Space Science Library* No. 329, Springer, Dordrecht 2005, 251-254.
- Schöier, F. L., van der Tak, F.F.S., van Dishoeck, E. F., Black, J. H.: An atomic and molecular database for analysis of submillimetre line observations. *Astron. Astrophys.* 432, 369-379 (2005).
- Schüller, F., Omont, A., Felli, M., Testi, L., Bertoldi, F., Menten, K. M.: Recent star formation in the Galactic centre seen by ISO and Spitzer. In: *Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a Prelude to Herschel and ALMA.* (Ed.) Wilson, A. ESA SP No. 577, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 235-238.
- Siebenmorgen, R., Freudling, W., Krügel, E., Haas, M.: ISOCAM survey and dust models of 3CR radio galaxies and quasars. In: *Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a Prelude to Herschel and ALMA.* (Ed.) Wilson, A. ESA SP-577, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 325-326.
- Siebenmorgen, R., Haas, M., Krügel, E., Schulz, B.: Discovery of 10 μ m silicate emission in quasars evidence of the AGN unification scheme. *Astron. Astrophys.* 436, L5-L8 (2005).

- Slowikowska, A., Jessner, A., Klein, B., G. Kanbach, G.: Polarization characteristics of the Crab pulsar's giant radio pulses at HFCs phases. In: *Astrophysical Sources of High Energy Particles and Radiation*. (Eds.) Bulik, T.; Rudak, B.; Madejski, G. AIP Conference Proceedings No. 801, American Institute of Physics, Melville, N.Y. 2005, 324-329.
- Smith, K. W., Balega, Y. Y., Duschl, W. J., Hofmann, K.-H., Lachaume, R., Preibisch, T., Schertl, D., Weigelt, G.: Close binary companions of the HAeBe stars LkH α 198, Elias 1, HK Ori and V380 Ori. *Astron. Astrophys.* 431, 307-319 (2005).
- Smits, J. M., Mitra, D., Kuijpers, J.: Frequency dependence of the drifting subpulses of PSR B0031-07. *Astron. Astrophys.* 440, 683-692 (2005).
- Stanko, S., Klein, B., Kerp, J.: A field programmable gate array spectrometer for radio astronomy: first light at the Effelsberg 100-m telescope. *Astron. Astrophys.* 436, 391-395 (2005).
- Stelzer, B., Flaccomio, E., Montmerle, T., Micela, G., Sciortino, S., Favata, F., Preibisch, T., Feigelson, E. D.: X-ray emission from early-type stars in the Orion nebula cluster. *Astrophys. J. Suppl.* 160, 557-581 (2005).
- Stone, M. R., Naftaly, M., Miles, R. E., Cámara Mayorga, I., Malcoci, A., Mikulics, M.: Generation of continuous-wave terahertz radiation using a two-mode titanium sapphire laser containing an intracavity Fabry-Perot etalon. *J. Appl. Phys.* 97, 103108-1-4 (2005).
- Stutzki, J., Schmülling, F., Rabasse, J. F., Comito, C., Schilke, P., Lord, S., Belgacem, M.: The Herschel HIFI data simulator. In: *Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a Prelude to Herschel and ALMA*. (Ed.) Wilson, A. ESA SP No. 577, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 415-416.
- Szymczak, M., Pillai, T., Menten, K. M.: Masers as signposts of high-mass protostars: a water maser survey of methanol maser sources. *Astron. Astrophys.* 434, 613-621 (2005).
- van der Tak, F. F. S.: The chemistry of high-mass star formation. In: *Massive Star Birth: a Crossroads of Astrophysics*. (Eds.) Cesaroni, R.; Felli, M.; Churchwell, E.; Walmsley, M. IAU Symposium No. 227; *Proceedings of the International Astronomical Union Symposia and Colloquia No. 1*, Cambridge University Press, Cambridge, UK 2005, 70-79.
- van der Tak, F. F. S., Caselli, A., Ceccarelli, C.: Line profiles of molecular ions toward the pre-stellar core LDN 1544. *Astron. Astrophys.* 439, 195-203 (2005).
- van der Tak, F. F. S., Menten, K. M.: Very compact radio emission from high-mass protostars. II. Dust disks and ionized accretion flows. *Astron. Astrophys.* 437, 947-956 (2005).
- van der Tak, F. F. S., Tuthill, P. G., Danchi, W. C.: Subarcsecond mid-infrared and radio observations of the W3 IRS5 protocluster. *Astron. Astrophys.* 431, 993-1005 (2005).
- Vogler, A., Madden, S. C., Beck, R., Lundgren, A. A., Sauvage, M., Vigroux, L., Ehle, M.: Dissecting the spiral galaxy M83: mid-infrared emission and comparison with other tracers of star formation. *Astron. Astrophys.* 441, 491-511 (2005).
- Vollmer, B., Braine, J., Combes, F., Sofue, Y.: New CO observations and simulations of the NGC 4438/NGC 4435 system: interaction diagnostics of the Virgo cluster galaxy NGC 4438. *Astron. Astrophys.* 441, 473-489 (2005).
- Vollmer, B., Davoust, E., Dubois, P., Genova, F., Ochsenbein, F., van Driel, W.: The precision of large radio continuum source catalogues: an application of the SPEC-FIND tool. *Astron. Astrophys.* 436, 757-762 (2005).
- Vollmer, B., Huchtmeier, W., van Driel, W.: NGC 4254: a spiral galaxy entering the Virgo

- cluster. *Astron. Astrophys.* 439, 921-933 (2005).
- Weigelt, G., Beckert, T., Duschl, W., Hönl, S., Wittkowski, M.: Infrared interferometry of AGN. In: *The Formation and Co-Evolution of Black Holes and Galaxies*. (Eds.) Duschl, W.J.; Arimoto, N.; Mineshiga, S. 2005. http://www.mpifr-bonn.mpg.de/div/ir-interferometry/papers/weigeltetalinterferometryofagn_jgs05.pdf
- Weigelt, G., Beckert, T., Hofmann, K.-H., Schertl, D., Wittkowski, M.: Near-infrared interferometry of AGN. *Memorie Soc. Astron. Italiana* 76, 39-42 (2005).
- Weigelt, G., Beckert, T., Hofmann, K.-H., Schertl, D., Wittkowski, M.: NIR interferometry of the Seyfert galaxy NGC1068: present interferometric results and future goals. In: *Science Cases for Next Generation Optical/Infrared Interferometric Facilities (the Post VLT Era): Proceedings of the 37th Liège International Astrophysical Colloquium*. (Eds.) Surdej, J.; Caro, D.; Detal, A. Liège University, Institute of Astrophysics and Geophysics, Liège 2005, 97-104.
- Weiß, A., Downes, D., Henkel, C., Walter, F.: Atomic carbon and CO at redshift 2.5. In: *Starbursts: from 30 Doradus to Lyman Break Galaxies*. (Eds.) de Grijs, R.; Delgado, R.M.G. *Astrophysics and Space Science Library* No. 329, Springer, Dordrecht 2005, P84.
- Weiß, A., Downes, D., Henkel, C., Walter, F.: Atomic carbon at redshift 2.5. *Astron. Astrophys.* 429, L25-L28 (2005).
- Weiß, A., Downes, D., Henkel, C., Walter, F.: CO and C I at redshift 2.5. In: *The Evolution of Starbursts*. (Eds.) Hüttemeister, S.; Manthey, E.; Bomans, D.; Weis, K. *AIP Conference Proceedings* No. 783, American Institute of Physics, Melville, NY 2005, 401-406.
- Weiß, A., Downes, D., Walter, F., Henkel, C.: Multiple CO lines in SMM J16359+6612 - further evidence for a merger. *Astron. Astrophys.* 440, L45-L49 (2005).
- Wielebinski, R.: Magnetic fields in the Milky Way, derived from radio continuum observations and Faraday rotation studies. In: *Cosmic Magnetic Fields*. (Eds.) Wielebinski, R.; Beck, R. *Lecture Notes in Physics* No. 664, Springer, Berlin 2005, 89-112.
- Wielebinski, R.: Recent results on the magnetic fields of the Galaxy. In: *High Energy Gamma-Ray Astronomy*. (Eds.) Aharonian, F.A.; Völk, H.J.; Horns, D. *AIP Conference Proceedings* No. 745, American Institute of Physics, New York 2005, 721-723.
- Wielebinski, R.: The 'tomography' of the galactic magnetic field. In: *The Magnetized Plasma in Galaxy Evolution*. (Eds.) Chyzy K.T.; Otmianowska-Mazur, K.; Soida, M.; Dettmar, R.-J. Jagiellonian University, Astronomical Observatory, Krakow 2005, 125-129.
- Wilson, T. L., Batrla, W.: An alternate estimate of the mass of dust in Cassiopeia A. *Astron. Astrophys.* 430, 561-566 (2005).
- Wilson, T. L., Batrla, W.: The mass of dust in Cassiopeia A. In: *Proceedings of the Dusty and Molecular Universe: a Prelude to Herschel and ALMA*. (Ed.) Wilson, A. *ESA SP-577*, ESA Publications Division, Noordwijk 2005, 439-440.
- Wittkowski, M., Boboltz, D. A., Driebe, T., Ohnaka, K.: VLTI observations of AGB stars. *Memorie della Societa Astronomica Italiana* 76, 457-461 (2005).
- Wouterloot, J. G. A., Brand, J., Henkel, C.: The interstellar C¹⁸O/C¹⁷O ratio in the solar neighbourhood: the ρ Ophiuchus cloud. *Astron. Astrophys.* 430, 549-560 (2005).
- Wu, G., Hansen, V., Gemünd, H. P., Kreysa, E.: Multi-layered submillimetre FSS of shifted crossed slot elements for applications in radio astronomy. In: *GeMiC 2005: German Microwave Conference*. (Ed.) Menzel, W. Universität, Ulm 2005, 128-131.
- Wu, G., Hansen, V., Gemünd, H. P., Kreysa, E.: Resonant mesh filters using densely packed FSS elements for space applications. In: *30th International Conference of Infrared and*

Millimeter Wave and 13th International Conference on Terahertz Electronics. (Ed.) Button, K.J. Jefferson Laboratory, Williamsburg, VA 2005, 209-210.

Young, K. E., Harvey, P. M., Brooke, T. Y., Chapman, N., Kauffmann, J., Bertoldi, F., Lai, S.-P., Alcalá, J., Bourke, T. L., Spiesman, W., Allen, L. E., Blake, G. A., Evans, N. J. II, Koerner, D. W., Mundy, L. G., Myers, P. C., Padgett, D. L., Salinas, A., Sargent, A. I., Stapelfeldt, K. R., Teuben, P., van Dishoeck, E. F., Wahhaj, Z.: The Spitzer c2d survey of large, nearby, interstellar clouds. I. Chamaeleon II observed with MIPS. *Astrophys. J.* 628, 283-297 (2005).

7.2 Abstracts

Angelakis, E., Kraus, A.: 4.85 and 10.45 GHz observations of XTE J1118+480 following the VLA. *The Astronomers Telegram*, No. 400 (2005).

Arshakian, T. G.: Direct evidence of the receding 'torus' around active galactic nuclei of FR II radio galaxies and quasars. *Astronomische Nachrichten* 326, 535 (2005).

Beck, R.: The square kilometer array (SKA) - status and prospects. *Astronomische Nachrichten* 326, 608-609 (2005).

Beckert, T., Hönl, S., Duschl, W., Weigelt, G.: Infrared emission from a clumpy and dusty torus around AGN. *Astronomische Nachrichten* 326, 536 (2005).

Bernhart, S., Krichbaum, T. P.: Structural variability of intraday variable sources. *Astronomische Nachrichten* 326, 538 (2005).

Britzen, S., Roland, J., Witzel, A.: Supermassive binary black holes in AGN. *Astronomische Nachrichten* 326, 539-540 (2005).

Brunthaler, A., Bower, G. C., Falcke, H.: Radio linear and circular polarization from M81. *Astronomische Nachrichten* 326, 541 (2005).

Brunthaler, A., Falcke, H., Bower, G. C., Aller, M. F., Aller, H. D., Teräsranta, H.: The extreme flare in III Zw2: evolution of a radio jet in a Seyfert galaxy. *Astronomische Nachrichten* 326, 540-541 (2005).

Brunthaler, A., Reid, M. J., Loeb, A., Falcke, H.: The proper motion of M33. *Astronomische Nachrichten* 326, 487 (2005).

Domiciano de Souza, A., Zorec, J., Vakili, F., Jankov, S.: Stellar differential rotation and inclination angle of hot fast rotators from spectro-interferometry. In: *Société Française d'Astronomie et d'Astrophysique: Scientific Highlights 2004*. (Eds.) Combes, F.; Barret, D.; Contini, T.; Meynardier, F.; Pagani, L. EDP Sciences, Les Ulis Cedex A 2005, 285-288.

Driebe, T., Hofmann, K.-H., Ohnaka, K., Preibisch, T., Weigelt, G., Wittkowski, M.: Mid-infrared long-baseline interferometry of the symbiotic Mira star RXPup with the VLTI/MIDI instrument. *Astronomische Nachrichten* 326, 649 (2005).

Driebe, T., Riechers, D., Balega, Y., Hofmann, K.-H., Men'shchikov, A.B., Weigelt, G.: High-resolution near-infrared speckle interferometry and radiative transfer modeling of the OH/IR star OH 26.5+0.6. *Astronomische Nachrichten* 326, 648 (2005).

Heyminck, S., Güsten, R., van der Wal, P., Stutzki, J., Graf, U. U., Hübers, H.-W., Hartogh, P., Röser, H.-P.: GREAT - the German first light heterodyne instrument for SOFIA. *Astronomische Nachrichten* 326, 577-578 (2005).

Heyminck, S., Kasemann, C., Güsten, R.: FLASH - a first light APEX submillimeter heterodyne instrument. *Astronomische Nachrichten* 326, 576 (2005).

Impellizzeri, C. M. V., Roy, A. L., Henkel, C., Darling, J., Braatz, J. A.: Molecular tori in AGN: a search using excited states of OH. *Astronomische Nachrichten* 326, 544-545 (2005).

Kadler, M., Kerp, J., Ros, E., Zensus, J. A.: The X-ray properties of radio-loud core-

- dominated AGN: the 2 cm-X-sample. *Astronomische Nachrichten* 326, 545 (2005).
- Kasemann, C., Güsten, R., Heyminck, S., Klein, B., Klein, T., Korn, A., Philipp, S., Baryshev, A.: CHAMP+ - a powerful submillimeter array for the APEX telescope. *Astronomische Nachrichten* 326, 578-579 (2005).
- Kaufmann, S., Kadler, M., Kerp, J.: The X-ray properties of radio-loud core-dominated AGN: extension to the high redshift regime. *Astronomische Nachrichten* 326, 546 (2005).
- Kraus, S., Balega, Y.Y., Hofmann, K.-H., Preibisch, T., Weigelt, G.: Bispectrum speckle imaging of the ultracompact H II region K3-50A. *Astronomische Nachrichten* 326, 563 (2005).
- Krichbaum, T. P., Zensus, J. A., Witzel, A.: Radio interferometric observations of AGN - probing the nucleus of M87 with 20 Schwarzschild radii resolution. *Astronomische Nachrichten* 326, 548-549 (2005).
- Lobanov, A.: Imaging capabilities of future radio telescopes. *Astronomische Nachrichten* 326, 616-617 (2005).
- Lobanov, A.: Supermassive binary black holes driving the activity of galactic nuclei. *Astronomische Nachrichten* 326, 549-550 (2005).
- Meli, A., Biermann, P. L.: Proton acceleration at quasi-perpendicular shocks: a case study for active galactic nuclei. *Astronomische Nachrichten* 326, 551 (2005).
- Nigl, A., Timmermans, C., Schellart, P., Kuijpers, J., Falcke, H., Horneffer, A., de Vos, C. M., Koopman, Y., Pepping, H. J., Schoonderbeek, G.: An outreach project for LOFAR and cosmic ray detection. *Astronomische Nachrichten* 326, 619-620 (2005).
- Ohnaka, K., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Schertl, D., Weigelt, G.: Mid-infrared spectro-interferometric observation of the Mira variable RR Sco with the VLTI/MIDI instrument. *Astronomische Nachrichten* 326, 567 (2005).
- Ohnaka, K., Driebe, T., Hofmann, K.-H., Schertl, D., Weigelt, G.: VLTI/MIDI observation of the silicate carbon star Hen 38 (IRAS 08002-3803): silicate dust reservoir spatially resolved for the first time. *Astronomische Nachrichten* 326, 567 (2005).
- Pineda, J. L., Ott, J., Wong, T., Henkel, C., Fukui, Y., Klein, U., Weiß, A., Staveley-Smith, L., Hunt-Cunningham, M., Minamidani, T.: Large scale mapping of molecular gas in the vicinity of 30 Doradus in the Large Magellanic Cloud. *Astronomische Nachrichten* 326, 528 (2005).
- Polatidis, A. G.: Radio observations of starburst and AGN activity ultraluminous infrared galaxies. *Astronomische Nachrichten* 326, 554 (2005).
- Preibisch, T., Beuther, H., Hofmann, K.-H., Meyer, M., Schertl, D., Smith, M. D., Weigelt, G., Young, E. T.: Bispectrum speckle interferometry of the massive protostellar outflow source IRAS 23151+5912. *Astronomische Nachrichten* 326, 570 (2005).
- Reich, W.: Galactic tomography based on observations with LOFAR and Effelsberg. *Astronomische Nachrichten* 326, 620-621 (2005).
- Riechers, D., Driebe, T., Balega, Y., Hofmann, K.-H., Menshchikov, A.B., Weigelt, G.: High-resolution near-infrared speckle interferometry and radiative transfer modeling of the OH/IR star OH104.9+2.4. *Astronomische Nachrichten* 326, 666 (2005).
- Ros, E., Kadler, M., Zensus, J. A.: Kinematics in active galactic nuclei at parsec scales: the VLBA 2 cm survey. *Astronomische Nachrichten* 326, 554-555 (2005).
- Shankland, P. D., Blank, D., Laughlin, G., Price, A., Gary, B., Bissinger, R., Ringwald, F., White, G., Ashbey, M., Greenhill, J., McGee, P., Sinclair, S., Carter, B., Lee, S., Biggs, J., Tabur, V., Roy, A., Santallo, R., Kilmartin, P., Higgins, D., Nelson, P., Richards, T., Heathcote, B., Stockdale, C., Kereszty, Z., Laurent, J. L., Ponthiere, P. de,

- Johnston, K. J., Lazio, J., Knapp, C., Dvorak, S., Fleenor, M., Case, J., Koppelman, M., Wells, D., Dillon, W., Koff, R., James, R., Holtzman, J., Huziak, R.: A photometric monitoring campaign to check for planetary transits of GJ 876. *Bull. American Astron. Soc.* 37, 442 (2005).
- Siebenmorgen, R., Haas, M., Krügel, E., Schulz, B.: Discovery of $10\ \mu\text{m}$ silicate emission in quasars. - Evidence of the AGN unification scheme. *Astronomische Nachrichten* 326, 556 (2005).
- Tabatabaei, F., Krause, M., Beck, R.: Spitzer images of M33: a probe to radio-FIR correlation. *Astronomische Nachrichten* 326, 532 (2005).
- Weigelt, G., Balega, Y. Y., Beckert, T., Duschl, W. J., Hofmann, K.-H., Menshchikov, A.B., Schertl, D., Wittkowski, M.: Infrared interferometry of the Seyfert Galaxy NGC 1068. *Astronomische Nachrichten* 326, 558 (2005)
- Weigelt, G., Beckert, T., Beckmann, U., Driebe, T., Foy, R., Fraix-Burnet, D., Hofmann, K.-H., Kraus, S., Malbet, F., Mathias, P., Marconi, A., Monin, J.-L., Petrov, R., Schertl, D., Stee, P., Testi, L.: Near-infrared interferometry with the AMBER instrument of the VLTI. *Astronomische Nachrichten* 326, 572 (2005)

7.3 Bücher

- Lobanov, A. P., Venturi, T.: Multiband approach to AGN. *Memorie Soc. Astron. Italiana* Vol. 76, No. 1. 172 S.
- Wielebinski, R., Beck, R.: *Magnetic Fields in the Universe. Lecture Notes in Physics* No. 664, Springer, Berlin 2005, 279 S.

7.4 Populärwissenschaftliche Veröffentlichungen

- Junkes, N.: Jagd nach kosmischen Aminosäuren: Spurensuche via Radiowellen nach Vorstufen des Lebens. *Telepolis spezial* No. 1, 96-97 (2005).
- Ott, J., Staveley-Smith, L., Henkel, C., Weiß, A.: The compact array Galactic Centre ammonia survey. *ATNF News* 57, 1-2 (2005).
- Wittkowski, M., Paresce, F., Chesneau, O., Kervella, P., Meilland, A., Meisenheimer, K., Ohnaka, K.: Recent astrophysical results from the VLTI. *The Messenger* 119, 36-42 (2005).

Norbert Junkes