

Heidelberg-Königstuhl

Landessternwarte

Königstuhl, 69117 Heidelberg
Tel. (06221) 509-0, Telefax: (06221) 509-202
E-Mail: Postmaster@lsw.uni-heidelberg.de
Internet: <http://www.lsw.uni-heidelberg.de>

1 Personal und Ausstattung

1.1 Personalstand

Direktoren und Professoren:

Prof. Dr. I. Appenzeller [-292], Prof. Dr. M. Camenzind [-262], Prof. Dr. J. Krautter [-209], Prof. Dr. D. Labs (i. R.) [-230], Prof. Dr. S. Wagner [-212], Prof. Dr. B. Wolf (i. R.) [-214].

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. M. Biermann [-233] (DLR), Dr. S. Britzen [-256] (Clausen-Habilitations-Stipendiatin), Dr. J. Heidt [-204] (SFB 439), Dr. A. Hujeirat (DFG), Dr. G. Klare (i. R.) [-214], Dr. H. Mandel [-234], Dr. D. Mehlert [-203] (SFB 439), Dr. C. Möllenhoff [-210], Dr. R. Östreicher [-211], Dr. habil. H.-M. Schmid [-222] (DFG), Dr. W. Seifert [-232] (BMBF), Dr. P. Skelton [-223] (SFB 439), Dr. O. Stahl [-231], Dr. E. Sutorius (BMBF), Dr. M. Thiele [-265] (SFB439).

Doktoranden:

Dipl.-Phys. H. Bock [-223], Dipl.-Phys. J. Gracia [-254] (SFB), Dipl.-Phys. M. Krause [-254] (SFB), Dipl.-Phys. M. Maintz [-258] (DFG), Dipl.-Phys. A. Müller [-246], Dipl.-Phys. S. Noll [-203], Dipl.-Phys. S. Spindeldreher [-255], Dipl. Phys. P. Strub [-229] (SFB), Dipl.-Phys. M. Stute [-255] (DFG), Dipl.-Phys. S. Tubbesing (DFG).

Diplomanden:

J. Fiestas, S. Frank, M. Hauser, Ch. Tapken, B. Zink.

Sekretariat und Verwaltung:

U. Anslinger [-291], M. Böse [-201], B. Wright (z. Zt. beurlaubt).

Technisches Personal:

M. Darr [-228], B. Farr [-206], L. Geuer [-216], G. Hille (DLR), M. Lehmitz [-235] (BMBF), H. Radlinger [-218], F. Ruzicka [-217], L. Schäffner [-216], A. Seltmann [-235] (BMBF), S. Süß [-216], J. Tietz [-253], M. Welker-Scholl [-215], S. Zinser [-226], Th. Zinser [-226], W. Xu [-232] (BMBF).

Studentische Mitarbeiter:

Stefan Kraus

1.2 Personelle Veränderungen

Die Herren J.F. Fiestas, H. Müller, H.-M. Schmid, E. Sutorius und S. Tubbesing verließen das Institut, um Stellen an anderen astronomischen Forschungseinrichtungen oder in der Industrie anzutreten.

Neu an das Institut kamen die Herren M. Biermann, S. Frank, M. Hauser, P. Strub und Ch. Tapken.

1.3 Instrumente und Rechenanlagen

Der HEROS-Echelle-Spektrograph der Landessternwarte war im gesamten Berichtsjahr im Rahmen der Zusammenarbeit mit der Tschechischen Akademie der Wissenschaften am 2-m-Teleskop der Sternwarte Ondřejov in Tschechien installiert, wo er gemeinsam von Wissenschaftlern der Sternwarte Ondřejov und der Landessternwarte genutzt wurde.

2 Gäste

Im Rahmen von wissenschaftlichen Kooperationen hielten sich folgende Kollegen zu Gast-aufenthalten unterschiedlicher Länge an der Sternwarte auf:

Prof. Chris Campbell, New Castle, UK,
Dr. W. Fürtig, Sonneberg,
Dr. A. Gupta, Ahemabad, Indien,
Dr. U. Hopp, München,
Dr. I. Jankovics, Budapest/Szombathely, Ungarn,
Dr. A. Kaufer, ESO, Santiago, Chile,
L. Kedziora-Chudczer, Sydney,
Dipl.-Phys. J. Klare, Bonn,
Dr. O. Kurtanidze, Tibilissi, Georgien,
Prof. H. Lesch, München,
Jan-Uwe Ness, Hamburg,
Dr. T. Rivinius, ESO, Garching,
Dipl.-Phys. M. Sasaki, MPE, Garching,
Dr. S. Štefl, Ondřejov, Tschechische Republik,
Dr. Th. Szeifert, ESO, Santiago, Chile,
Prof. T. Takahashi, ISAS, Tokyo, Japan,
Dr. J. Vennik, Tartu, Estland,
Dr. I. Vincze, Szombathely, Ungarn,
Dr. L. Wisotzki, Potsdam.

3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

Sechs habilitierte Mitarbeiter des Instituts beteiligten sich wieder am Lehrprogramm der Universität Heidelberg und an Diplom- und Doktor-Prüfungen in den Fächern Astronomie und Astrophysik. Herr Camenzind hielt außerdem eine Vorlesung und ein Seminar an der Technischen Hochschule Darmstadt.

Wissenschaftliche Mitarbeiter des Instituts waren auch 2001 in zahlreichen nationalen und internationalen Gremien vertreten.

4 Wissenschaftliche Arbeiten

4.1 Instrumentelle Entwicklungen

Im Rahmen des FORS-Projekts (Bau von zwei Universalinstrumenten für das ESO-VLT) wurde ein weiteres Grism für FORS2 vermessen und gefäkt. Die Studie zum Einbau eines durchstimmbaren Filters wurde abgeschlossen. Für weitere Filter wurden optische Rechnungen durchgeführt und die Filter für ESO beschafft und getestet. Die Software-Entwicklung für FORS wurde mit Restarbeiten im Berichtsjahr abgeschlossen. ESO wurde bei einer Reihe von technischen Fragen beim Betrieb der Instrumente auf dem Paranal unterstützt (Seifert, Appenzeller, Fürtig, Stahl, Sutorius, Xu, in Zusammenarbeit mit den Universitäts-Sternwarten Göttingen und München).

In Zusammenarbeit mit dem Astrophysikalischen Institut Potsdam wurde das Konzept für das Autoguider/Wavefrontsensor-System des LBT-Teleskops endgültig festgelegt. Neben anderen mechanischen Details wurde das Flansch-Interface definiert (Seifert, Seltmann).

Die Beobachtungen der DENIS-Himmelsdurchmusterung im nahen Infrarot (unter der Federführung des Observatoriums Paris-Meudon) wurden im Berichtsjahr endgültig beendet (Appenzeller, Tapken, Wagner).

Die in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg, dem Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik in Garching, dem Astronomischen Institut der Ruhr-Universität Bochum und der Fachhochschule für Technik und Gestaltung in Mannheim begonnenen Arbeiten zum Bau und zur Integration des NIR-Spektrographen LUCIFER für das LBT wurden fortgesetzt. Das Konzept wurde bis Mitte 2001 auf den Stand eines Preliminary Designs entwickelt und erfolgreich einer internationalen Begutachtung unterzogen. Die folgenden Arbeiten konzentrierten sich auf erste Hardware-Beschaffungen und Tests auf Komponentenebene sowie die Auskonstruktion zum Final Design. Mit der Beschaffung der optischen Gläser, der Elektronik und einzelner mechanischer Komponenten wurde begonnen (Mandel, Appenzeller, Lehmitz, Seifert, Seltmann, Xu).

Mit der Mittelfreigabe durch das DLR für das Vorhaben *Pipeline-Verarbeitung, First Look und Missionsvorbereitung für eine Astrometrie-Mission* konnte vom 1. 7. an eine projektfinanzierte Stelle besetzt werden (Michael Biermann) und folgende Arbeiten durchgeführt werden: Antrag zur Frequenzvergabe (Mandel/GSOC/Astrium), Beteiligung am Scientific Management Review (SMR) beim DLR im November 2001 (Biermann, Mandel), wissenschaftliche Betreuung mehrerer Studien (Biermann, Seifert), Software-Entwicklung für die First Look und Quick Look Datenpakete (Biermann), Vorarbeiten zur Missionsvorbereitung im Bereich der Erstellung von Input-Katalogen für spezielle Objekte und Koordination von Beobachtungskampagnen (Mandel), Schulung bei GSOC/Oberpfaffenhofen zum Missionsbetrieb (Biermann), Vorarbeiten zur DIVA-Datenbank (Biermann).

Die technische Überholung des Schwarzen Körpers der Sternwarte zur Vorbereitung des Weltraumexperiments SOLSPEC auf der Space Station wurde erfolgreich abgeschlossen (Labs, Hille, Mandel).

4.2 Sonnensystem

Die Vorbereitungen des SOLSPEC-Sonnenspektroskopie-Experiments auf der Internationalen Raumstation wurden fortgesetzt und dem geänderten Zeitplan der NASA angepaßt (Labs, Mandel, Hille, zusammen mit G. Thuillier und M. Hésé, Service d'Aéronomie du CNRS, Verriere, Frankreich).

4.3 Sternentstehung und junge Sterne

In Zusammenarbeit mit den Herren Wichmann und Schmitt (Hamburg) konnte Herr Krautter den ersten extragalaktischen T Tauri-Stern identifizieren und spektroskopisch bestätigen. Der T Tauri-Stern in der LMC-Dunkelwolke Hodge II 139 zeigt starke $H\alpha$ -Emission mit einer Äquivalentbreite von 78 Å.

Im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes *Physik der Sternentstehung* verwendete Herr Hujeirat seinen zeit-impliziten numerischen 2.5D-MHD-Löser dazu, die innere Struktur der Akkretionsscheibe um Sterne und stellare Schwarze Löcher zu bestimmen. In dieser Anwendung wurden ein Zwei-Komponenten-Plasma (Ionen und Elektronen) und die Komptonisierung von Synchrotronstrahlung berücksichtigt. Um die Spektren der numerischen Verteilung von Dichte und Temperatur zu untersuchen, entwickelte Herr Hujeirat in Zusammenarbeit mit Herrn Camenzind erstmals einen impliziten Löser für die 4D-Strahlungstransport-Gleichung, welche die Comptonisierung in Form des Kompaneets-Operators beinhaltet. Mit diesen beiden Paketen ist man in der Lage, simulierte 2D-Akkretionsscheibenspektren mit den Beobachtungen der Röntgenstrahlung von LMXBs zu vergleichen.

Diese Arbeiten ergaben außerdem, daß sich die Existenz des Torus in der Zwei-Temperatur-Beschreibung eines Plasmas als sehr stabil erweist. Magnetische Rekonnektion und andere Mechanismen, welche Elektronen und Ionen thermisch sehr effizient koppeln, können diese Stabilität nicht beeinträchtigen. Die Temperatur des Ionen-Torus wird zwar durch diese Kopplung etwas erniedrigt, der Torus verschwindet jedoch nicht.

4.4 Röntgenquellen, Kompakte Objekte, Novae, Symbiotische Sterne

Herr Krautter war im Rahmen eines internationalen Vorhabens unter der Leitung von Tovmassian et al. (Mexico City) an der Identifikation der Röntgenquelle RX J0704.2+6203 mit einem magnetischen Kataklysmischen Veränderlichen beteiligt. Die Bahnperiode des Systems beträgt 97.27 Minuten, die geschätzte Magnetfeldstärke liegt bei 20 MG.

Herrn Krautters Projekt in Zusammenarbeit mit S. Hubrig (ESO, Paranal) und D. Le Mignant (Hawaii) zur Suche nach nahen Begleitern um röntgenemittierende späte B-Sterne wurde abgeschlossen.

Daneben war Herr Krautter weiterhin im Nova-ToO-Team (Starrfield, Gehrz, Truran, Shore, Evans, Wagner, Woodward u. a.) aktiv. Von diesem wurden mit dem Röntgensatelliten Chandra weitere Röntgenbeobachtungen der Novae V382 Vel 1999 und V1494 Aql 1999 durchgeführt. Das Spektrum von V1494 Aql entwickelte sich innerhalb einiger Monate zu dem einer super-weichen Röntgenquelle, deren Spektrumsmaximum sich bei ~ 0.5 keV befindet. Eine Analyse der Röntgenlichtkurve zeigte sowohl einen kurzzeitigen 'Ausbruch' und periodische Variationen. Der 'Ausbruch' bestand in einem schnellen Anstieg der Röntgenleuchtkraft um etwa einen Faktor sechs. Die Ursache des Ausbruchs, dessen Dauer etwa 1000 Sekunden betrug, liegt noch im Dunkeln. Eine zeitliche Analyse von 25 ks Beobachtungen zeigte eine periodische Variation der Röntgenleuchtkraft mit $P = 501.6$ s. Da im Periodogramm weitere Perioden gefunden wurden, wird angenommen, daß es sich um nicht-radiale g-Moden eines pulsierenden Weißen Zwergs handelt.

In Zusammenarbeit mit S. Starrfield (Tempe), J. Truran (Chicago) R. Gehrz, M. Schuster (Minneapolis), C. Woodward und A. Evans (Keele) wurden die Nahinfrarot-Aufnahmen mit HST und Nicmos fortgesetzt. Bei drei der vier Targets (QU Vul, QV Vul und V1974 Cyg) wurden räumlich ausgedehnte Novahüllen gefunden, die alle deutliche Dichtehomogenitäten zeigen. QV Vul und V1974 Cyg haben eine elliptische Morphologie. Die Hüllenausdehnungen erlaubten, Expansionsparallaxen zu berechnen.

Außerdem war Herr Krautter an den von J. Lyke (Minneapolis) koordinierten ISO-Beobachtungen der klassischen Nova V1425 Aql (1995) beteiligt. Durch die Beobachtungen konnte gezeigt werden, daß das Wasserstoffbrennen auf dem Weißen Zwerg nach etwa 400 Tagen endete. Die Hüllenmasse liegt zwischen 2.5 und $4.2 \cdot 10^{-5} M_{\odot}$. N ist stark überhäufig (~ 100 fach solar), während C und O nur etwa 9fach überhäufig sind. Als Entfernung konnte 3.0 ± 0.4 kpc bestimmt werden.

Herr Stute beendete seine Diplomarbeit über Gravitationsfelder rotierender Neutronensterne. Dabei benutzte er eine neue analytische Lösung der Einsteinschen Feldgleichungen für den Außenraum um Neutronensterne von Manko et al., paßte die freien Parameter an numerische Innenraumlösungen von Cook et al. an und untersuchte die resultierenden glo-

balen Eigenschaften. Es zeigte sich, daß diese stark von denjenigen der bisher bekannten Schwarz-Loch-Lösungen abweichen und neue Effekte zeigen. Die besondere Form der Er-gosphäre um schnell rotierende Neutronensterne könnte z. B. für Bildung und Kollimation von Jets mit eine Rolle spielen. Genauere Untersuchungen dazu sind noch im Gange.

Im Rahmen der begonnenen Doktorarbeit über Scheiben und Jets kompakter Objekte übernahm Herr Stute das Projekt zur Untersuchung des symbiotischen Doppelsternsystems MWC 560 von H.-M. Schmid. Ziel der Arbeit ist es, mit Hilfe numerischer Simulationen mit dem MHD-Code *NIRVANA* das theoretische Verständnis des Jets dieses einzigartigen Systems zu erhöhen. Das umfangreiche Datenmaterial, gesammelt von Schmid et al., und insbesondere die Geschwindigkeitsstruktur des Jets soll dabei reproduziert werden.

4.5 Heiße Sterne

Eine lange spektroskopische Zeitserie (99 Spektren in 103 Nächten) des schnellrotierenden Überriesen HD 64760 (B0.5Ib) im optischen Spektralbereich wurde eingehend analysiert. In diesem Objekt war schon 1997 durch die IUE-Mega-Kampagne eine Modulation des Sternwindes mit einer Periode von 2.4 bzw 1.2 Tagen entdeckt worden. Durch die neuen Beobachtungen konnte diese Modulationsperiode auch in der $H\alpha$ -Linie und in der $HeI\lambda 4026$ Å-Linie nachgewiesen werden. Die Linienprofilvariationen in der $HeI\lambda 4026$ Å-Linie deuten auf nichtradiale Pulsationen hin. Damit konnte erstmals eine direkte Verbindung zwischen Variationen in der Photosphäre und im Sternwind gezeigt werden (O. Stahl, mit A. Kaufer, ESO und R. Prinja, London).

Die Analyse der mit FEROS gewonnenen Daten des frühen B-Hypergiganten R 81 der Großen Magellanschen Wolke wurde abgeschlossen. Mit Hilfe der Bedeckungslichtkurve von R 81 und der Radialgeschwindigkeitskurve wurden die Massen und Radien der Komponenten des Doppelsternsystems abgeschätzt. Das Spektrum des Sekundärsterns konnte nicht gefunden werden (Tubbesing).

Außerdem wurde eine sehr lange spektroskopische Zeitserie (1991 bis 2001) des galaktischen leuchtkräftigen Veränderlichen (LBV) HD 160529 analysiert. Die stärksten spektroskopischen Variationen wurden auf Zeitskalen von 50 bis 100 Tagen gefunden. Daneben wurde ein langsamer Trend nachgewiesen (Zeitskala > 5 Jahre), der mit einem Anstieg der Helligkeit korreliert zu sein scheint. Im Gegensatz zu dem LBV AG Car, scheint bei HD 160529 die Massenverlustrate nicht mit dem Helligkeitszyklus zu variieren (O. Stahl, B. Wolf, mit Th. Gäng, Greenbelt, W. Schmutz, A. Haberleiter, Davos, Ch. Sterken und A. Arentoft, Brüssel, sowie A. Kaufer, Th. Rivinius, und Th. Szeifert, ESO).

Die enge Zusammenarbeit mit dem Institut für Stellarastrophysik der Tschechischen Akademie der Wissenschaften in Ondřejov wurde fortgesetzt. Ziel dieses Projektes ist die Langzeitbeobachtung der Variabilität von Be- und Bn-Sternen und ϕ Persei-ähnlichen Doppelsternsystemen (Maintz, Stahl, mit Th. Rivinius, W. Hummel, ESO, und S. Štefl, Ondřejov).

Im Rahmen ihrer Doktorarbeit über Be-Doppelsternsysteme mit heißen, kompakten Begleitern (Be + sdO-Binaries) untersuchte Frau Maintz die Variation der Linienprofile von 59 Cygni. Die zeitlich variable Emissionskomponente, die der Bewegung des Begleitsterns folgt und in der Heliumlinie bei 6678 Å am deutlichsten sichtbar wird, konnte erfolgreich mit dem Sektormodell von W. Hummel, ESO, reproduziert werden. Dieses basiert auf der Annahme, daß ein Bereich der Scheibe um den Be-Stern durch die Strahlung des heißen Begleiters aufgeheizt und zusätzlich zur Emission angeregt wird. Aufgrund der Modellierungsergebnisse konnte eine weitere variable Emissionskomponente identifiziert werden, die als mitverantwortlich für die Entstehung von Satellitenabsorptionen bei Be + sdO-Systemen angesehen werden kann.

4.6 Normale Galaxien

Die photometrischen Daten, die 1999/2000 für das FORS Deep Field (FDF) Projekt aufgenommen und 2000 zur Erstellung eines vorläufigen Galaxienkataloges benutzt worden

waren, wurden einer endgültigen Datenreduktion unterzogen. Dadurch konnte die Grenztiefe verbessert und der Katalog erheblich erweitert werden. Gegenüber den 4200 Objekten in der ersten Version des FDF-Kataloges enthält der neue Katalog nun etwa 7500 Objekte (J. Heidt in Zusammenarbeit mit R. Bender, A. Gabasch, S. Seitz, USM München und A. Böhm, K. Jäger, USM Göttingen). Zusätzlich zu den Breitbandaufnahmen wurden z -Band-Aufnahmen des FDF aufgenommen und Fringes in vorhandenen Aufnahmen entfernt, um die photometrische Klassifikation für sehr rote Objekte zu verbessern (Heidt, Appenzeller, in Zusammenarbeit mit S. Seitz, USM München).

Ebenfalls im Rahmen des FDF-Projekts wurde die Untersuchung physikalischer Eigenschaften junger, hochrotverschobener Galaxien spektroskopisch fortgeführt (Mehlert, Noll, Appenzeller). Hierzu wurden mit Hilfe der schon vorhandenen spektroskopischen und photometrischen Daten weitere Kandidaten für die ergänzende Spektroskopie ausgewählt. Die Beobachtungen wurden entsprechend vorbereitet und am VLT 3 und 4 (FORS 1 und 2) durchgeführt. Inzwischen liegen für etwa 300 Objekte Spektren mit gutem Signal-zu-Rausch-Verhältnis vor. Zur Bestimmung der Rotverschiebung wurde ein für diesen Datensatz optimales, iteratives Verfahren entwickelt, das auf charakteristischen Linien, dem Kontinuumsverlauf und den photometrischen Daten basiert. Außerdem wurde eine Bibliothek von spektralen Energieverteilungen für verschiedene Galaxientypen angelegt, die einen Wellenlängenbereich von $\text{Ly}\alpha$ bis $\text{H}\alpha$ überstreicht. Etwa 70 der untersuchten Galaxien weisen eine Rotverschiebung von $z > 2$ auf und geben die Möglichkeit, sehr junge Sternentstehungsgalaxien zu untersuchen. Ein Ergebnis ist, daß die Spektren bei einer Rotverschiebung von $z \approx 2$ von Absorptionslinien dominiert sind, während mit zunehmender Rotverschiebung die $\text{Ly}\alpha$ -Emission stärker wird. Eine detaillierte Untersuchung von Äquivalentbreiten (C IV und Si IV) zeigt, daß der Metallgehalt dieser Galaxien bei großen Rotverschiebungen ($z \geq 2$) mit dem Alter des Universums zunimmt, während bei kleineren Rotverschiebungen keine weitere chemische Entwicklung nachweisbar ist. Die untersuchten Galaxien sind deutlich metallreicher als DLAs gleicher Rotverschiebung.

Herr Frank analysierte im Rahmen einer Diplomarbeit mit Hilfe von UVES-Spektren hoher Auflösung die intergalaktischen und DLA-Absorptionslinien im Spektrum des FDF-Quasars Q0103–260.

Herr Tapken analysierte VLT-FORS-Spektren von Galaxien mittlerer Rotverschiebung, die im Rahmen der FORS Commissioning Runs als Testobjekte beobachtet worden waren. Unter anderem konnte hierbei das Spektrum des gravitativen Doppelbilds B2/B3 in Abel 370 eindeutig als eine gravitativ verstärkte Starburst-Galaxie geringer Leuchtkraft identifiziert werden (Ch. Tapken, I. Appenzeller, S. Noll, in Zusammenarbeit mit B. Fort, Paris und S. Seitz, München).

Das 1999 begonnene Projekt, in dem die Entwicklung von Galaxien späten Typs in Galaxienhaufen zwischen $z = 0.3$ und 0.7 untersucht wird, wurde fortgesetzt. Ein besonderer Schwerpunkt war dabei die Untersuchung der Sternentwicklungsrate. Darüber hinaus wurden Rotationskurven zur Abschätzung der Gesamtmasse der Galaxien mittels Multiobjektspektroskopie gewonnen, wobei zum Teil die MXU an FORS2 eingesetzt wurde, die im Vergleich zu der Spalt-MOS-Einheit eine wesentlich effizientere Beobachtung von Galaxien in den Galaxienhaufen erlaubt. Es wurden Spektren von ca. 150 Galaxien in 7 Galaxienhaufen aufgenommen (J. Heidt, C. Möllenhoff, in Zusammenarbeit mit K. Jäger, B. Ziegler und K. Fricke Universitätssternwarte Göttingen).

Das Beobachtungsprogramm, mit dem die Hostgalaxien und Haufenumgebungen von BL Lac-Objekten zwischen $z = 0.5$ und 1 analysiert werden, wurde von Herrn Heidt weitergeführt. Die bisherigen (spärlichen und nicht ausreichend tiefen) Beobachtungen deuten auf Entwicklungseffekte speziell in diesem Rotverschiebungsbereich hin. Daten konnten mit dem NTT, VLT und dem NOT (La Palma) gewonnen werden. Die bisherige Analyse zeigt keine oder nur marginale Entwicklungseffekte sowohl der Hostgalaxien als auch der Haufenumgebung der BL Lac-Objekte. Ein prominentes BL Lac-Objekt (PKS 0537–441, $z = 0.9$), welches als Gravitationslinsen kandidat diskutiert wird, wurde spektroskopisch

mit dem VLT untersucht. Hierbei konnte gezeigt werden, daß das BL Lac-Objekt sehr wahrscheinlich weder gelinst ist noch selbst als Gravitationslinse wirkt. Dagegen konnten spektroskopisch 4 Galaxien innerhalb 25 kpc projizierte Entfernung von PKS 0537-441 nachgewiesen werden. Diese könnten durch gravitative Einflüsse die extremen Eigenschaften (Variabilität) dieses BL Lac-Objektes erklären. Das BL Lac selbst liegt wahrscheinlich innerhalb eines Filaments bei $z \sim 0.9$ (J. Heidt, in Zusammenarbeit mit K. Nilsson, L.O. Takalo, A. Sillanpää (Turku), J. Fried (MPIA) und C.M. Urry (STScI)).

Herr Möllenhoff begann mit einer vergleichenden Untersuchung der Oberflächenstruktur von Spiralgalaxien in verschiedenen Farben. Dazu wurde mit dem CAFOS-Fokalreduktor am Calar Alto 2.2-m-Teleskop für eine Stichprobe von Spiralen verschiedenen Typs UBVR-I-Bilder hoher Qualität gewonnen. Eine 2dimensionale Strukturanalyse von Scheiben und Bulges wurde begonnen. Es zeigte sich, daß die Farbabhängigkeit der Strukturparameter bei frühen Spiralen und bei späten Typen unterschiedlich ist.

Das „Gravitational Telescope“-Programm wurde mit weiteren spektroskopischen Beobachtungen am ESO-VLT fortgesetzt (I. Appenzeler, D. Mehlert, S. Noll, in Zusammenarbeit mit R. Bender und S. Seitz (USM München) sowie B. Fort und Y. Mellier (IAP, Paris)).

4.7 Aktive Galaxien und QSOs: Beobachtungen

Die über einen weiten Wellenlängenbereich korrelierte, schnelle Variabilität von Blazaren wurde in weiteren Multifrequenzkampagnen untersucht. Die mehrfach beobachtete Korrelation zwischen schnellen Variationen im Radio- und optischen Wellenlängenbereich ist nur aussagekräftig, wenn schnelle Variationen im optischen Fenster nicht generell auftreten. Dazu wurden in koordinierten Kampagnen mehrere Quellen untersucht, die schnelle Radiovariationen zeigten. Trotz des Auftretens derartiger Phänomene während einer Multifrequenzkampagne wurden keine assoziierten optischen Veränderungen gefunden. Dies legt nahe, daß in diesen Objekten interstellare Szintillationen für die Radiovariationen verantwortlich sind. Im Umkehrschluß unterstützt diese Beobachtung jedoch den außergewöhnlichen Charakter korrelierter Variationen in anderen Unterpopulationen (S. Wagner, A. Gupta, H. Bock in Zusammenarbeit mit L. Kedziora-Chudczer (ATNF)).

Die Untersuchung schneller Variationen im Röntgenbereich wurde durch weitere simultane Messungen mit optischen Teleskopen und dem XTE-Satelliten fortgesetzt (Wagner und Kurtanidze, in Zusammenarbeit mit J. Kataoka, Kyoto). Dabei wurde im vergangenen Jahr weitere Evidenz dafür gefunden, daß sich die Änderungen des hochenergetischen Endes der Synchrotronemission im Röntgenbereich direkt in den optischen Bereich abbildet.

Um die Prozesse der Teilchenbeschleunigung in Blazaren besser zu verstehen, wurden Variationsmuster im optischen und Röntgenbereich untersucht (Wagner, in Kollaboration mit T. Takahashi, J. Kataoka und C. Tanihata). Dazu wurden die gesamten Daten von bisher intensiv vermessenen Röntgenquellen einer einheitlichen statistischen Untersuchung unterzogen. Es bestätigte sich, daß die Strukturfunktionen im Röntgen- und optischen Bereich sehr ähnliches Verhalten aufweisen. Zeitliche Variationen können bis zu Zeitskalen von wenigen Minuten nachgewiesen werden. Die Korrelation mit optischen Messungen ist nicht einheitlich. Einige Ausbrüche sind extrem breitbandig und zeigen identisches Verhalten über vier Dekaden in der Photonenenergie, andere Ausbrüche können nur in sehr engen Energiefenstern beobachtet werden.

Frau Britzen arbeitete an der Fertigstellung der bislang größten Radio-Stichprobe zur Untersuchung scheinbar überlichtschneller Bewegungen in Aktiven Galaxienkernen. Diese Stichprobe (CJF = Caltech-Jodrell Bank flat-spectrum sample) basiert auf interferometrischen Untersuchungen von 293 Aktiven Galaxienkernen. Die bereits seit 1990 mit globalem VLBI und dem VLBA bei einer Beobachtungsfrequenz von 5 GHz durchgeführten Untersuchungen konnten im Dezember 2000 mit einer letzten Beobachtungsepoche (VLBA) für 34 Quellen fertiggestellt werden. Jede Quelle wurde mindestens dreimal in einem Abstand von zwei Jahren beobachtet. Jetzt konnten die Auswertungen, d. h. Kartierung und Modellanpassungen zirkularer Gaußkomponenten, für sämtliche Quellen der Stichprobe vervoll-

ständig und abgeschlossen werden und mit der Bearbeitung der vielfältigen Ziele dieser Beobachtungsreihe begonnen werden.

Erste Ergebnisse weisen darauf hin, daß die Quasare und die BL Lac-Objekte die schnellsten und die Radiogalaxien die langsamsten Jet-Eigenbewegungen zeigen. Diese Stichprobe erlaubt aufgrund der Verteilung der AGN bis hin zu Rotverschiebungen von $z = 4$ die Untersuchung einer möglichen kosmologischen Entwicklung der Eigenbewegungen und der scheinbaren Geschwindigkeiten. Dabei wurden Hinweise für ein Abfallen der größten Eigenbewegungen für die Quasarkomponenten gefunden, während der Mittelwert der Verteilung anzustreigen scheint. Die Quasare weisen die höchsten, die Galaxien die langsamsten scheinbaren Geschwindigkeiten auf und BL Lac-Objekte finden sich bei mittleren Werten. Insgesamt gibt es einen Trend zu höheren scheinbaren Geschwindigkeiten mit wachsender Rotverschiebung. Die meisten Quellen weisen gekrümmte Jetstrukturen auf. Eine Anzahl der kompaktesten CJF-Quellen zeigt Flußdichteveränderungen innerhalb von wenigen Stunden.

Im Gegensatz zu Untersuchungen bei kürzeren Wellenlängen, konnten die Millibogensekunden-Jets im Radiobereich direkt kartiert und damit eine Korrelation zwischen Flußdichte- und Strukturvariationen untersucht werden. Dabei wurden Beweise für eine Assoziation eines mm-Flußdichte-Ausbruchs mit einer neuen VLBI Jetkomponente gefunden (Britzen et al. 2000). Auch kosmologische Fragestellungen konnten mit dieser neuen Stichprobe angegangen werden (Britzen in Zusammenarbeit mit R.C. Vermeulen (NFRA, Dwingeloo), G.B. Taylor (NRAO, Socorro), T.J. Pearson (CIT, Pasadena), A.C.S. Readhead (CIT, Pasadena), I.W. Browne (NRAL, Jodrell Bank) und P. Wilkinson (NRAL, Jodrell Bank)).

Die Untersuchung der Endpunkte von Radiojets (der sogenannten Hotspots) wurde mit weiteren Messungen im Röntgenbereich (3C 390.3) bzw. dem optischen Wellenlängenbereich (Pictor A) fortgesetzt (Wagner, in Zusammenarbeit mit H. Krawczynski, Yale bzw. Bicknell, Mt. Stromlo Observatory). Im Fall der Quelle 3C390.3 konnte klar gezeigt werden, daß die Röntgenstrahlung auf Synchrotronemission zurückzuführen ist und somit Elektronen außerordentlich hoher Lorentzfaktoren erfordert. In der Quelle Pictor A konnte die Breitbandverteilung der nichtthermischen Emission kartiert werden und aus der Verteilung der Spektralindizes auf Diffusions- und Beschleunigungszeitskalen rückgeschlossen werden.

Die Modellierung des diffusen extragalaktischen Hintergrundes als Überlagerung der Gammaemission von schwachen Blazaren und Radiogalaxien wurde fortgesetzt (Skelton und Wagner). Die zeitliche Fluktuationsanalyse legt nahe, daß Blazare mit bekannter Intensitätsmodulation nicht ausreichen, um den gesamten Gammahintergrund zu erklären. Dies deutet darauf hin, daß schwächere Quellen geringere Modulationsindizes ausweisen müssen, oder daß es weitere Quellpopulationen gibt.

Herr Skelton begann mit einer Untersuchung der Linienemissionsbeiträge von gammaemittierenden Blazaren, um aus den Photonenflüssen der Emissionslinienregionen auf die Dichte des Photonenfeldes in unmittelbarer Kernnähe rückzuschließen und somit quantitativ die Rolle externer IC-Streuung in gammaemittierenden Blazaren zu ermitteln.

Herr Wagner setzt die Untersuchung des Breitbandverhaltens einzelner, besonders heller Gammaquellen fort und beendete eine Untersuchung von PKS 1622-297 (Wagner, in Zusammenarbeit mit W. Collmar, MPE Garching).

Mit dem ESO-VLT wurden weitere spektropolarimetrische Beobachtungen von Seyfert-Galaxien durchgeführt, um die Verteilung und die Eigenschaften des Staubs in AGN zu untersuchen. Dabei konnten Daten für mehrere interessante, aber bisher wenig untersuchte Objekte des Südhimmels gewonnen werden (Schmid (jetzt ETH Zürich), Appenzeller und Wagner).

Herr Fiestas beendete seine Diplomarbeit zu Untersuchung der Schichtung des Strahlungsfeldes mittels einer Kartierung der Emissionslinienregion in Variabilitätsstudien an der Seyfert-Galaxie Akn 564. Dieses Objekt war im Sommer 2000 in einer globalen Multifrequenzuntersuchung hinsichtlich seiner Kontinuums- und Linienvariation untersucht wor-

den. Dabei konnte eine mit den Kontinuumsschwankungen einhergehende Veränderung des Linienflusses der Balmeremission deutlich nachgewiesen werden. Analoge Signaturen bei hochionisierten Linien blieben unter der Nachweisgrenze (Fiestas, Wagner).

Untersuchungen zur Reionisation des Universums haben bisher nur für He II positive Evidenz gezeigt. Im Gegensatz zu Ly α scheint das Universum hier bei Rotverschiebungen von $z \sim 2.3$ opak zu sein. Mit Hilfe spaltloser Spektroskopie mit dem FORS-Instrument am VLT-UT1 gelang es Herrn Wagner in Zusammenarbeit mit P. Jakobsen (ESA) und D. Reimers (Hamburg) einen Quasar im Feld von Q0302–003 zu finden, der ursächlich für die Reionisationssignaturen im He II-Absorptionsspektrum von Q0302–003 verantwortlich ist. Analoge Untersuchungen an zwei weiteren Quellen blieben jedoch negativ – möglicherweise ein Hinweis auf große lineare Abstände oder kurze Quasar-Lebenszeiten.

4.8 Aktive Galaxien und QSOs: Theorie

Herr Thiele begann damit, den Einfluß des Ionisationsgrades auf den Drehimpulstransport innerhalb von Akkretionsscheiben auf der Basis numerischer Simulationen zu untersuchen. Diese Prozesse spielen eine Rolle in den äußeren kühlen Scheiben in Quasaren, im Bereich von einigen 10 000 Schwarzschild-Radien. Dazu wurde eine Version des 3D-MHD-Codes NIRVANA verwendet, welche Algorithmen zur Berechnung von Ionisations-, Rekombinations- und Kühlprozessen einsetzt. In einem ersten Schritt wurde das Programm vollständig vektorisiert und parallelisiert, um die für die Simulationen notwendige räumliche Auflösung in akzeptablen CPU-Zeiten gewährleisten zu können.

In einem zweiten Schritt erweiterte Herr Thiele den Code so, daß ein Akkretionsplasma als mehrkomponentiges Fluid behandelt werden kann (neutrale Teilchen und Ionen). Das vollständige MHD-Gleichungssystem enthält dann Kopplungsterme für jede der beteiligten Komponenten in den Impulsgleichungen. Erste Tests mit diesem erweiterten vektorisierten und parallelisierten Code sind erfolgreich verlaufen.

Zusammen mit Herrn Camenzind simulierte Herr Thiele Spektren von Staub-Tori in Quasaren und Radiogalaxien. Dabei kamen selbstkonsistente Torus-Modelle zum Einsatz, welche die Gasverteilung auf der Parsek-Skala auf der Grundlage der beobachteten Sternverteilung in massereichen Ellipsen beschreiben. Benutzt wurde ein von Herrn Thiele entwickelter 3D-Strahlungstransport-Code, zusammen mit einem realistischen Staubmodell. Die von ISO beobachteten Infrarot-Spektren von Quasaren mit Rotverschiebung zwischen 1 und 2 können mit diesen Modellen sehr gut erklärt werden, wenn die Heizung des Staubes allein durch die UVX-Emission des zentralen Quasar erfolgt.

In diesem Zusammenhang begann Herr Camenzind damit, das interstellare Medium in den Kerngebieten von massereichen Ellipsen bei hoher Rotverschiebung zu untersuchen. Im Unterschied zu Ellipsen bei geringer Rotverschiebung, die nur noch über sehr wenig Gas verfügen, sind diese Cores vollständig mit Gas und Staub angefüllt. Die Eigenschaften dieser Gas- und Staubverteilung sind entscheidend für das Verständnis der zentralen Aktivität in frühen Ellipsen, insbesondere für das Wachstum der zentralen Schwarzen Löcher bei hohen Rotverschiebungen. Es konnte gezeigt werden, daß Schwarze Löcher bei Rotverschiebungen kleiner 5 aufgrund der Gasakkretion nur noch unwesentlich wachsen. Die massereichen Schwarzen Löcher der hellen Ellipsen (wie M87) müssen deshalb bereits früher entstanden sein, eventuell durch die Akkretion Dunkler Halo-Materie.

Herr Gracia führte seine Arbeiten zur Akkretion auf Schwarze Löcher weiter. Im Blickpunkt standen dabei sowohl AGN wie auch Röntgen-Binär-Systeme. Diese weisen zwei unterschiedliche spektrale Zustände auf. Im Ruhezustand wird das Spektrum von einer harten Komponente – ein Potenzgesetz mit exponentiellem Abfall oberhalb ~ 100 keV – dominiert. Im Ausbruch wird das Spektrum durch eine Folge von Planck-Funktion und einem stark unterdrückten Potenzgesetz gut gefittet. Die harte Komponente wird durch Comptonisierung niederenergetischer Photonen in einem heißen Plasma erzeugt. Dieses muß sich geometrisch nahe an einer kalten Akkretionsscheibe befinden. Unter der Annahme, daß sich nahe am Schwarzen Loch ein heißes Plasma befindet und sich bei einem

Übergangsradius R_{tr} radial nach außen eine kalte Standardscheibe anschließt, können die Variationen durch zeitliche Änderungen von R_{tr} erklärt werden. Dem Ruhezustand würde in diesem Modell $R_{tr} \sim 10^3 - 10^4 R_g$ entsprechen. Während eines Ausbruchs befindet sich der Übergang bei wesentlich kleineren Radien von nur $R_{tr} \sim 50 R_g$.

Im Rahmen der numerischen Simulationen ist es gelungen, bekannte stationäre Lösungen zu reproduzieren. Darüber hinaus weisen die zeitabhängigen Simulationen schnelle Variationen des Übergangsradius auf. Diese resultieren aus Instabilitäten in der Scheibe und lassen sich unter Umständen mit beobachteten quasi-periodischen Oszillationen (QPO) identifizieren.

Die bereits im Jahr 2000 begonnenen Untersuchungen der Zyklotronstrahlung relativistischer thermischer Elektronen in Ionen-Tori konnten abgeschlossen werden. Die Simulationen von Radiospektren wurden mit dem objektorientierten Scheiben-Raytracer in der Kerr-Geometrie durchgeführt. Diese Software berechnet, wie die anisotrope Emission der Zyklotronstrahlung vom Entstehungsort in der gekrümmten Raumzeit wenige Gravitationsradien vor dem Schwarzen Loch zum Beobachter in der asymptotisch flachen Region propagiert. Strahlungstransport und Comptonisierung wurden nicht berücksichtigt. Die Magnetfelder sind unmittelbar vor dem Ereignishorizont dominant toroidal und werden von gravitomagnetischen Dynamos erzeugt. Die Simulationen der Radiospektren ergaben, daß die charakteristische Umkehrfrequenz im Submillimeter-Buckel eng mit dem Durchmesser des Torus assoziiert ist. Die beobachtete Umkehrfrequenz im Galaktischen Zentrum konnte mit plausiblen Größen für Temperatur, Inklination und Durchmesser des Ionen-Torus sowie Rotationsparametern des Schwarzen Loches reproduziert werden (Müller, Camenzind).

Herr Müller setzte außerdem die Entwicklung eines objektorientierten Codes zur Untersuchung der dissipativen Magnetohydrodynamik auf dem Hintergrund der Kerr-Geometrie im Rahmen seiner Doktorarbeit fort. Der Code *Nεκτατ* (entwickelt von Karniadakis et al., Brown University Chicago) basiert auf der Finite-Elemente-Methode und kann für Simulationen der in-/kompressiblen und dissipativen Magnetohydrodynamik bzw. Hydrodynamik in zwei oder drei Dimensionen verwendet werden. Dieser Code mußte dazu in seiner bisherigen Form eingehend im Hinblick auf astrophysikalische Anwendungen getestet werden, ehe er auf den relativistischen Fall verallgemeinert werden konnte. Die Umsetzung gelang mit dem 3+1-Split. Außerdem mußte eine geeignete Form gekrümmter Elemente für die Kerr-Geometrie gefunden werden.

Herr Zink begann eine Diplomarbeit zum Thema *Entwicklung eines Objekt-Orientierten Volumen-Raytracers in der Kerr-Geometrie*. Ziel dieser Arbeit ist die Berechnung von Spektren optisch dünner, jedoch geometrisch dicker Scheiben um rotierende Schwarze Löcher (z. B. von Ionen-Tori). Da die Strahlen in der Nähe des Schwarzen Lochs durch die Gravitation verändert werden, beruht dieser Raytracer auf der Integration der Null-Geodäten in der Kerr-Geometrie. Im ersten Teil der Arbeit hat Herr Zink ein sehr schnelles Verfahren entwickelt, so daß Volumen-Raytracing auch auf Desktop-Rechnern möglich wird. Im Rahmen der Objekt-Orientierung (Sprache C++) wird dieses Verfahren sehr transparent, modular und robust.

Herr Krause führte im Rahmen seiner Doktorarbeit zusammen mit Herrn Thiele die Vektorisierung des MHD-Codes *Nirvana_C* durch. Dieser konnte auf der NEC SX-5 am Höchstleistungsrechenzentrum in Stuttgart erfolgreich zum Einsatz gebracht werden. Tests ergaben eine Performance von über einem GFLOP, was ca. 1/4 der theoretischen Spitzenleistung des Rechners entspricht. Herr Krause simulierte damit in drei Dimensionen und Zylinderkoordinaten die Propagation eines bipolaren Jets mit Parametern, die sich an den Beobachtungsdaten für die Radioquelle Cygnus A orientierten. Dabei konnte erstmals die großskalige Propagation der Bugstoßwelle studiert und – wegen der Bipolarität – auf eine künstliche Randbedingung in der Äquatorebene verzichtet werden. Die Ergebnisse können direkt mit Röntgendaten des Chandra-Observatoriums verglichen werden. Simulation und Beobachtung zeigten für leichte Jets übereinstimmend zwei Phasen der Bugstoßausbreitung: Anfangs entsteht im Haufengas eine kugelförmige Blase, die sich langsam in

Jetrichtung elongiert. Wenn die Ausbreitungsgeschwindigkeit dieser Blase unter die Jetkopfgeschwindigkeit fällt, konnte der Jet ausbrechen und einen zweiten zigarrenförmigen Bugschock bilden. Die Simulation weist auf Jetdichten kleiner als 10^{-4} cm^{-3} hin.

Herr Krause und Herr Camenzind konnten außerdem ihr Modell für Radiogalaxien des frühen Universums weiterentwickeln. Danach kann ein radiativer Bugschock für die Absorption in kleineren Quellen verantwortlich gemacht werden. Dieser würde nach einer Zeitspanne geringer als die Propagationszeitskala in Sterne, bevorzugt Kugelsternhaufen zerfallen. Die Überhäufigkeit an Kugelsternhaufen in heutigen Zentralgalaxien von Galaxienhaufen, von denen man annimmt, daß sie einige Milliarden Jahre zuvor die hellsten Radiogalaxien bildeten, könnte damit erklärt werden.

5 Diplomarbeiten und Dissertationen

5.1 Diplomarbeiten

Abgeschlossen:

Fiestas, José: Linienvariation in Akn 564

Stute, Matthias: Das Gravitationsfeld schnell rotierender Neutronensterne

Laufend:

Frank, Stephan: Spectral analysis of the intergalactic absorbers towards the FDF Quasar Q0103–260

Hauser, Marcus: Variabilität im FORS Deep Field

Tapken, Christian: Analyse von VLT-FORS-Spektren von Galaxien mit mittleren Rotverschiebungen

Zink, Burkhard: Entwicklung eines Objekt-Orientierten Volumen-Raytracers in der Kerr-Geometrie

5.2 Dissertationen

Abgeschlossen:

Tubbesing, Sascha: Frühe B-Hypergiganten in der Großen Magellanschen Wolke

Laufend:

Bock, Holger: Spektralindexvariationen von BL Lac-Objekten

Gracia, José: Relativistische Akkretion auf supermassereiche Schwarze Löcher im frühen Universum

Krause, Martin: Ausbreitung magnetischer Jets im dichten Medium des frühen Universums

Maintz, Monika: Be-Doppelsterne mit heißen, kompakten Begleitern

Müller, Andreas: Magnetohydrodynamik auf dem Hintergrund rotierender kompakter Objekte

Noll, Stefan: Eigenschaften von Galaxien sehr hoher Rotverschiebung

Spindeldreher, Stefan: Zeitimplizite relativistische MHD-Simulationen

Strub, Peter: Strahlungsprozesse in Röntgenjets

Stute, Matthias: Scheiben und Jets Kompakter Objekte

6 Beobachtungszeiten

Für ihre Forschungsarbeit erhielten die Institutsmitarbeiter Meßzeiten an folgenden Observatorien und Großgeräten (Observatorien in der Reihenfolge zunehmender Photonenenergie):

Radioteleskop Effelsberg, VLA (Socorro, USA), DSAZ (Calar Alto Spanien), Nordic Telescope (La Palma), Guillermo Haro Observatorium (Cananea, Mexiko), Ondřejov-Observatorium (Tschechien), ESO-La Silla (Chile), ESO-Paranal (Chile), Hubble Space Telescope

(NASA/ESA), FUSE-FUV-Satellit (NASA), Chandra-Röntgensatellit (NASA). Außerdem wurde Rechenzeit an NEC SX-5 am HLRS (Stuttgart) eingeworben.

7 Auswärtige Tätigkeiten

7.1 Vorträge und Gastaufenthalte

Die Mitarbeiter der Landessternwarte hielten wieder zahlreiche Vorträge an in- und ausländischen Forschungseinrichtungen und bei nationalen und internationalen Fachtagungen. Zu Arbeitsaufenthalten hielten sich folgende Kollegen auswärts auf:

S. Britzen (MPIfR, Bonn, und Radioobservatorium Dwingeloo, Niederlande), S. Frank (Ondřejov-Observatorium, Tschechien und Ohio State University, Columbus, Ohio, USA), J. Krautter (Arizona State University, Tempe, USA, und University of Chicago, Chicago, USA), S. Wagner (MPIfR, Bonn; SLAC, Palo Alto, USA und CSIRO, Sydney, Australien).

7.2 Beobachtungsaufenthalte, Meßkampagnen

Im Berichtsjahr reisten Mitarbeiter der Landessternwarte zu folgenden Observatorien um astronomische Beobachtungen durchzuführen oder um Geräte zu installieren:

Calar Alto Observatorium (DSAZ) bei Almeria, Spanien (Gracia, Hauser, Heidt, Skelton, Wagner), European Southern Observatory, La Silla, Chile (Krautter, Skelton, Tapken, Wagner), ESO-VLT, Paranal, Chile (Heidt, Noll, Wagner), Guillermo-Haro-Observatorium, Cananea, Mexiko (Skelton), NOT, La Palma (Heidt), Ondřejov-Observatorium, Tschechien (Frank, Maintz, Ruzicka, Stahl).

8 Sonstiges

Auch im vorliegenden Berichtsjahr trug der Förderkreis der Sternwarte durch Sachspenden wesentlich zur erfolgreichen Fortsetzung der wissenschaftlichen Arbeit des Instituts bei.

An den regelmäßigen Führungen durch die Landessternwarte nahmen im Berichtsjahr etwa 1220 Besucher teil.

Herr Mandel beteiligte sich wieder am Tag der Offenen Tür der Fachhochschule für Technik und Gestaltung in Mannheim und stellte dort Projekte der Sternwarte vor. Er organisierte außerdem die Teilnahme des Instituts am Tag des Offenen Denkmals 2001 mit etwa 650 Besuchern.

Zu einem Lehrerpraktikum an der Sternwarte trugen Frau Maintz sowie die Herrn Camenzind, Mandel und Bastian (ARI) bei.

An Berufserkundungspraktika nahmen im Berichtsjahr insgesamt 14 Schüler höherer Schulen teil.

Herr Camenzind begann die Ausarbeitung eines Skripts zur *Entwicklung Objekt-Orientierter Software in Astronomie und Astrophysik*. Dieses beruht auf einer Vorlesung zu diesem Thema im WS 2001/2002. In diesem Skript werden die Grundlagen der Sprache C++ bis hin zu Templates und effizienten Matrix-Solvern entwickelt. Im zweiten Teil werden Frameworks diskutiert, die für die Astrophysik von Relevanz sind: professionelle GUI-Applikationen mit Qt, Datenanalyse mit ROOT (CERN), sowie Manipulationen von FITS-Files mit dem Paket CCFits und die Gitterverwaltung numerischer Simulationen mittels POOMA.

9 Veröffentlichungen

9.1 In Zeitschriften und Büchern

Erschienen:

- Appenzeller, I.: Das Very Large Telescope: Europas scharfes Auge für den Blick in die Vergangenheit des Kosmos. *Phys. Bl.* **57/10** (2001), 35
- Balman, S., Krautter, J.: The re-analysis of the ROSAT data of Nova Mus 1983 using white dwarf atmosphere emission models. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **326** (2001), 1441
- Britzen, S., Roland, J., Laskar, J., Kokkotas, K., Campbell, R. M., Witzel, A.: On the origin of compact radio sources. The binary black hole model applied to the gamma-bright quasar PKS 0420–014. *Astron. Astrophys.* **374** (2001), 784
- Camenzind, M., Khanna, R.: Magnetohydrodynamic processes near rapidly rotating compact objects. *Il Nuovo Cimento* **115B** (2001), 815
- Evans, A., Krautter, J., Vanzi, L., Starrfield, S.: Infrared spectroscopy of the 1999 outburst of U Scorpii. *Astron. Astrophys.* **378** (2001), 132
- Hartman, R.C., Böttcher, M., Aldering, G., Aller, H., Aller, M., . . . , Wagner, S.J., et al.: Multi-Epoch Multiwavelength Spectra and Models for Blazar 3C 279. *Astrophys. J.* **553** (2001), 683
- Hartman, R.C., Villata, M., Balonek, T.K., . . . , Heidt, J., Wagner, S.J., et al.: Day-scale variability of 3C 279 and searches for correlations in gamma-ray, x-ray, and optical bands. *Astrophys. J.* **558**, (2001), 583
- Heidt, J., Appenzeller, I., Bender, R., Fricke, K.J., and the FDF-Team: The FORS Deep Field. *Astrophys. Space Sci., Suppl. Ser.* **277** (2001), 539
- Hubrig, S., Le Mignant, D., North, P., Krautter, J.: Search for low-mass PMS companions around X-ray selected late B stars. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), 152
- Hujeirat, A., Rannacher, R.: On the efficiency and robustness of implicit methods in computational astrophysics. *New Astron. Rev.* **45** (2001), 425
- Hummel, W., Gässler, W., Muschiello, B., Schink, H., Nicklas, H., Conti, G., Mattaini, E., Keller, S., Mantel, K.-H., Appenzeller, I., Rupprecht, G., Seifert, W., Stahl, O., Tarnatik, K.: $H\alpha$ emission line spectroscopy in NGC 330. On the hybrid model for global oscillations in Be star circumstellar disks. *Astron. Astrophys.* **371** (2001), 932
- Jones, H., Renzini, A., Rosati, P., Seifert, W.: Tuneable Filters and Large Telescopes. *Messenger* **103** (2001), 10
- Kataoka, J., Takahashi, T., Wagner, S., Iyomoto, N., Edwards, P., Hayashida, K., Inoue, S., et al.: Characteristic X-ray variability of TeV Blazars: Probing the link between the jet and the central engine. *Astrophys. J.* **560**, (2001), 659
- Krause, M., Camenzind, M.: Reliability of astrophysical jet simulations in 2D On inter-code reliability and numerical convergence. *Astron. Astrophys.* **380** (2001), 789
- Kümmel, M.W., Wagner, S.J.: A wide field survey at the Northern Ecliptic Pole: II. Number counts and galaxy colours in B_j , R , and K . *Astron. Astrophys.* **370** (2001), 384
- Lyke, J.E., Gehrz, R.D., . . . , Krautter, J., et al.: Infrared Space Observatory Short Wavelength Spectrometer observations of V1425 Aquilae (Nova Aquilae 1995). *Astron. J.* **122** (2001), 3305
- Mehlert, D., Seitz, S., Saglia, R. P., Hoffmann, T., Appenzeller, I., Bender, R., Hopp, U., Kudritzki, R.-P., Pauldrach, A. W.: Gravitationally lensed high redshift galaxies in the field of 1E0657–56. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), 96
- Mehlert, D., Saglia, R. P., Bender, R., Wegner, G.: Spatially resolved spectroscopy of Coma cluster early-type galaxies. I. The database. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **141** (2001), 499

- Möllenhoff, C., Heidt, J.: Surface photometry of spiral galaxies in NIR: Structural parameters of disks and bulges. *Astron. Astrophys.* **368** (2001), 16
- Peng, B., Nan, R., Kraus, A., Krichbaum, T. P., Witzel, A., Su, Y., Zhang, H., Jin, C., Qian, S.J., Britzen, S.: Multiwavelength Study of the Quasar PKS 0528+134. *Astrophys. J.* **551** (2001), 172
- Prinja, R.K., Stahl, O., Kaufer, A., Colley, S.R., Crowther, P.A., Wolf, B.: Extended optical spectroscopic monitoring of wind structure in HD 152408. *Astron. Astrophys.* **367** (2001), 891
- Qian, S.-J., Zhang, X.-Z., Krichbaum, T. P., Zensus, J. A., Witzel, A., Kraus, A., Britzen, S., Ungerechts, H., Lisenfeld, U.: Periodic Variations of the Jet Flow Lorentz Factor in 3C273. *Chin. Astron. Astrophys.* **1** (2001), 236
- Raiteri, C.M., Villata, M., Aller, H.D., Aller, M.F., Heidt, J., et al.: Optical and radio variability of the BL Lacertae object AO 0235+164: A possible 5–6 year periodicity. *Astron. Astrophys.* **377** (2001), 396
- Rivinius, Th., Baade, D., Štefl, S., Townsend, R.H.D., Stahl, O., Wolf, B., Kaufer, A.: Stellar and circumstellar activity of the Be star μ Centauri. III. Multiline nonradial pulsation modelling. *Astron. Astrophys.* **369** (2001), 1058
- Rivinius, Th., Baade, D., Štefl, S., Maintz, M.: Evolution in circumstellar envelopes of Be stars: From disks to rings?. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), 257
- Schild, H., Dumm, T., Mürset, U., Nussbaumer, H., Schmid, H.M., Schmutz, W.: High resolution spectroscopy of symbiotic stars. VI. Orbital and stellar parameters for AR Pav. *Astron. Astrophys.* **366** (2001), 972
- Schmid H.M., Appenzeller, I., Camenzind M., Dietrich, M., Heidt, J., Schild, H., Wagner, S.J.: VLT-spectropolarimetry of the high-polarization Seyfert 1 galaxy Fairall 51. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), 59
- Schmid, H.M., Kaufer, A., Camenzind, M., Rivinius, Th., Stahl, O., Szeifert, Th., Tubbesing, S., Wolf, B.: Spectroscopic monitoring of the jet in MWC 560: I. Spectroscopic properties, general outflow structure and system parameters. *Astron. Astrophys.* **377** (2001), 206
- Smith, N., Humphreys, R.M., Davidson, K., Gehrz, R.D., Schuster, M.T., Krautter, J.: The asymmetric nebula surrounding the extreme red supergiant VY Canis Majoris. *Astron. J.* **121** (2001), 1111
- Stahl, O., Jankovics, I., Kovács, J., Wolf, B., Schmutz, W., Kaufer, A., Rivinius, Th., Szeifert, Th.: Long-term spectroscopic monitoring of the Luminous Blue Variable AG Carinae. *Astron. Astrophys.* **375** (2001), 54
- Tanihata, C., Urry, C., Takahashi, T., Wagner, S., Madejski, G., Tashiro, M., Kouda, M.: Variability time scales of TeV blazars observed in the ASCA continuous long-look X-ray monitoring. *Astrophys. J.* **563** (2001), 569
- Tovmassian, G.H., Szkody, P., Greiner, J., Zharikov, S.V., Zickgraf, F.-J., Serrano, A., Krautter, J., Thiering, I., Neustroev, V.: The new AM Her system RX J0704.2+6203. Northern twin of BL Hydri. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), 199
- Wichmann, R., Schmitt, J.H.M.M., Krautter, J.: First spectroscopically confirmed discovery of an extragalactic T Tauri star. *Astron. Astrophys.* **380** (2001), L9

Eingereicht, im Druck:

- Britzen, S., Roland, J., Laskar, J., Kokkotas, K., Campbell, R.M., Witzel, A.: On the origin of compact radio sources. The binary black hole model applied to the gamma-bright quasar PKS 0420–014. *Astron. Astrophys.*

- Dietrich, M., Appenzeller, I., Vestergaard, M., Wagner, S.J.: High-redshift quasars and star formation in the early universe. *Astrophys. J.*
- Hujeirat, A., Camenzind, M., Burkert, A.: Comptonization and Synchrotron emission in 2D accretion flows. I. A new numerical solver for the Kompaneets equation. *Astron. Astrophys.*
- Kaufer, A., Prinja, R.K., Stahl, O.: Evidence for a connection between photospheric and wind structure in HD 64760. *Astron. Astrophys.*
- Pursimo, T., Nilsson, K., Takalo, L.O., Sillanpää, Heidt, J., Pietilä, H.: Deep optical imaging of radio selected BL Lacertae objects. *Astron. Astrophys.*
- Thiele, M., Camenzind, M.: Knot production in magnetized Herbig-Haro jets. *Astron. Astrophys.*
- Ziegler, B.L., Böhm, A., Fricke, K.J., Jäger, K., Nicklas, H., Bender, R., Drory, N., Gabasch, A., Seitz, S., Saglia, R.P., Heidt, J., Mehlert, D., Möllenhoff, C., Noll, S., Sutorius, E.: The Evolution of the Tully-Fisher Relation of Spiral Galaxies. *Astrophys. J., Lett.*

9.2 Konferenzbeiträge

Erschienen:

- Appenzeller, I.: Extragalactic astronomy with LUCIFER. In: Herbst, T. (ed.): *Science with the Large Binocular Telescope*. Neumann Druck (2001), 69
- Appenzeller, I., Angel, R., Kulkarni, S., Rebolo, R., Renzini, A.: Panel Discussion. In: Herbst, T. (ed.): *Science with the Large Binocular Telescope*. Neumann Druck (2001), 211
- Bicknell, G.V., Wagner, S.J. und Groves, B.: Gamma-Ray Emission from Active Galactic Nuclei – an Overview. In: Aharonian, F.A., Völk, H. (eds.): *High Energy Gamma-Ray Astronomy*. Am. Inst. Phys. Conf. Proc. **558** (2001), 261
- Britzen, S., Vermeulen, R. C., Taylor, G. B., Campbell, R. M., Browne, I. W., Wilkinson, P., Pearson, T. J., Readhead, A. C. S.: The Properties of the Gamma-ray Blazars in the CJ-F VLBI Sample. In: Aharonian, F.A., Völk, H. (eds.): *High Energy Gamma-Ray Astronomy*. Am. Inst. Phys. Conf. Proc. **558** (2001), 721–724
- Hartman, R.C., Thompson, D.J., Vileta, M., . . . , Heidt, J., Wagner, S., et al.: A possible optical/Gamma-ray short-term correlation in 3C279. In: Peterson, B.M., Polidan, R.S., Pogge, R.W. (eds): *Probing the Physics of Active Galactic Nuclei by Multiwavelength Monitoring*. Proc. Conf., GSFC Greenbelt 2000. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **224** (2001), 249
- Bender, R., Appenzeller, I., Böhm, A., Drory, N., Fricke, K.J., Gabasch, A., Heidt, J., Hopp, U., Jäger, K., Kümmel, M., Mehlert, D., Möllenhoff, C., Moorwood, A., Nicklas, H., Noll, S., Saglia, R.P., Seifert, W., Seitz, S., Stahl, O., Sutorius, E.: The FORS Deep Field: Photometric Data and Photometric Redshifts. In: Cristiani, S., Renzini, A., Williams, R.E. (eds.): *Deep Fields*. Proc. ESO/ST-ECF/STScI Workshop, ESO *Astrophys. Symp.* **26** (2001), 96
- Heidt, J., Appenzeller, I., Bender, R., Böhm, A., Drory, N., Fricke, K. J., Gabasch, A., Hopp, U., Jäger, K., Kümmel, M., Mehlert, D., Möllenhoff, C., Moorwood, A., Nicklas, H., Noll, S., Saglia, R., Seifert, W., Seitz, S., Stahl, O., Sutorius, E., Szeifert, Th.: The FORS Deep Field. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Dynamic Stability and Instabilities in the Universe*. *Rev. Mod. Astron.* **14** (2001), 209
- Heidt, J., Jäger, K., Nilsson, K., Hopp, U., Fried, J.W.: The BL Lac object PKS 0537–441: a lense or being lensed? In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 68
- Jäger, K., Fricke, K.J., Heidt, J.: A large survey for Quasar environments. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 49

- Jäger, K., Heidt, J., Fricke, K.J., Appenzeller, I.: HE 1013–2136: a young QSO at intermediate redshift. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 168
- Kümmel, M., Heidt, J., Wagner, S.J., Appenzeller, I., Bender, R., Fricke, K.J., Böhm, A., Drory, N., Gabasch, A., Hopp, U., Jäger, K., Mehlert, D., Möllenhoff, C., Moorwood, A., Nicklas, H., Noll, S., Saglia, R.P., Seifert, W., Seitz, S., Stahl, O.: Number Counts and Angular Correlation Function in the FORS DEEP FIELD. In: Cristiani, S., Renzini, A., Williams, R.E. (eds.): *Deep Fields. Proc. ESO/ST-ECF/STScI Workshop, ESO Astrophys. Symp.* **26** (2001), 159
- Kataoka, J., Takahashi, T., Edwards, P.G., Wagner, S.J., Inoue, S. und Takahara, F.: Evidence for a Characteristic Time-Scale in the X-ray Light Curves of TeV Blazars.. In: Aharonian, F.A., Völk, H. (eds.): *High Energy Gamma-Ray Astronomy. Am. Inst. Phys. Conf. Proc.* **558** (2001), 660
- Kataoka, J., Mattox, J.R., Quinn, J., Kubo, H., Makino, F., Takahashi, T., Inoue, S., Hartman, R.C., Madejski, G.M., Sreekumar, P. und Wagner, S.J.: A Study of High Energy Emission From the TeV Blazar Mrk 501 During Multiwavelength Observations in 1996. In: Makishima, K., Piro, L., Takahashi, T. (eds.): *Broad Band X-ray Spectra of Cosmic Sources. Proc. EL1 Symp. COS*, Pergamon Press (2001), 737
- Mandel, H., Appenzeller, I., Bomans, D., Eisenhauer, F., Grimm, B., Herbst, T., Hofmann, R., Lehmitz, M., Lemke, R., Lehnert, M., Lenzen, R., Luks, T., Mohr, R., Seifert, W., Seltmann, A., Thatte, N., Weiser, P. and Xu, W.: LUCIFER – a NIR Spectrograph and Imager for the LBT. In: Herbst, T. (ed.): *Science with the Large Binocular Telescope. Neumann Druck* (2001), 177–186
- Mandel, H., Appenzeller, I., Lehmitz, M., Seifert, W., Seltmann, A., Xu, W., Bitzenberger, P., Grimm, B., Laun, W., Lenzen, R., Rohloff, R.-R., Herbst, T.: LUCIFER – a NIR Spectrograph and Imager for the LBT; Design Status Report July 2001. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 243
- Mattox, J.R., Wagner, S.J., Tosti, G., Honeycutt, K.: The impact of light pollution on a proposed automatic telescope network (ATN) and vice versa. In: Cohen, R.J., Sullivan, W.T. (eds.): *Preserving the Astronomical Sky. IAU Symp.* **196** (2001), 163
- Mehlert, D., Noll, S., Appenzeller, I., Bender, B., Böhm, A., Drory, N., Fricke, K.J., Gabasch, A., Heidt, J., Hopp, U., Jäger, K., Kümmel, M., Möllenhoff, C., Moorwood, A., Nicklas, H., Saglia, R.P., Seifert, W., Seitz, S., Stahl, O., Sutorius, E.: The FORS Deep Field: First Spectroscopic Results. In: Cristiani, S., Renzini, A., Williams, R.E. (eds.): *Deep Fields. Proc. ESO/ST-ECF/STScI Workshop, ESO Astrophys. Symp.* **26** (2001), 162
- Mehlert, D., Noll, S., Appenzeller, I.: Stellar populations of high redshift galaxies. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 207
- Noll, S., Mehlert, D., Appenzeller, I., and the FDF Team: Spectroscopy in the FORS Deep Field. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 57
- Pursimo, T., Nilsson, K., Sillanpää, A., Takalo, L.O., Heidt, J.: Deep NOT imaging of radio selected BL Lac objects. In: Padovani, P., Megan Urry, C. (eds.): *Blazar Demographics and Physics. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **227** (2001), 32
- Schmid, H.M: Raman scattering and symbiotic stars. In: Gull, T.R., Johannson, S., Davidson, K. (eds.): *Eta Carinae and Other Mysterious Stars: The Hidden Opportunities of Emission Spectroscopy. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **242** (2001), 347
- Stahl, O.: Emission-line spectra of B[e] supergiants and S Dor variables. In: Gull, T.R., Johannson, S., Davidson, K. (eds.): *Eta Carinae and Other Mysterious Stars: The Hidden Opportunities of Emission Spectroscopy. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **242** (2001), 163–173

- Tubbesing, S., Kaufer, A., Schmid, H.M., Stahl, O., Wolf, B.: The eclipsing P Cygni-type star R81 in the LMC. In: de Groot, M., Sterken, C. (eds.): P Cygni 2000; 400 Years of Progress. Astron. Soc. Pac. Conf. Series **233** (2001), 163
- Wagner, S.J.: Multiwavelength Properties of Blazars. In: Aharonian, F.A., Völk, H. (eds.): High Energy Gamma-Ray Astronomy. Am. Inst. Phys. Conf. Proc. **558** (2001), 358
- Wagner, S.J.: Multi-frequency studies of intrinsic intraday variability. In: Strom, R. et al. (eds.): Sources and Scintillations: Refraction and Scattering in Radio Astronomy. Astrophys. Space Sci. **278** (2001), 105
- Wagner, S.J.: Time scales of quasar variability. In: Padovani, P., Megan Urry, C. (eds.): Blazar Demographics and Physics. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **227** (2001), 112
- Ziegler, B.L., Jäger, K., Heidt, J.: Tully-Fisher relations of spiral galaxies in distant clusters. In: Schielicke, R.E. (ed.): Astron. Ges. Abstr. Ser. **18** (2001), 62

Eingereicht, im Druck:

- Appenzeller, I., Mehlert, D., Noll, S., Bender, R., Boehm, A., Gabasch, A., Heidt, J., Hopp, U., Jaeger, K., Kuemmel, M., Seitz, S., and the FDF team: High Redshift Galaxies in the FORS Deep Field. In: Arimoto, N. (ed.): Studies of Galaxies in the Young Universe with New Generation Telescopes. ADS Electron. Publ.
- Krause, M., Camenzind, M.: A 3D Hydrodynamic Simulation for the Cygnus A Jet as a Prototype for High Redshift Radio Galaxies. In: High Performance Computing in Science and Engineering. Springer 2001
- Mehlert, D., Noll, S., Appenzeller, I., and the FDF team: The Stellar Population of High Redshift Galaxies. In: Lighthouses of the Universe. ESO Astrophys. Symp.
- Thiele, M., Camenzind, M.: Propagation of Herbig-Haro jets through inhomogeneous molecular clouds. In: High Performance Computing in Science and Engineering. Springer 2001
- Heidt, J., Fried, J., Hopp, U., Jäger, K., Nilsson, K., Sutorius, E.: Host galaxies and cluster environment of BL Lac objects at $z > 0.5$. In: QSO hosts. Kluwer
- Heidt, J., Appenzeller, I., Bender, R., Fricke, K.J., and the FDF-Team: The FORS Deep Field: Photometry, photometric redshifts and first spectroscopic results. In: The evolution of galaxies: II. Basic building blocks, Kluwer
- Peitz, J.: Extended Thermodynamics in Relativistic Accretion Flow. In: Gurzadyan, V., Jantzen, R., Ruffini, R. (eds.): Proceedings of the 9th Marcel Grossmann Meeting. World Scientific

9.3 Sonstige Publikationen:

- Heidt, J., Jäger, K.: The FORS Deep Field. Sterne Weltraum **40** 4–5 (2001), 330

Immo Appenzeller

