

Jena

Astrophysikalisches Institut und Universitäts-Sternwarte

Schillergäßchen 2, 07745 Jena; Telefon: (0 36 41) 63 03-23;
Telex: 331 506 uni d; Telefax: (0 36 41) 63 04 17;
E-Mail: obs@astro.uni-jena.de

World-Wide-Web: <http://astro.uni-jena.de/Sternwarte/>

0 Allgemeines

Zu der an der Universität bestehenden Arbeitsgruppe „Staub in Sternentstehungsgebieten“ der Max-Planck-Gesellschaft (siehe den folgenden Jahresbericht) besteht eine enge Verbindung und Verflechtung bei Forschungs- und Ausbildungsaufgaben. Für beide Einrichtungen ist am Schluß eine gemeinsame Liste der Veröffentlichungen gegeben.

Dem Institut ist die selbständige Arbeitsgruppe Meteorologie angegliedert. Dort wird seit 1816 eine Säkularstation zur regelmäßigen Erfassung und Auswertung von Wetterdaten betrieben. Über diese Arbeitsgruppe wird hier nicht berichtet.

1 Personal und Ausstattung

1.1 Personalstand

Direktoren und Professoren:

Prof. Dr. W. Pfau [-20], Prof. Dr. Th. Henning (beurlaubt).

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. O. Fischer [-15], Dr. Ch. Friedemann [-22], Dr. J. Gürtler [-12], Dr. C. Kömpe (Verbundforschung Astronomie/Astrophysik) [-13], Dr. V. Ossenkopf [-24], Dr. H.-G. Reimann [-14], Dr.-Ing. R. E. Schielicke [-36], Dr. H. Relke (Hilfswissenschaftlerin).

Doktoranden:

Dipl.-Phys. W. Hoff (Verbundforschung Astronomie/Astrophysik) [-24], Dipl.-Phys. Th. Lehmann (seit 01.04.95, nach Rückkehr von „Studentship“ bei der ESO) [-18], Dipl.-Phys. G. Tänzer [-18].

Sekretariat und Verwaltung:

M. Müller [-23].

Technisches Personal:

B. Busse [-16], A. Kästner [-16].

Studentische Mitarbeiter:

G. Franzky (Sommersemester 95), E. Thamm (Wintersemester 95/96).

1.2 Instrumente und Rechenanlagen

Die im Vorjahr erworbene CCD-Kamera LcCCD 12 mit KODAK-Chip KAF 1600 (1536×1024 Pixel der Größe $9 \times 9 \mu\text{m}^2$) wurde im Schmidtfokus des 90-cm-Teleskops der Beobachtungsstation Großschwabhausen getestet und mit ausgezeichnetem Erfolg für erste Meßaufgaben eingesetzt. Das Gesichtsfeld beträgt $26.3' \times 17.5'$ bei einem Abbildungsmaßstab von $1''/\text{Pixel}$, die Grenzgröße bei 3 Minuten Integrationszeit 19^m ($\text{SNR} = 3$). Der beim Kamerabetrieb genutzte PC (Pentium, 48 MB RAM) erlaubt ein optimales Arbeiten. Die rechnergestützte Steuerung des 90-cm-Teleskops konnte um eine ferngesteuerte Fokussierung erweitert werden (R. Schielicke und H.-G. Reimann).

Am Jahresende wurden eine weitere Alpha-Workstation DEC 200 4/166 mit 64 MByte Hauptspeicher, sowie zwei 9-GByte-Festplatten beschafft, die neben einer DEC 3000 AXP, einer 5000/240 und einer HAMstation 2X von unserer Seite aus in das gemeinsam mit der Arbeitsgruppe der Max-Planck-Gesellschaft betriebene Rechnernetz eingebunden ist. Allein die Administration der ebenfalls ins Netz eingebundenen und unter LINUX arbeitenden 9 PCs ist inzwischen recht arbeitsaufwendig geworden (G. Tänzer).

1.3 Gebäude und Bibliothek

Der Bibliotheksbestand erfuhr im Berichtsjahr, insbesondere auch durch Zugänge aus der Arbeitsgruppe der Max-Planck-Gesellschaft „Staub in Sternentstehungsgebieten“ an der Universität, eine beträchtliche Erweiterung.

Die Arbeiten zur vollständigen Erfassung des Buchbestands (STN Personal File System / Karlsruhe) wurden abgeschlossen und damit eine Basis für die weitere effektive Katalogisierung des Bibliotheksbestands geschaffen.

Nach jahrelanger Unterbrechung wurde im Mai 1995 in der Beobachtungsstation Großschwabhausen erstmalig wieder ein „Tag der offenen Tür“ durchgeführt. Nahezu 500 Besucher konnten sich bei dieser Gelegenheit über unsere meßtechnischen Möglichkeiten und die Ziele in Forschung und Lehre informieren.

2 Gäste

R. Chini, Bonn;
G.R. Isaak, Birmingham/UK;
Ž. Ivezić, Lexington/USA;
A. Krabbe, Garching;
J. Krelowski, Toruń;
E. Krügel, Bonn;
D. Reimers, Hamburg;
V. Tóth, Budapest;
G. Weigelt, Bonn;
A. Winnberg, Onsala.

3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit**3.1 Lehrtätigkeiten**

J. Gürtler: Sonnensystem (Teil Sonne), WS 95/96,
W. Pfau: Einführung in die klassische Astronomie (Friedemann: dazu Übungen), SS 95,
W. Pfau: Grundkurs Astrophysik I, WS 94/95, WS 95/96,
W. Pfau: Grundkurs Astrophysik II, SS 95,
W. Pfau: Sternsysteme/Kosmologie, WS 94/95,

W. Pfau, gemeinsam mit V. Ossenkopf und K. Schreyer: Physik der Molekülwolken, WS 95/96,

W. Pfau mit J. Solf, Tautenburg: Seminar zum Grundkurs Astrophysik, SS 95,

W. Pfau mit Th. Henning: Astrophysikalisches Numerikum, WS 94/95, SS 95, WS 95/96,

H. G. Reimann (als Leiter): Astronomisches Praktikum, WS 94/95, SS 95, WS 95/96,

G. Tänzer: Mitarbeit im Physikalischen Praktikum für Medizinstudenten, WS 95/96.

W. Pfau und H.-G. Reimann waren aktiv an mehreren Fortbildungsveranstaltungen für Astronomielehrer in Thüringen und Sachsen beteiligt.

Die für das Astronomische Praktikum neu erarbeiteten Aufgaben, „CCD-Photometrie“ (H.G. Reimann und R. Schielicke) und „Eigenbewegung von Sternen“ (H.-G. Reimann) konnten im Sommersemester 1995 erstmalig an die Studenten vergeben werden. Die gerätetechnische Grundlage dafür bildet die CCD-Kamera im Schmidtfokus des 90-cm-Teleskops.

3.2 Prüfungen

R. Chini, Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn, habilitierte sich an der Physikalisch-Astronomisch-Technikwissenschaftlichen Fakultät der Jenaer Universität für das Fach Astronomie.

3.3 Gremientätigkeit

W. Pfau: Vorstandsmitglied (ohne Amt) der Astronomischen Gesellschaft,

W. Pfau: Fachgutachter bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft,

W. Pfau: Mitglied im Programmkomitee des DSAZ, Calar-Alto-Observatorium,

W. Pfau: Mitglied im „Physics Panel“ für „Training and Mobility of Researchers“ bei der Europäischen Kommission,

R. Schielicke: Schriftführer der Astronomischen Gesellschaft (seit September 1995).

4 Wissenschaftliche Arbeiten

4.1 Sternentstehungsgebiete und junge stellare Objekte

C. Kömpe arbeitete gemeinsam mit G. Joncas, Université Laval, Québec, Kanada, an einem Modell der Entwicklung des Sternentstehungsgebietes S 135. Daten aus verschiedenen Wellenlängenbereichen wurden analysiert, um die Wechselwirkung von neutralem Gas, Staub und Plasma zu untersuchen. Die IRAS-Daten zeigen, daß das Gebiet eine im wesentlichen sphärische Gestalt hat, aber in eine Haupt- und zwei Nebenkomponten mit eingebetteten jungen Sternen zerfällt. Die Hauptkomponente wurde am 2.5-m Radioteleskop POM1 des Observatoire de Bordeaux, Frankreich, in der Rotationslinie $J = 1 - 0$ des $^{13}\text{C}0$ - und $^{12}\text{C}0$ -Moleküls kartiert. Es konnte eine Gasmasse von 1100 M_{\odot} abgeleitet werden. Die auf dem POSS deutlich sichtbare Ionisationsfront des HII-Gebietes ist mit der Hauptkomponente assoziiert. Mit dem IRAM 30-m-Radioteleskop, Spanien, erfolgte die räumlich hochaufgelöste ($20''$) Kartierung der eingeschlossenen IR-Punktquelle IRAS 22200+5831 und ihrer Umgebung im Übergang $J = 2 - 1$ des CS-Moleküls. Das ergänzt die am DRAO, Kanada, gemessenen Linien- und Kontinuumsdaten bei 21 cm.

Die Arbeiten zur Sternentstehungsaktivität in der ChaIII-Wolke wurden abgeschlossen. Danach zeigt entgegen früheren Annahmen auch dieser Teil des großen Sternentstehungskomplexes in Chamaeleon Zeichen einer jungen Sternpopulation. Die Helligkeiten der auf ESO-Schmidtplatten entdeckten $\text{H}\alpha$ -Emissionsobjekte und die kumulative Röntgen-Leuchtkraftfunktion deuten auf eine gegenüber ChaI und ChaII etwas größere Entfernung des Teilgebietes hin (W. Pfau mit W. Hoff und H. Relke).

Im Rahmen unserer Arbeiten zum Nachweis von jungen stellaren Objekten in den Feldern um die Sterne T Cha, TW Hya und CoD $-29^{\circ}8887$ wurde der Suchalgorithmus zur Erkennung von Röntgenquellen aus ROSAT-Daten wesentlich weiterentwickelt. Das führte nahezu zu einer Verdoppelung der Quellenzahl, doch sind diese in den meisten Fällen wohl

extragalaktisch. Auf der Basis des ROSAT All Sky Survey und in Zusammenarbeit mit J.M. Alcalá, Garching, wurde die Suche nach jungen stellaren Objekten um die isoliert stehenden T Tauri-Sterne auf größere Felder ausgedehnt (W. Hoff). In Fortsetzung der Arbeiten zum statistischen Nachweis von Objekttypen aus Meßdaten (G. Tänzer) wurden, ebenfalls in Zusammenarbeit mit J.M. Alcalá, Trainingsgruppen von gleichzeitig optisch und im ROSAT All Sky Survey detektierten, massearmen jungen stellaren Objekten gebildet. Aus geeigneten Tests läßt sich schlußfolgern, inwieweit bereits die einzelnen Daten des ROSAT All Sky Survey zuverlässige Aussagen für solch eine Unterteilung liefern oder ob zusätzliche Informationen zu den Objekten benötigt werden.

V. Ossenkopf entwickelte mit dem Programm „LTR“ einen flexiblen, leistungsfähigen und anwenderfreundlichen Code für die Berechnung des Strahlungstransportes in Molekülrotationslinien bei sphärisch symmetrischen Wolken mit beliebigen Geschwindigkeits-, Dichte- und Temperaturprofilen. Die vollständig adaptive Diskretisierung aller Größen im Programm ermöglicht gegenüber anderen existierenden Programmen eine wesentlich genauere Darstellung beobachteter Linienprofile über einen Bereich der optischen Tiefe von 0 bis zu einigen Tausend. Das Strahlungstransportprogramm wurde bereits durch verschiedene Beobachter zur Interpretation ihrer Ergebnisse bzw. zur Modellierung ausgewählter Objekte benutzt (Schreyer, van Dishoeck und Henning bei NGC 2264 IRS1, Launhardt und Ward-Thompson bei den Globulen B335, CB3, CB17, CB214 und CB224). In Ergänzung dieser Arbeit wurden grundlegende theoretische Untersuchungen zum Linienstrahlungstransport in Medien mit systematischen Relativgeschwindigkeiten angestellt und Grenzen verschiedener, allgemein üblicher Näherungsmethoden aufgezeigt. Es ergab sich, daß besonders bei räumlich hochauflösenden Linienbeobachtungen von molekularen Ausflüssen sowohl die Annahme einer vollständigen Umverteilung der Besetzungszahlen innerhalb eines lokalen Linienprofils, als auch die Näherung hoher Geschwindigkeitsgradienten i. a. keine adäquate Interpretation der Liniendaten erlaubt (V. Ossenkopf).

Durch Th. Lehmann wurden episodische Akkretionsphänomene bei aktiven T Tauri-Sternen bearbeitet. Insbesondere dienten photometrische und spektroskopische Daten, die auf La Silla gewonnen waren, dazu, einen Ausbruch von EX Lup zu verfolgen und die Aktivität als magnetosphärisch gestützte Akkretion von Scheibenmaterial zu interpretieren (mit W. Brandner, Würzburg, und B. Reipurth, ESO). Unter dieser Thematik wurde ferner das Langzeitverhalten von V1118 Ori und V1143 Ori auf photographischen Platten des Archivs der Sternwarte Sonneberg untersucht. Hier bestand ganz allgemein eine Zusammenarbeit beim Projekt der Digitalisierung von Photoplaten (mit P. Kroll, Sonneberg).

4.2 Zirkumstellare Hüllen

Die Untersuchungen zur Deutung des irregulären Lichtwechsels ausgewählter Herbigischer Ae/Be-Sterne wurden fortgesetzt. Insbesondere wurde im Hinblick auf die Eigenschaften des zirkumstellaren Staubes um UX Ori das Spektrum des Sterns am 3.6-m-Teleskop der ESO im Bereich 7.5–13 μm mit der IR-Kamera TIMMI gewonnen. (J. Gürtler zusammen mit Ch. Friedemann, H.-G. Reimann). Ebenfalls fortgesetzt wurde die Untersuchung des Lichtwechselverhaltens des entwicklungsmäßig jungen Veränderlichen WW Vul hinsichtlich der statistischen Eigenschaften seiner Algol-ähnlichen Minima (Ch. Friedemann mit J. Gürtler und H.-G. Reimann).

H.-G. Reimann konnte die Entwicklung der Software für die Auswertung der Polarisationsbeobachtungen (Savartplatte) am 1.2-m-Teleskop des DSAZ auf dem Calar Alto abschließen. Eine erste Auswertung der an SV Cep gewonnenen Daten zeigte, daß eine Genauigkeit von 0.1% im Polarisationsgrad und etwa 1° in der -richtung möglich ist. Probleme gibt es im vorliegenden Fall noch bei der Korrektur der Vordergrundpolarisation, weil diese einen atypischen Verlauf zeigt.

Die IRAS LRS-Spektren zahlreicher Infrarotquellen mit starker Silikatemission zeigen eine schwache Bande bei etwa 13 μm Wellenlänge. Als mögliche Identifikation wurden in der Literatur u. a. Teilchen aus Aluminiumoxid (Al_2O_3) diskutiert. Die spektralphotometrischen Daten des Satelliten IRAS für 51 helle Quellen (ausschließlich sauerstoffreiche Mirasterne

und halbregelmäßig veränderliche rote Riesen) wurden dazu verwendet, das Profil der 13- μm -Bande abzuleiten. Besondere Schwierigkeiten bereitet dabei die adäquate Berücksichtigung der Silikatemission. Das abgeleitete Profil läßt sich gut durch ein Dispersionsprofil darstellen, eine befriedigende Darstellung des Profils durch Teilchen aus Aluminiumoxid ist jedoch nicht möglich. Die Korrelation der Stärken der 13- und der 10- μm -Silikatbande legt nahe, daß die 13- μm -Bande ebenfalls von Silikateilchen stammen könnte (J. Gürtler zusammen mit B. Begemann, J. Dorschner, Th. Henning, C. Kömpe und H. Mutschke).

Unter Nutzung seines Monte-Carlo-Strahlungstransportprogramms hat O. Fischer Polarisationskarten des Infrarotnebels Cha IRN bei den Wellenlängen 0.7 und 1.65 μm simuliert. Aus dem Vergleich mit entsprechenden Meßdaten von N. Ageorges (Grenoble) läßt sich in Korrektur früherer Interpretationen auf eine um 70° zur Achsrichtung geneigte Konfiguration schließen. Diese besteht aus einer dicken Scheibe (Toomre-Modell), die in einen frei fallenden Molekülwolkenkern eingebettet und entlang der Achse geöffnet ist.

Die zusammen mit B. Stecklum (Jena) und Ch. Leinert (Heidelberg) am 3.5-m-Teleskop des DSAZ auf dem Calar Alto gewonnenen 2D-Speckle-Daten (Wellenlänge 2.2 μm) des jungen Doppelsternsystems Z CMa wurden von O. Fischer hinsichtlich ihrer astrometrischen und polarimetrischen Informationen ausgewertet. Es ergab sich ein Abstand von 0.1'' bei einem Positionswinkel von 120°. Die Gesamtpolarisation des Objektes (1.6%, 158°) stimmt gut mit Messungen bei anderen Wellenlängen überein. Die gemessenen Speckleflüsse konnten erstmalig zur polarimetrischen Trennung der Doppelsternkomponenten genutzt werden. Danach sind beide Komponenten bei stark zueinander geneigten Polarisationsrichtungen mit ca. 4% polarisiert. Als Polarisationsmechanismus wird Streuung an Staubteilchen in einer zirkumbinären Hülle angenommen.

4.3 Galaktische Sternhaufen

Die umfassende Untersuchung des jungen galaktischen Sternhaufens NGC 2129 konnte abgeschlossen werden (H.-G. Reimann mit W. Pfau, R. Ziener, Tautenburg, und V. Tóth, Budapest). Auf der Grundlage von photoelektrischer (*uvby*) und photographischer (*UBV*) Photometrie und von neuen hochauflösenden IRAS-Karten wurden die Extinktionsverhältnisse in der Sichtlinie geklärt, die Vordergrund- von der Haufenextinktion getrennt und weitere Haufenparameter abgeleitet. Es stellte sich heraus, daß die die Sichtlinie schneidende Molekülwolke nicht mit dem Haufen assoziiert ist. CCD-Photometrie in der Umgebung des Sternhaufens diente der optischen Identifikation der neu aufgefundenen IRAS-Punktquellen.

4.4 Diffuse interstellare Banden

Im Berichtsjahr konnten an den Teleskopen des DSAZ auf dem Calar Alto wiederum spektroskopische Messungen diffuser interstellarer Banden gewonnen werden (W. Pfau). Mit dem Cassegrain-Twin-Spektrographen des 3.5-m-Teleskops wurden Spektren einer Reihe von Reflexionsnebeln aufgenommen. Sie sollen der Aufklärung möglicher Unterschiede in den Banden im direkten Licht des Sternes bzw. der Streustrahlung aus dem Nebel dienen. Dieses Problem war früher von uns durch Strahlungstransportsimulationen mit dem Monte-Carlo-Programm behandelt worden. Spektren einer größeren Zahl von Sternen in ausgewählten OB-Assoziationen wurden am Coude-Spektrographen des 2.2-m-Teleskops aufgenommen. Diese Untersuchung zielt auf die Frage des Einflusses unterschiedlicher Vorgeschichte und physikalischer Bedingungen des absorbierenden Materials auf die Stärke und Struktur der DIBs. Danach zeigt vor allem das Bandenverhältnis von $\lambda\lambda$ 5780 und 5797 in Cep OB2 signifikante Unterschiede gegenüber anderen Assoziationen.

Die im Laboratorium gemessenen Schwingungsbanden von Kettenmolekülen des Typs $C_nH_m^-$ zeigen teilweise auffällige Entsprechungen zu DIBs. Um diese Koinzidenzen weiter zu verfolgen, wurden mit dem Echelle-Spektrographen am CAT auf La Silla hochaufgelöste Spektren im Langwelligen gewonnen (W. Pfau zusammen mit Th. Henning, J.P. Mayer, Basel, und C. Kömpe).

4.5 Verschiedenes

Für die im „General Catalogue of Variable Stars“ verzeichneten Bedeckungsveränderlichen wurde nach möglichen Identifikationen mit IRAS-Punktquellen gesucht. Bei 233 Veränderlichen befindet sich in weniger als 90" Abstand eine Infrarotquelle. Eine statistische Analyse zeigt, daß 50–75% der positionsmäßigen Übereinstimmungen reale Identifikationen sind. Praktisch alle helleren Bedeckungsveränderlichen sind vom IRAS wenigstens bei 12 μm entdeckt worden. Eine detaillierte Diskussion der verfügbaren optischen und Infrarotdaten läßt recht unterschiedlichen physikalischen Charakter der Quellen erkennen, die vorliegenden Daten reichen jedoch für endgültige Schlüsse oft nicht aus. Bei den Sternen BS Sco und V718 Sco weist die spektrale Energieverteilung darauf hin, daß die Infrarotstrahlung von Akkretionsscheiben herrühren könnte. Auf dem POSS und SRC/ESO-Atlas wurden die Umgebungen der Bedeckungsveränderlichen systematisch nach möglichen anderen optischen Identifikationen für die Infrarotquellen abgesucht (J. Gürtler mit Ch. Friedemann und M. Löwe). Mit dem Ziel, den Zusammenhang zwischen IRAS-Quelle und Veränderlichem sicherzustellen, waren einige dieser Sterne auch Gegenstand der CCD-Photometrie am 90-cm-Teleskop (H.-G. Reimann).

Am 90-cm-Teleskop wurde ferner durch H.-G. Reimann CCD-Photometrie des möglichen optischen Gegenstücks zum Gammastrahlenburster GRB 911001 durchgeführt. Ziel der noch laufenden Messungen ist die Ableitung einer Periode für das Objekt, das Helligkeitsschwankungen zwischen 15 und 18^m innerhalb von 24 Stunden zeigt (mit S. Klose, Tautenburg).

Die wissenschaftliche Begründung und ein erster technischer Entwurf für den Bau einer Nachfolgekamera für das ESO-Nutzerinstrument TIMMI wurden erarbeitet und entsprechende Anträge auf Fördermittel an das BMBF sowie das Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur zur Zusammenarbeit mit einem Industrieunternehmen gestellt. In diesem Zusammenhang hielt sich H.-G. Reimann zur Teilnahme an Servicearbeiten und technischen Beobachtungen mit der thermischen Infrarotkamera TIMMI auf La Silla auf.

5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

5.1 Staatsexamensarbeiten

St. Fritsche: „Messung der Eigenbewegung von Sternen sowie Aufbau eines entsprechenden Versuchs im Astronomischen Praktikum“.

6 Tagungen, Projekte am Institut und Beobachtungszeiten

6.1 Projekte und Kooperationen mit anderen Instituten

Schriftlich fixierte Zusammenarbeit besteht mit dem Lehrstuhl für Astronomie an der Universität Budapest zum Thema der Physik der interstellaren und zirkumstellaren Materie.

Im Jahr 1995 liefen folgende Drittmittelthemen:

C. Friedemann: Untersuchung von Staubeigenschaften in Wolken
von zirkumstellaren Gas-Staub-Hüllen um junge Sterne (DFG);

J. Gürtler, Th. Henning: Vergleichende Untersuchungen des zirkumstellaren Staubes
(Verbundforschung Astronomie/Astrophysik);

Th. Henning, W. Pfau: ISO-Beobachtungen der zirkumstellaren Materie
um sehr junge und massearme Sterne (Verbundforschung Astronomie/Astrophysik);

E. Krügel (Bonn), W. Pfau: Infrarotstrahlung von Galaxienkernen (DFG);

W. Pfau: Entwicklungsmäßige Frühphasen von Sternen im unteren Massebereich
(Verbundforschung Astronomie/Astrophysik).

7 Auswärtige Tätigkeiten

7.1 Nationale und internationale Tagungen

- O. Fischer: Konferenz „Galactic Star Formation and Early Stellar Evolution“, Schloß Ringberg, 29.05.–02.06.95,
 O. Fischer: Berlin-Jena Seminar zu Fragen des gemeinsamen Forschungsschwerpunktes „Interstellarer/Zirkumstellarer Staub“, Berlin, 15.–16.06.95,
 Ch. Friedemann: DFG-Workshop „Physik der Sternentstehung“, Würzburg, 09.–10.05.95,
 W. Hoff: „Röntgenstrahlung from the Universe“, Würzburg, 25.–29.09.95,
 C. Kömpe: ESO-Workshop on „The Role of Dust in the Formation of Stars“, Garching, 11.–14.09.95,
 V. Ossenkopf: Konferenz „Physico-chimie des grains circumstellaires et interstellaires“, Observatoire de Haute-Provence, 09.–13.10.95,
 W. Pfau: Calar-Alto-Kolloquium, Heidelberg, 08.–09.03.95,
 W. Pfau: DFG-Workshop „Physik der Sternentstehung“, Würzburg, 09.–10.05.95,
 W. Pfau: DARA-Potsdam-Workshop über eine deutsche Beteiligung und ESA/NASA-Interferometrie-Missionen, Potsdam, 12.–13.12.95,
 G. Tänzer: „Röntgenstrahlung from the Universe“, Würzburg, 25.–29.09.95.
 Die Herbsttagung der Astronomischen Gesellschaft, Bonn, 18.–22.09.95, wurde von V. Ossenkopf, W. Pfau und R. Schielicke besucht.

7.2 Vorträge und Gastaufenthalte

- O. Fischer: Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg, 13.02.–19.08.95,
 O. Fischer: Institut für Theoretische Astrophysik der Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg, 19.07.95,
 O. Fischer: Landessternwarte Heidelberg, 20.07.95,
 W. Hoff: Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik, Garching, 20.–24.03.95,
 C. Kömpe: ESTEC, Noordwijk, 09.–13.01., 13.–18.02. und 03.03.95,
 W. Pfau: Universität Münster, 13.–14.07.95,
 W. Pfau: Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik, Garching, 28.08.95,
 W. Pfau: ESO Garching, 29.08.95.

7.3 Beobachtungsaufenthalte, Meßkampagnen

- O. Fischer: Calar Alto 13.–16.03.95,
 C. Kömpe: LaSilla 21.–31.12.95,
 Th. Lehmann: E50 Chile 01.01.–31.03.95,
 W. Pfau: Calar Alto 22.–29.09.95.

8 Veröffentlichungen

Das gemeinsame Verzeichnis der Veröffentlichungen ist im Anschluß an den folgenden Jahresbericht der Arbeitsgruppe „Staub in Sternentstehungsgebieten“ der Max-Planck-Gesellschaft aufgeführt.

Werner Pfau

Jena

Max-Planck-Gesellschaft Arbeitsgruppe „Staub in Sternenstehungsgebieten“

Schillergäßchen 3, 07745 Jena; Telefon: (0 36 41) 44 98 74;
Telex: 331 506 uni d; Telefax: (0 36 41) 44 98 75;
E-Mail: mail@fred.astro.uni-jena.de

0 Allgemeines

Die Arbeitsgruppe wurde im Jahr 1991 gegründet und bezog im Verlauf des Jahres 1992 Räume im Gebäude der Universitäts-Sternwarte und im Haus Lambrecht.

1 Personal und Ausstattung

1.1 Personalstand

Direktoren und Professoren:

Prof. Dr. Th. Henning [449876].

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. B. Begemann, Dr. J. Blum, Dr. J. Dorschner, Dipl.-Phys. R. Launhardt (DARA), Dr. B. Michel (DFG), Dr. H. Mutschke, Dr. W. Schmitt, Dr. B. Stecklum, Dr. J. Steinacker, Dr. R. Stognienko.

Doktoranden:

Dipl.-Phys. A. Burkert, Dipl.-Phys. M. Feldt, Dipl.-Phys. A. Heines, Dipl.-Chem. C. Jäger, Dipl.-Phys. S. Kempf (DARA, DFG), Dipl.-Phys. H. Klahr, Dipl.-Phys. M. Löwe, Dipl.-Phys. V. Manske, Dipl.-Phys. R. Mucha (Adenauer-Stiftung), Dipl.-Phys. T. Poppe (DFG), Dipl.-Phys. R. Sablotny, Dipl.-Phys. M. Schnaiter (DFG), Dipl.-Phys. K. Schreyer (Studienstiftung), Dipl.-Phys. E. Thamm, Dipl.-Phys. G. Wurm (DARA).

Sekretariat und Verwaltung:

Dipl.-Übers. A. Schneider, A. Kübel.

Technisches Personal:

G. Born, Dipl.-Phys. W. Teuschel, Dipl.-Inf. J. Weiprecht.

Studentische Mitarbeiter:

C. Kaak (Praktikum), A. Klix (Forschungspraktikum), D. Clement (Chemiepraktikum).

1.2 Instrumente und Rechenanlagen

Für die Arbeitsgruppe konnte aus BAR-Mitteln ein Alpha-Server A 2100/275 mit drei Prozessoren und 512 MByte Hauptspeicher zur Verbesserung der Numerikleistung beschafft werden. Zusätzlich zu dieser lokalen Maschine erhielt die Gruppe Zugriff auf eine Cray-MP und einen Massiv-Parallelrechner MasPar der Friedrich-Schiller-Universität sowie Rechenzeit am Höchstleistungsrechenzentrum Jülich. Um die Daten besser verwalten zu können, wurde die StorageWorks-Lösung von Digital realisiert. Zur Zeit werden darüber 10 GByte bedient. Zum Betreiben des Beobachtungssoftwarepaketes GREG/GAG wurde eine HP-Workstation HP 715 angeschafft; ein weiterer Arbeitsplatz konnte mit einer Workstation Alpha 200/166 ausgerüstet werden.

Die Gruppe betreibt einen eigenen WWW-Server, der unter <http://www.astro.uni-jena.de> zu erreichen ist.

Eine großzügige Spende der Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung ermöglicht die Anschaffung eines Atomkraftmikroskops für die Laborastrophysikgruppe.

1.3 Gebäude und Bibliothek

Die Bibliothek wurde um 227 Bände auf insgesamt 865 Bände erweitert. Dieser Buchbestand wurde in die Astronomie-Bibliothek der Physikalisch-Astronomisch-Technikwissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena, der unsere Arbeitsgruppe angegliedert ist, integriert. Die Datenerfassung des Buchbestandes der Bibliothek wird kontinuierlich weitergeführt.

2 Gäste

Dr. K.R. Bell: NASA Ames (USA), 01.01.95–31.01.95, Gastwissenschaftlerin,
 Dr. A. Menshchikov: Moskau (Rußland), 01.01.95–31.03.95, Gastwissenschaftler,
 Dr. J. Peltoniemi: Helsinki (Finnland), 01.01.95–28.02.95, Gastwissenschaftler,
 Dr. J. Chan: Hong Kong, 01.01.95–30.08.95, Gastwissenschaftlerin,
 Prof. Dr. U. Kreibitz: RWTH Aachen, 08.01.–09.01.95, Vortrag,
 Dr. T. Kozasa: Tokyo (Japan), 16.01.95–15.03.95, Gastwissenschaftler,
 Dr. C. Dominik: NASA Ames (USA), 17.01.–18.01.95, Vortrag,
 Prof. Dr. J.-P. Maier: Universität Basel (Schweiz), 31.01.–01.02.95, Vortrag,
 Dr. S. Henkel: RWTH Aachen, 06.02.–09.02.95, Vortrag,
 Prof. Dr. A. El Goresy: MPIK Heidelberg, 08.–09.02.95, Vortrag,
 Prof. Dr. D. Gerlich: TU Chemnitz-Zwickau, 13.–14.02.95, Vortrag,
 Dr. T. Megeath: MPIfR Bonn, 14.03.95, Vortrag,
 Dr. A. Kokhanovsky: Universität Minsk (Rußland), 27.–31.03.95, Arbeitsaufenthalt,
 Prof. Dr. P. Roth: Universität Duisburg, 04.04.95, Vortrag,
 Dr. I. Zinchenko: AdW Nizhny Novgorod (Rußland), 23.04.–06.05.95, Arbeitsaufenthalt,
 Dr. R. Papoular: DRECAM, Gif-sur-Yvette (Frankreich), 25.04.95, Vortrag,
 Dr. P. Artymowicz: Stockholm (Schweden), 01.05.95–31.05.95, Gastwissenschaftler,
 Dr. A. Winnberg: Onsala Space Observatory (Schweden), 02.05.95, Vortrag,
 Dr. R. Assendorp: AI Potsdam, 05.05.95, Vortrag,
 Dr. L. Mundy: University of Maryland (USA), 14.–17.05.95, Vortrag,
 Dr. R. Timmermann: MPIE Garching, 16.–17.05.95, Vortrag,
 Prof. Dr. G. Weigelt: MPIfR Bonn, 22.05.95, Vortrag,
 Dr. Y. Wang: MRAO Cambridge, 05.–07.06.95, Vortrag,
 Dr. F. Spahn/M. Hertzsch: MPG-AG Potsdam, 13.–14.06.95, Vortrag,
 Prof. Dr. J. Krelowski: Universität Torun (Polen), 23.06.95, Vortrag,
 Dr. F. Salama: NASA Ames (USA), 27.06.95, Vortrag,
 Dr. Ch. Koike: Kyoto (Japan), 01.07.95–31.08.95, Gastwissenschaftlerin,
 Prof. Dr. Lan-Tian Yang: Wuhan (China), 01.07.95–30.09.95, Gastwissenschaftler,
 Dr. B. Kuhn: MPIA Heidelberg, 05.07.95, Vortrag,

Dr. G. Sleijpen: Universität Utrecht (Niederlande), 13.–15.07.95, Arbeitsaufenthalt,
 Dr. F. Rouleau: Quebec (Kanada), 01.09.95–31.12.95, Gastwissenschaftler,
 Dr. T. Hayward: Cornell University (USA), 07.–09.09.95, Vortrag,
 Dr. Z. Ivezić: University of Kentucky (USA), 19.09.95, Vortrag,
 Dr. R. Timmermann: MPIE Garching, 26.09.95, Vortrag,
 Dr. H. Butner: Washington (USA), 01.10.95–31.12.95, Gastwissenschaftler,
 Dr. A. Lakhtakia: Pennsylvania State University (USA), 03.–05.10.95,
 Arbeitsaufenthalt, Vortrag,
 Dr. F. Finocchi: ITA Heidelberg, 09.–11.10.95, Vortrag,
 Dr. P. Hofner: Universität Köln, 17.–19.10.95, Vortrag,
 Dr. N. Ageorges: Universität Grenoble (Frankreich), 01.11.95–31.12.95,
 Gastwissenschaftlerin,
 Dr. G. Williger: MPIA Heidelberg, 14.11.95, Vortrag,
 Prof. Dr. D. Reimers: Sternwarte Hamburg, 20.11.95, Vortrag,
 Dr. P. Kroll: Thüringer LSW Tautenburg, 21.11.95, Vortrag,
 Dr. R. Szczerba: Torun (Polen), 21.11.95–20.12.95, Gastwissenschaftler,
 Dr. A. Krabbe: MPIE Garching, 28.11.95, Vortrag,
 Dr. A. Quirrenbach: MPIE Garching, 30.11.95, Vortrag,
 Dr. E. Krügel: MPIfR Bonn, 05.12.95, Vortrag.

3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

3.1 Lehrtätigkeiten

Folgende Lehrveranstaltungen auf dem Gebiet Astrophysik wurden an der Friedrich-Schiller-Universität Jena durchgeführt:

Th. Henning:	Oberseminar „Theoretische Astrophysik“,
J. Dorschner:	Vorlesung „Sonnensystem“,
J. Dorschner:	Vorlesung „Astronomie“ (externe Lehrerausbildung),
Th. Henning/J. Steinacker:	Vorlesungen „Akkretionsscheiben“, „Aktive Galaxien“,
Die Gruppe beteiligte sich am	„Astrophysikalischen Numerikum“.

An der Philosophisch-Theologischen Hochschule Erfurt wurde folgende Lehrveranstaltung durchgeführt:

J. Dorschner: Vorlesung „Mensch und Universum“.

3.2 Prüfungen

Es wurden 2 Promotionsprüfungen abgenommen.

3.3 Gremientätigkeit

J. Dorschner: DARA-Beraterkreis „Extraterrestrische Grundlagenforschung“,
 J. Dorschner: IAU, Kommission 34 und 51,
 Th. Henning: COSPAR-Landesausschuß,
 Th. Henning: German SOFIA Science Working Group,
 Th. Henning: IAU, Kommission 34,
 Th. Henning: Gutachterausschuß „Astronomie/Astrophysik“ (Verbundforschung),
 Th. Henning: Gutachterausschuß „Extraterrestrische Grundlagenforschung“ (DARA),
 Th. Henning: Stellvertretender Sprecher des DFG-Schwerpunktprogramms
 „Physik der Sternentstehung“,
 Th. Henning: Habilitationskommission der Phys.-Astron.-Technikwiss. Fakultät
 an der Friedrich-Schiller-Universität Jena,
 Th. Henning: Mitglied in den MPG-Kommissionen „Optik“ und „Laborastrophysik“.

4 Wissenschaftliche Arbeiten

Theoriegruppe

4.1 Mehrdimensionaler Strahlungstransport

Zur schnellen numerischen Lösung der frequenzabhängigen Strahlungstransportgleichung in axialsymmetrischen Staubkonfigurationen wurde ein neuer, approximativer 2D-Algorithmus entwickelt. Der Vergleich mit den Resultaten exakter 2D-Codes zeigte eine sehr gute Übereinstimmung der Ergebnisse. Die Methode erlaubte eine detaillierte Analyse der Abhängigkeit des Strahlungsfeldes vom Öffnungswinkel der Scheibe und ihrer optischen Tiefe. Sie wurde auf die Modellierung des tief eingebetteten jungen stellaren Objekts L1551-IRS 5 angewendet, einer der am besten untersuchten Quellen mit bipolarem Ausfluß. Erstmals war es möglich, alle vorliegenden Beobachtungen simultan zu erklären: die gesamte Photometrie, räumlich aufgelöste Intensitätskarten, Interferometerdaten Und Polarisationsmessungen (Menshchikov, Henning).

Durch die Entwicklung eines effizienteren „Raytracers“, in Verbindung mit Integrationsverfahren zweiter Ordnung, konnte die Rechenzeit des Codes um Faktoren von 3 bis 10 verkürzt werden (Henning, Manske). Die erzielte Rechenzeiterparnis ist die Voraussetzung für die geplante Berücksichtigung quantengeheizter kleiner Teilchen, welche die Spektren zirkumstellarer Staubkonfigurationen signifikant beeinflussen können. Ein exakter 2D-Strahlungstransportcode ist inzwischen durch ein Teilprogramm zur selbstkonsistenten Bestimmung der Temperaturstruktur in der Scheibe ergänzt worden. Für ausgewählte Objekte mit zirkumstellaren Scheiben wurden damit frequenzabhängige Intensitätskarten für unterschiedliche Neigungswinkel der Scheibe berechnet (Thamm, Henning, Steinacker).

Gegenwärtig wird ein Mehrgitterverfahren in diesem Programm implementiert, um die Auflösung in dem zentralen Bereich der Scheibe zu verbessern. Mit einem 1D-Raytracer wurden Messungen von Sternbedeckungen durch den Mond modelliert, die hohe Auflösung von Hüllen um späte Sterne im Millibogensekundenbereich erlauben (Stecklum, Thamm). Die Arbeiten an der effektiven Kubatur der Einheitssphäre wurden abgeschlossen; für eine Richtungsintegration von stark anisotropen Funktionen liegen nun optimierte Stützstellen und Integrationsgewichte vor. Die Stützstellen wurden durch einen Metropolisalgorithmus errechnet, die Integrationsgewichte folgen aus einer Auswertung spezieller Gegenbauerpolynome an Knotenprodukten (Steinacker, Thamm).

Die Entwicklung des 3D-Strahlungstransportcodes ist weit fortgeschritten; es können jetzt Intensitätsverteilungen von komplexen 3D-Staubverteilungen berechnet werden. Eine rechenintensive Lösung des gesamten Gleichungssystems durch ein schnelles Verfahren der konjugierten Gradienten konnte durch geschicktes Umnummerieren der 6 laufenden Variablenindizes und durch Anwendung eines Rückeinsetzverfahrens auf eine Lösung kleinerer Untersysteme reduziert werden. Die Speicherlast des Programmes ist so erheblich gesenkt. Durch vergleichende Rechnungen wird derzeit getestet, ob durch Integration der Strahlungstransportgleichung und Einsetzen der Energiebilanzgleichung in diese eine langsame Lambda-Iteration zur selbstkonsistenten Ermittlung der Temperaturverteilung ganz vermieden werden kann, die in allen Strahlungstransportrechnungen den rechenintensivsten Teil darstellt (Steinacker, Henning).

4.2 Protoplanetare Akkretionsscheiben

Durch die Implementierung eines effizienteren Algorithmus für den Koagulationsprozeß sowie durch die Parallelisierung des Codes auf einem Massivparallelrechner (MasPar) konnte die Berechnung der Koagulationsgleichung erheblich beschleunigt werden. Mit dem so erzielten Geschwindigkeitsgewinn wurden die numerischen Voraussetzungen erfüllt, um für eine turbulente protoplanetare Akkretionsscheibe – beschrieben durch ein zeitabhängiges eindimensionales (radiales) „alpha“-Modell – in selbstkonsistenter Weise den Einfluß des Staubwachstums auf die Entwicklung der Scheibendynamik studieren zu können: Die vor-

genommene Verfeinerung des Hydrodynamikcodes ermöglicht es, in einem engmaschigen Netz für beliebige Scheiberradien zu bestimmten Entwicklungszeiten die Massenverteilungen der koagulierten Staubteilchen zu ermitteln, daraus die Rosselandschen Staubopazitäten zu bestimmen und schließlich die Rückkopplung von Staub und Scheibe mittels der Opazitäten, die wiederum ins Scheibenprogramm eingehen, zu berücksichtigen (Henning, Mucha, Schmitt).

Die Veränderung der lokalen Staubopazität hängt aber nicht nur vom Wachstumsverhalten des Staubes ab, sondern auch von seinem Driftverhalten. Die Kopplung des Staubes an Gasbewegungen einer turbulenten 2D-Akkretionsscheibe wird in einem weiteren Projekt untersucht. Zum einen werden die Relativgeschwindigkeiten zwischen den Staubkörnern bestimmt, die Eingabedaten für die Koagulationsrechnung darstellen. Zum anderen konnte gezeigt werden, wie bestimmte Strömungsmuster zur Konzentration von Staub auf kleinen Skalen führen können, während es auf großen Skalen zu einer Diffusion des Staubes kommt. Dazu wurden sowohl analytische Betrachtungen angestellt als auch ein neu entwickeltes Programm verwendet, das die Bewegungen des Staubes im Strömungsmuster einer simulierten Akkretionsscheibe berechnet (Henning, Klahr).

Bei der Untersuchung der Auswirkungen von Staubopazitäten auf die Struktur von protoplanetaren Akkretionsscheiben mit Hilfe von eindimensionalen vertikalen Modellen zeigte sich, daß die Standardannahme, die Scheibenoberfläche sei an jedem Radiuspunkt negativ gewölbt, also jeder Punkt der Scheibenoberfläche könne von der Strahlung des Zentralobjektes getroffen werden, keine generelle Gültigkeit besitzt. Die Scheibendicke in bezug auf den Radius nimmt ab, wenn der Opazitätsverlauf durch $\tilde{\kappa} \sim T^\beta$ mit $\beta > 0.5$ dargestellt werden kann (Bell, Klahr, Henning).

4.3 Koagulation von kosmischen Staubteilchen

Die Untersuchungen auf dem Gebiet des Teilchenwachstums wurden fortgesetzt. Hierbei wurden insbesondere bei der statistischen Beschreibung des Wachstums mittels einer Koagulationsgleichung große Fortschritte erzielt. Es wurde ein allgemeines numerisches Verfahren entwickelt, welches erstmalig die Lösung dieser komplizierten Integrodifferentialgleichung für physikalisch interessante Parameterräume mit hinreichend geringem numerischen Aufwand erlaubt. Dies ermöglichte eine erste quantitative Analyse der Staubteilchenentwicklung in einer protoplanetaren Akkretionsscheibe. Es zeigte sich, daß das Wachstum in drei Phasen erfolgt: in der Anfangsphase werden die kleinen Teilchen von den größeren Teilchen gebunden, danach erfolgt das Wachstum mit einer selbstähnlichen Größenverteilung, während in der abschließenden Phase die massereichsten Teilchen explosionsartig wachsen (Mucha, Schmitt, Henning).

Weiterhin wurde ein selbstkonsistentes N-Teilchen-Modell der Brownschen und turbulenten Phase der Koagulation entworfen, um fundiertere Ausdrücke für die Reaktionskerne der Koagulationsgleichung zu bestimmen. Die Bewegung der Teilchen wird entsprechend der Wahrscheinlichkeitsverteilung für den stochastischen Einfluß des einbettenden Gases bestimmt. Die während des Zusammenstoßens und Haftens auftretenden Kräfte werden dabei explizit berücksichtigt (Sablotsny, Blum, Kempf, Henning). Um derartige Simulationen für große Teilchenzahlen ausführen zu können, wurde ein schnelles vektorisierbares periodisches Baumstrukturverfahren entwickelt (Kempf, Pfalzner, Henning). Die physikalischen Parameter der Koagulationsrechnungen, insbesondere die Staubteilchenaerodynamik, wurden in Zusammenarbeit mit der Laborgruppe experimentell bestätigt (Blum, Wurm, Kempf, Henning).

4.4 Optische Eigenschaften kleiner Teilchen

Die in der Arbeitsgruppe bisher erstellten und verwendeten Programme zur Berechnung der optischen Eigenschaften kleiner Staubteilchen wurden neben ihrer numerischen Optimierung insbesondere den in der Gruppe untersuchten Problemstellungen angepaßt. Es steht jetzt weiterhin ein Programm zur Verfügung, welches die exakte Berechnung optischer Größen für Systeme sich nicht durchdringender Kugeln erlaubt (F. Rouleau). Damit war ein umfangreicher Test der von B. Michel entwickelten Methode zur Berechnung der Ex-

tinktion von im statistischen Mittel rotationssymmetrischen Teilchen mit beliebiger innerer Struktur möglich. Als weitere Vergleichsmethode wurde die diskrete Dipolapproximation herangezogen. Die statistische Methode erwies sich als stabil und hinreichend genau für nicht zu große Teilchen mit moderaten optischen Konstanten (Michel, Henning, Stognienko, Rouleau). Desweiteren wurde die Methode erfolgreich auf chirale Medien angewendet (Michel, Lakhtakia).

Eine einfache Mischungsformel für inhomogene Systeme mit Aggregatstruktur wurde aus vorhergehenden detaillierten Untersuchungen abgeleitet und zur Berechnung der dem neuesten Stand der Kenntnisse entsprechenden Staubopazitäten für protoplanetare Akkretions-scheiben verwendet (Henning, Stognienko).

Dabei zeigte sich, daß neben dem Massenanteil der Silikate die Verteilung des Elementes Eisen in den einzelnen Staubkomponenten eine wichtige Rolle spielt.

Die bestehenden Kontakte mit der Gruppe um B. Å. Gustafson (University of Florida) wurden genutzt, um Brechzahlmessungen an kleinen Glaskugeln im Millimeter-Wellenlängenbereich durchzuführen.

Die Ergebnisse der Messungen erlauben die Simulation und später den direkten Vergleich gemessener optischer Eigenschaften komplizierterer Staubstrukturen mit theoretischen Berechnungen.

Laborgruppe

4.5 Weltraumexperiment CODAG

Im Zusammenhang mit dem Weltraumexperiment CODAG wurden zwei Laborexperimente über das Stoß- und Agglomerationsverhalten kosmischer Staubteilchen fertiggestellt. Im ersten wird ein aus desagglomerierten Teilchen (Größe oberhalb einiger Zehntel m) bestehender Staubstrahl im Vakuum erzeugt. Mit dieser Apparatur können Einzelstöße von Strahlpartikeln auf definierte Oberflächen in einem weiten Stoßparameterbereich und mit Geschwindigkeiten bis zu 60 m/s untersucht werden. Erste Untersuchungen mit monodispersen Glaskügelchen von 0.5 μm Durchmesser, die auf eine polierte Glasoberfläche treffen, zeigen die Existenz einer Haftgrenzgeschwindigkeit bei wenigen m/s (Blum, Poppe).

Im zweiten Experiment werden zuvor erzeugte lockere Staubteilchenaggregate in einer dünnen Gasatmosphäre levitiert und auf Grund ihrer differentiellen Sedimentation zur Kollision gebracht (typische Stoßgeschwindigkeit: ≈ 1 cm/s). Die Teilchenaggregate, die aus bis zu 100 monodispersen Glaskügelchen (Durchmesser: 2 μm) bestehen, zeigen bei dieser Kollisionsgeschwindigkeit eine hohe Haftwahrscheinlichkeit (Blum, Wurm).

Beide Experimente dienen der Optimierung von CODAG, das 1997 starten soll. Die Voruntersuchungen, zu denen u. a. über 30 Fallturmexperimente gehören, in denen erstmals die Brownsche Bewegung von Einzelpartikeln und kleinen Aggregaten im Epstein-Bereich der Gasreibung studiert wurde und die Konzeptionsphase von CODAG sind abgeschlossen. Mit dem Bau der Hardware des Experiments wurde begonnen (Blum, Kempf, Wurm).

4.6 Präparation und optische Eigenschaften von Analogmaterialien

Zur Herstellung von Laboranalogprodukten für hochrefraktäre amorphe Staubkomponenten, wie sie in Riesensternen, in planetarischen Nebeln und auch in zirkumstellaren Scheiben um junge Sterne vorkommen können, wurde mit der Anwendung von Sol-Gel-Verfahren begonnen. In Zusammenarbeit mit R. Nass (Saarbrücken) wurde Aluminiumoxidgel als astrophysikalisch interessanter Testfall hergestellt und untersucht. Al_2O_3 wird als frühes Kondensationsprodukt im Sonnennebel sowie als Sternstaubkomponente in sauerstoffreichen AGB-Sternen (13- μm -Bande) diskutiert. Die durch Tempern zwischen 200 und 1000°C erhaltenen Präparate wurden durch IR-Spektroskopie, Röntgendiffraktometrie und NMR untersucht. Optische Konstanten wurde abgeleitet und zum Vergleich mit Beobachtungsergebnissen (IRAS-LRS-Spektren) herangezogen. Die extrem breite AI-0-Schwingungsbande

des α - Al_2O_3 schließt die Reproduktion des beobachteten $13\text{-}\mu\text{m}$ -Profils aus, macht aber α - Al_2O_3 zu einer wichtigen kontinuierlichen Opazitätsquelle im Bereich zwischen den Silikatbanden. Mit der Präparation und analytischen Charakterisierung amorpher Mg-Si-Silikate und von Siliziumkarbid wurde begonnen (Begemann, Dorschner, Henning, Mutschke).

Zur Präparation luft- und feuchtigkeitsempfindlicher Analoga wurde eine Handschuhbox mit Ar-Flutung in Betrieb genommen und eine Transfereinheit für den Proben transport zwischen Box und Spektrometer gebaut. Damit konnten Siliziumdisulfidproben erstmals spektroskopisch charakterisiert werden. SiS_2 ist ein Kandidat für die Identifikation einer Festkörperbande bei $21\ \mu\text{m}$ in kohlenstoffreichen stellaren Spätstadien (Begemann, Dorschner, Henning, Mutschke).

Die experimentelle Untersuchung von amorphem Kohlenstoff (a-C) wurde weiter ausgebaut. Ziel ist dabei, Struktur, Bindungsverhältnisse und Kristallitgrößen in Abhängigkeit von den Präparationsbedingungen zu variieren und die Auswirkungen auf Bandlücke und optische Konstanten zu ermitteln. Optische Eigenschaften von a-C wurden an pyrolysierten Zellulose-Preßlingen und von auf Trägern im Kohlenstoffverdampfer abgeschiedenem Ruß bestimmt. Der Kohlenstoffverdampfer wurde mit gekühlten Elektroden ausgestattet und erhielt eine Kollimationseinrichtung zur Erzeugung eines Rußteilchenstrahls. Damit stehen simultan ausreichende Rußmengen für die Analytik (UV-Vis-NIR- und Ramanspektroskopie, ^{13}C -NMR, hochauflösende TEM, ESR- und EEL-Spektroskopie) und gleichzeitig isolierte Teilchen für die Spektroskopie in einer Matrix zur Verfügung (Jäger, Henning, Mutschke, Schnaiter).

Die IR-Spektroskopie von meteoritischen Nanodiamanten lieferte Anhaltspunkte, daß ein Teil der starken IR-Banden Artefakte der Extraktionmethode sein können. Zum detaillierten Studium präsolärer Diamanten wurde mit U. Ott (Mainz) ein Programm begonnen, in dessen erster Stufe ausreichend Probenmaterial aus verschiedenen Meteoriten der Mainzer Sammlung extrahiert werden soll, um eine breite Basis für eine zuverlässige Analytik zu schaffen. In das Programm einbezogen wird auch die meteoritische Kerogensubstanz, in der man gleichfalls interstellare Komponenten vermutet (Braatz, Jäger, Dorschner, Henning, Mutschke).

4.7 Matrixisolationsspektroskopie nichtagglomerierter Teilchen

Um aus dem Kohlenstoffverdampfer kleinste Primärteilchen aus amorphem Kohlenstoff extrahieren und in einer Hochvakuumumgebung in eine Edelgasmatrix einfrieren zu können, wurde eine Molekularstrahlanlage mit einem differentiellen Pumpensystem gebaut. Die Partikelrate im erzeugten Strahl kann mit einer hochempfindlichen Schwingquarzwage (Auflösung $\approx \text{I ng}$) gemessen werden. Das isolierte Einfrieren der Teilchen in einem kontrollierbaren Verhältnis von Partikelanteil zu Matrix dient in erster Linie der Spektroskopie von Nanometerteilchen bei tiefen Temperaturen unter Verwendung ihrer Agglomeration. Proben für TEM und AFM können direkt aus dem Teilchenstrahl entnommen werden, so daß eine parallele Bestimmung von Teilchengrößenverteilung und -struktur möglich ist. Es konnte eine sehr schmale Bande bei $253\ \text{nm}$ gefunden werden. Mit der Matrixisolationsspektroskopie wurde außerdem erstmals die Mie-Resonanz von SiO_2 -Teilchen im Infraroten gemessen (Schnaiter, Henning, Mutschke).

Beobachtergruppe

4.8 Radiobeobachtungen von Sternentstehungsgebieten

Entsprechend der Beobachtungsschwerpunkte konzentrierten sich Messungen von Liniene- und Kontinuumsstrahlung auf zwei Objektgruppen: Globulen und massereiche Sternentstehungsgebiete.

Die Kartierung der Staubkontinuumsstrahlung protostellarer Kerne in Globulen bei $1.3\ \text{mm}$ Wellenlänge wurde mit Hilfe des Bolometerarrays am IRAM-Teleskop und des SEST-

Bolometers fortgesetzt. Am SEST geschah ebenfalls die Messung weiterer Objekte der Globulenstichprobe in den Linien von CO und CS (Henning, Launhardt).

Parallel dazu erfolgte die Weiterführung der Infrarotaufnahmen südlicher Globulen und Herbig Ae/Be-Sterne unter Verwendung von IRAC2 am 2.2-m-ESO-Teleskop (Henning, Launhardt, Burkert, Löwe).

Die Kartierung dichter Kerne in der Nähe massereicher junger Sterne in den Übergängen des CS-Moleküls wurde fortgesetzt. Von NGC 2264 IRS1 und AFGL 490 konnten mit dem IRAM-Teleskop derartige Karten erhalten werden sowie weitere in den Linien anderer Moleküle (z. B. C¹⁸O, H₂CO). Diese Messungen ergänzen die bereits durchgeführten Beobachtungen der höheren CS-Übergänge und ermöglichen so die Bestimmung der CS-Anregung. Aus den verschiedenen Linienbeobachtungen wurden Temperatur- und Dichteverteilungen abgeleitet (Schreyer). Mit ähnlicher Zielstellung erfolgte die Kartierung höherer CS-Rotationsübergänge in ausgewählten Globulen am Caltech Submillimeter Observatory (Launhardt, Osterloh).

Die Messungen im Orion-„hot core“-Gebiet wurden durch die Kartierung der C34S-Linie am IRAM-Teleskop fortgesetzt, die die bereits vorhandenen Interferometriedaten ergänzt. Damit kann nunmehr die Größenverteilung der Molekülwolkenklumpen ermittelt werden (Schreyer in Zusammenarbeit mit R. Güsten (Bonn)).

Die Auswertung der NIR-, FIR- und 1.3-mm-Kontinuumskarten von dichten Kernen in der Orion-B-Molekülwolke wurde abgeschlossen. Es wurden die Morphologie und der Entwicklungszustand der Kerne untersucht. Frühere Untersuchungen, nach denen massereiche Sterne in der Orion-B-Molekülwolke ausschließlich in vier eng begrenzten Gebieten gebildet werden, wurden durch die großräumige Kartierung der 1.3-mm-Staubemission und den Vergleich mit NIR- und FIR-Karten bestätigt (Launhardt in Zusammenarbeit mit der Bonner Bolometergruppe).

Weiterhin wurde ein umfangreicher Katalog von extrem jungen und massereichen Sternen herausgegeben (Chan, Henning, Schreyer).

4.9 Veränderlichkeit von T Tauri-Sternen

Dem Nachweis der Infrarotveränderlichkeit von T Tauri-Sternen und der Korrelation mit optischen Daten dienen simultane Messungen von Objekten in IC 5070 und NGC 7000 am 1.23-m- und 2.2-m-Teleskop des DSAZ (Osterloh, Heines). Vor allem Breitbandphotometrie sollte dabei den Entstehungsort jener Infrarotstrahlung aufklären helfen, die bei diesen Sternen zur photosphärischen Emission hinzukommt. Von einigen Objekten konnten außerdem mit Hilfe der MAGIC-Kamera Infrarotspektren der spektralen Auflösung $R \sim 200$ erhalten werden. Gesucht wurde nach CO-Banden in Emission, die in inneren Gebieten von Akkretionsscheiben entstehen können.

4.10 Hochauflösende Beobachtungen junger stellarer Objekte und ultrakompakter H II-Gebiete

Im Rahmen der hochauflösenden Nahinfrarotbeobachtungen wurden abbildende Speckle-Polarisationsbeobachtungen mit MAGIC am 3.5-m-Teleskop des DSAZ durchgeführt. Dabei konnte erstmals die Polarisation beider Komponenten des Herbig Ae/Be-Sterns Z CMa individuell gemessen werden. Von Interesse ist weiterhin die Entdeckung einer zirkumstellaren Staubscheibe um einen Stern niedriger Masse in der Globule CB 26 (Stecklun, Launhardt mit Fischer (Jena) und Leinert (Heidelberg)).

Speckle-Beobachtungen im nahen Infrarot wurden mit der SHARP-Kamera am NTT von ultrakompakten H II-Gebieten erhalten. Die dabei gewonnenen Aufnahmen weisen eine bessere Auflösung als derzeitige VLA-Radiokarten auf und zeigen bei einer Reihe von Objekten eine komplexe Morphologie (z. B. G359.97–0.46). Der genaue astrometrische Anschluß beider Koordinatensysteme konnte durch Übersichtsaufnahmen erreicht werden (Stecklun, Henning, Löwe mit Hofner (Köln) und Hoare (Heidelberg)). Ultrakompakte H II-Gebiete

standen auch im Mittelpunkt adaptiver Optikbeobachtungen mit dem ADONIS-System. Dabei konnte erstmals die Vielfältigkeit dieser Objekte hinsichtlich ihrer stellaren Population und deren Entwicklungsstadien nachgewiesen werden (insbesondere für G45.45+0.06), was neue Aspekte der Natur der ultrakompakten H II-Gebiete eröffnet (Stecklum, Henning, Feldt mit Hofner (Köln) und Hoare (Heidelberg)). Mit Hilfe der adaptiven Optikbeobachtungen wurden erstmals beugungsbegrenzte Mosaikbeobachtungen in den J-, H- und K-Filtern des Sternhaufens um Herschel 36 erhalten (Stecklum, Richter).

Die Infrarotaufnahmen ultrakompakter H II-Gebiete konnten mit Hilfe von IRAC2 am 2.2-m-Teleskop der ESO und der ARNICA-Kamera am TIRGO-Observatorium vervollständigt werden.

Die ARNICA-Kamera wurde erstmals zu Messungen von Bedeckungen durch den Mond eingesetzt, wobei ausgedehnte Emission um die Quelle S255-IRS1 nachgewiesen werden konnte (Stecklum mit Baffa und Richichi (Arcetri)). Die Zusammenarbeit bei der Beobachtung von Sternbedeckungen durch den Mond mit Howell (UWYO) wurde im Rahmen zweier Beobachtungskampagnen fortgesetzt. Dies trifft auch auf die diesbezügliche Kooperation mit Leinert (MPIA Heidelberg) und Richichi (Arcetri) bei der Verwendung des FIRPO-Photometers am Calar Alto zu. Der neuartige Einsatz dieser Beobachtungsmethode im mittleren Infrarot durch die Messung der Bedeckung von Z Cnc mit Hilfe von TLMMI am ESO-3.6-m-Teleskop zeigte erstmals die potentielle Anwendbarkeit dieser Technik zur Auflösung warmer kompakter Staubverteilungen (Stecklum mit Käußl (ESO)).

5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

5.1 Diplomarbeiten

Weiprecht, Jürgen: „Anwendungen neuronaler Netze in der Astronomie“,
Technische Universität Dresden, 1995

5.2 Dissertationen

Stognienko, Ralf: „Interstellarer und zirkumstellarer Staub – Optische Eigenschaften“,
Friedrich-Schiller-Universität Jena, 1995

Launhardt, Ralf: „Sternentstehung in Bok-Globulen“,
Friedrich-Schiller-Universität Jena, 1995

6 Tagungen, Projekte am Institut und Beobachtungszeiten

6.1 Tagungen und Veranstaltungen

Die Arbeitsgruppe richtete eine internationale Tagung unter dem Titel „Galactic Star Formation and Early Stellar Evolution“ aus, die vom 29. Mai bis 2. Juni 1995 auf Schloß Ringberg/Bayern abgehalten wurde.

Gemeinsam mit dem Institut für Astronomie und Astrophysik der TU Berlin wurde vom 15.–16. Juni 1995 ein zweitägiges Kolloquium in Berlin veranstaltet.

Mitglieder der Gruppe nahmen am Eröffnungskolloquium zum DFG-Schwerpunktprogramm „Physik der Sternentstehung“ in Würzburg teil.

Desweiteren organisierte die Gruppe vom 06.–09. Dezember 1995 einen Workshop für jüngere Wissenschaftler zum Thema „Sternentstehung/Staubentwicklung“ in Vitte/Hiddensee. Die Themen der 25 Vorträge erstreckten sich von der theoretischen Modellierung zirkumstellarer Scheiben und von Prozessen in Molekülwolken über für die Sternentstehung relevante Beobachtungen bis hin zu Fragen der Laborastrophysik. Neben den speziellen Forschungsthemen wurden auch allgemein interessierende Fragen der Astronomie behandelt.

6.2 Projekte und Kooperationen mit anderen Instituten

Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn: Bolometerbeobachtungen, Theorie, Astrochemie (Chini, Güsten, Krügel, Mezger, Walmsley, Zylka)

Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg: Laboratoriumsastrophysik (Krätschmer, Grün)

Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg: ISO, Hochgeschwindigkeitsphotometrie (Lemke, Leinen, Richichi)

Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik, Garching: Theorie, ISO, Detektorentwicklung, VLT (Drapatz, Genzel, Morfill, Sterzik)

Max-Planck-Institut für Aeronomie, Katlenburg-Lindau: Simulationsexperimente (Keller, Markiewicz)

Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz: Laboratoriumsastrophysik (Ott)

Max-Planck-Institut für Biophysik Frankfurt/Main: Kraftmikroskopie (Butt)

MPG-Arbeitsgruppe „Gravitationstheorie“, Jena: Theorie (Kley)

Astrophysikalisches Institut Potsdam: IRAS-Daten (Assendorp)

Institut für Angewandte Mathematik, Universität Heidelberg: Strahlungstransport (Rannacher, Turek)

Institut für Astronomie/Astrophysik, Universität Würzburg: Theorie (Yorke), Beobachtung (Zinnecker)

Fachbereich Mathematik, Universität Dortmund: Theorie (Maier)

Universität Münster: Teilchenpräparation (Metzler) Technische

Universität München: Simulationsexperimente (Rott)

DLR, Köln: Simulationsexperimente (Neuhaus)

Universität Bremen – ZARM: Raumfahrtprojekt (Rath)

Technische Universität Braunschweig: Raumfahrtprojekt (Gliem)

Fraunhofer-Gesellschaft IOF, Jena: Raumfahrtprojekt (Damm)

Universität Duisburg: Rußpartikel (Roth)

Institut für Neue Materialien, Saarbrücken: Al_2O_3 (Nass)

Institut für Festkörperphysik und Werkstofforschung, Dresden: EEL-Spektroskopie (Rennekamp)

Institut für Glaschemie, Jena: Hochauflösende Elektronenmikroskopie (Höche)

Institut für Physikalische Chemie, Jena: Raman-Spektroskopie (Seifen)

6.3 Beobachtungszeiten

Die ISO-Projekte für das „Central Programme“ wurden weiter vorbereitet. Desweiteren wurden Anträge für die offene Zeit gestellt, von denen mehrere Programme akzeptiert wurden.

7 Auswärtige Tätigkeiten

7.1 Nationale und internationale Tagungen

Th. Henning: Workshop „Future Trends in MM/Submm/FIR Astronomy“, Ringberg, Bayern (15.–18.02.95), Eingeladener Vortrag

B. Stecklum: Calar Alto User Meeting, Heidelberg (08.–09.03.95)

- Th. Henning: Workshop „Chemistry in Star-Forming Regions“, Leiden, Niederlande (29.–31.03.95)
- K. Schreyer: Workshop „Chemistry in Star-Forming Regions“, Leiden, Niederlande (29.–31.03.95)
- R. Sablotny: Workshop „Chemistry in Star-Forming Regions“, Leiden, Niederlande (29.–31.03.95)
- J. Dorschner: 20th General Assembly of European Geophysical Society, Hamburg (03.–07.04.95)
- G. Wurm: 20th General Assembly of European Geophysical Society, Hamburg (03.–07.04.95)
- B. Stecklum: The H₂-Workshop, Heidelberg (24.04.95)
- J. Steinacker: GMD - Multigrid Course, Bad Honnef (24.–28.04.95)
- B. Michel: Workshop „Light Scattering by non-spherical Particles“, Amsterdam (02.–04.05.95)
- R. Stognienko: Workshop „Light Scattering by non-spherical Particles“, Amsterdam (02.–04.05.95)
- B. Begemann: First Franco-British Meeting „Physics and Chemistry of the Interstellar Medium“, Lille, Frankreich (10.–12.07.95)
- Th. Henning: MPG-Symposium „Future Trends in Laboratory Astrophysics“, Bonn (11.–12.07.95), Eingeladener Vortrag
- B. Michel: Symposium „Progress in Electromagnetic Research“, Seattle, Washington, (24.–28.07.95)
- Th. Henning: IAU-Kolloquium „Interplanetary Dust“, Gainesville, Florida (12.–21.08.95)
- J. Blum: IAU-Kolloquium „Interplanetary Dust“, Gainesville, Florida (12.–21.08.95)
- J. Dorschner: IAU-Kolloquium „Interplanetary Dust“, Gainesville, Florida (12.–21.08.95), Eingeladener Vortrag
- R. Stognienko: IAU-Kolloquium „Interplanetary Dust“, Gainesville, Florida (12.–21.08.95)
- Th. Henning: ESO Workshop „The Role of Dust in the Formation of Stars“, Garching (11.–14.09.95), Eingeladener Vortrag
- J. Steinacker: ESO Workshop „The Role of Dust in the Formation of Stars“, Garching (11.–14.09.95), Eingeladener Vortrag
- R. Launhardt: ESO Workshop „The Role of Dust in the Formation of Stars“, Garching (11.–14.09.95)
- R. Sablotny: ESO Workshop „The Role of Dust in the Formation of Stars“, Garching (11.–14.09.95)
- M. Osterloh: Workshop „Young Clusters and Binaries“, Heidelberg (23.–25.11.95)
- B. Stecklum: Workshop „Young Clusters and Binaries“, Heidelberg (23.–25.11.95)
- M. Osterloh: ESO/IRAM/NFRA-Onsala-Workshop „Science with Large MM Arrays“, Garching (11.–13.12.95)
- M. Osterloh: SEST User Meeting, Garching (14.12.95)
- Th. Henning war Mitglied der wissenschaftlichen Organisationskomitees des ersten „German-American Frontiers of Science“-Symposiums, das vom 22.–25.06.95 in Dresden stattfand sowie des ESO-Workshops „The Role of Dust in the Formation of Stars“. Mehrere Doktoranden nahmen am WE-Heraeus-Ferienkurs „Physik mit dem Computer“ in Chemnitz teil. An der von der Gruppe veranstalteten Tagung „Galactic Star Formation and Early Stellar Evolution“ nahmen Th. Henning, R. Launhardt, B. Stecklum und J. Steinacker teil.

7.2 Vorträge und Gastaufenthalte

- Th. Henning: Kolloquiumsvortrag, MPIA Heidelberg (Jan. 95)
 K. Schreyer: Arbeitsaufenthalt, Universität Leiden/Niederlande (Jan. 95)
 R. Launhardt: Arbeitsaufenthalt, ESTEC Noordwijk/Niederlande (Jan. 95)
 B. Stecklum: Arbeitsaufenthalt, ESTEC Noordwijk/Niederlande (Feb. 95)
 J. Blum, G. Wurm, S. Kempf: Fallturmexperimente, Universität Bremen – ZARM (März 95)
 R. Stognienko: Arbeitsaufenthalt, Universität Leiden/Niederlande (April 95)
 Th. Henning: Arbeitsaufenthalt, Steward Observatory, Arizona/USA (April 95)
 K. Schreyer: Arbeitsaufenthalt, MPIfR Bonn (April, Mai 95)
 J. Blum, G. Wurm, S. Kempf: Fallturmexperimente, Universität Bremen – ZARM (Mai 95)
 C. Jäger: Arbeitsaufenthalt, Centre d'Études de Saclay, Paris/Frankreich (Mai 95)
 J. Blum, G. Wurm, S. Kempf: Fallturmexperimente, Universität Bremen – ZARM (Juni 95)
 R. Launhardt: Arbeitsaufenthalt, MPIfR Bonn (Aug. 95)
 Th. Henning: Kolloquiumsvortrag, ESO Garching (Aug. 95)
 J. Blum: Arbeitsaufenthalt/Vorträge, Gainesville, Tucson, Santa Cruz, Palo Alto/USA (Aug./Sept. 95)
 Th. Henning: Gastaufenthalt/Vorträge, Tokyo, Kyoto, Sagamihara, Kobe, Sapporo/Japan (Okt./Nov. 95)
 J. Blum: Gastaufenthalt/Vorträge, Tokyo, Kyoto, Sagamihara, Kobe, Sapporo/Japan (Okt./Nov. 95)
 Th. Henning: Kolloquiumsvortrag, AIP Potsdam (Dez. 95)

7.3 Beobachtungsaufenthalte, Meßkampagnen

- | | |
|------------------------|--|
| CSO/Hawaii: | R. Launhardt (Dez. 95);
M. Osterloh (Dez. 95); |
| Calar Alto/Spanien: | B. Stecklum (März 95);
M. Löwe (Jan. 95);
M. Osterloh (Juli 95); |
| ESO/Chile: | R. Launhardt (SEST, Feb./März, Nov. 95;
2,2-m-Teleskop, März 95);
Th. Henning (SEST, Feb./März 95);
M. Feldt (SEST, Nov. 95;
2,2-m-Teleskop, Okt./Nov. 95);
M. Löwe (NTT, Juli 95; 2,2-m-Teleskop, Juli 95);
B. Stecklum (NTT/3,6-m-Teleskop, Juli/Aug. 95); |
| IRAM 30-m-MRT/Spanien: | R. Launhardt (Feb. 95);
K. Schreyer (Okt. 95); |
| TIRGO/Gornergrat: | B. Stecklum (Okt. 95); |
| VLA/Socorro: | B. Stecklum (Okt. 95); |
| WIRO/Laramie: | B. Stecklum (Juli, Nov. 95); |

7.4 Kooperationen

Theorie

Gemeinsames Projekt „Lichtstreuung an kleinen Teilchen“ mit Universität St. Petersburg
Department of Terrestrial Magnetism, University of Washington (H. Butner, A. Boss)

Kobe University (Japan) (T. Kozasa)

NASA Ames Research Center, Moffet Field (R. Bell)

Rensselaer Polytechnical Institute, Troy, NY (C.M. Leung)

University of Florida, Gainesville (Bo Gustafson)

University of Edinburgh (K. Willacy)

Laborastrophysik

JPL Pasadena (M.S. Hanner)

Universitario Navale, Napoli (E. Bussoletti)

Osservatorio Astronomico di Capodimonte (L. Colangeli)

Università di Lecce (A. Blanco)

Kobe University (T. Mukai)

Kyoto Pharmaceutical University (Ch. Koike)

University of Florida, Gainesville (F. Giovane)

Université de Paris (A.-C. Levasseur-Regourd, M. Cabane, J.-C. Worms)

Beobachtung

ESTEC Noordwijk (T. Prusti, R. Siebenmorgen)

University of Leiden (E.F. van Dishoeck)

University of Wyoming, Laramie (R.R. Howell)

University of Texas (N. Evans)

University of Maryland (L. Mundy)

SCEA Saclay (P.-O. Lagage)

University of New South Wales, Australia (T. Bourke, C. Smith)

Th. Henning

8 Veröffentlichungen

aus beiden Jenaer astronomischen Einrichtungen

8.1 In Zeitschriften und B“uchern

Erschienen:

- Dorschner, J., Henning, Th.: Dust Metamorphosis in the Galaxy. *Astron. Astrophys. Rev.* **6** (1995), 271–333
- Dorschner, J., Heller, M., Pannenberg, W.: *Mensch und Universum*. Pustet-Verlag, Regensburg (1995)
- Dorschner, J., Begemann, B., Henning, Th., Jäger, C., Mutschke, H.: Steps toward Interstellar Silicate Mineralogy. II. Study of Mg-Fe-silicate Glasses of Variable Composition. *Astron. Astrophys.* **300** (1995), 503–520
- Friedemann, Ch., Gürtler, J., Reimann, H.-G.: Cloudy Circumstellar Dust Shells around Young Variables: Statistical Properties and Cloud Stability. *Astron. Astrophys.* **300** (1995), 269–275
- Henning, Th., Begemann, B., Mutschke, H., Dorschner, J.: Optical Properties of Oxide Dust Grains. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* **112** (1995), 143–149
- Henning, Th., Sablotny, R.: Coagulation of Grains and Gas-Grain Interactions. *Adv. Space Res.* **16** (1995), (2)17–(2)20
- Henning, Th., Sablotny, R.: Kleiner Staub – ganz groß. Zur aktiven Rolle kosmischer Staubteilchen in Sternentstehungsgebieten. *Sterne Weltraum* 1995/3, 180–185
- Lehmann, T., Reipurth, B., Brandner, W.: The Outburst of the T Tauri Star EX Lupi in 1994. *Astron. Astrophys.* **300** (1995), L9
- Lenzuni, P., Gail, H.-P., Henning, Th.: Dust Evaporation in Protostellar Cores. *Astrophys. J.* **447** (1995), 848–862
- Michel, B., Lakhtakia, A.: Strong Property Fluctuations Theory for Homogenizing Chiral Particulate Composites. *Phys. Rev. E* **51** (1995), 5701–5707
- Mutschke, H., Dorschner, J., Henning, Th., Jäger, C., Ott, U.: Facts and Artifacts in Interstellar Diamond Spectra. *Astrophys. J.* **454** (1995), L157–L160
- Reimann, H.-G.: CCD Kameras: CCD-Cam 400/1600/3200. Applikationsinformation, Carl Zeiss Jena GmbH, 1995, 15 Seiten
- Sablotny, R., Kempf, S., Blum, J., Henning, Th.: Coagulation Simulations for Interstellar Dust Grains Using an N-particle Code. *Adv. Space Res.* **15** (1995), (10)55–(10)58
- Scholz, G., Lehmann, H., Klose, S., Reimann, H.-G., Woche, M., Ziener, R.: RV-Investigations of Possible Maia Variable Stars. *Astron. Astrophys.* **300** (1995), 783–790
- Stecklum, B., Eckart, A., Henning, Th., Löwe, M.: The Companion of HR 5999 in the Near Infrared. *Astron. Astrophys.* **296** (1995), 463–466
- Stecklum, B., Henning, Th., Eckart, A., Howell, R.R., Hoare, M.: The Discovery of a Jetlike Feature from the Massive Star Herschel 36. *Astrophys. J.* **445** (1995), L153–L156
- Stognienko, R., Henning, Th., Ossenkopf, V.: Optical Properties of Coagulated Particles. *Astron. Astrophys.* **296** (1995), 797–809
- Voshchinnikov, N.V., Grinin, V.P., Karjukin, V.V.: Monte Carlo Simulation of Light Scattering in the Envelopes of Young Stars. *Astron. Astrophys.* **294** (1995), 547–554

Eingereicht, im Druck:

- Begemann, B., Dorschner, J., Henning, Th., Mutschke, H., Gürtler, J., Kömpe, C., Nass, R.: Aluminium Oxide and the Opacity of Oxygen-rich Circumstellar Dust in the 12–17 μm Range. *Astrophys. J.* (1996), eingereicht
- Blum, J., Schnaiter, M., Wurm, G., Rott, M.: The De-agglomeration and Dispersion of Small Dust Particles – Principles and Application. *Rev. Sci. Instr.* (1996), im Druck
- Brandl, B., Sams, B.J., Bertoldi, F., Eckart, A., Genzel, R., Drapatz, S., Hofmann, R., Löwe, M., Quirrenbach, A.: Adaptive Optics NIR Imaging of R136 in 30 Doradus: The Stellar Population of a Nearby Starburst. *Astrophys. J.* (1996), im Druck
- Chan, J.S., Henning, Th., Schreyer, K.: A Catalogue of Massive Young Stellar Objects. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* (1996), im Druck
- Dorschner, J., Mutschke, H.: Das staubige Universum und die Festkörperastrophysik. *Sterne Weltraum* (1996), im Druck
- Fischer, O., Henning, Th., Yorke, H.W.: Simulation of Polarization Maps. II. The Circumstellar Environment of Pre-main Sequence Objects. *Astron. Astrophys.* (1996), im Druck
- Friedemann, Ch., Gürtler, J., Löwe, M.: Eclipsing Binaries as IRAS Sources. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* (1996), im Druck
- Gürtler, J., Kömpe, C., Henning, Th.: Observing and Modelling Envelopes of Post-AGB Stars. *Astron. Astrophys.* (1996), im Druck
- Henning, Th., Stognienko, R.: Dust Opacities for Protoplanetary Accretion Disks – Influence of Dust Aggregates. *Astron. Astrophys.* (1996), im Druck
- Henning, Th., Chan, J.S., Assendorp, R.: The Nature of Objects with a 21 μm Feature. *Astron. Astrophys.* (1996), eingereicht
- Kozasa, T., Dorschner, J., Henning, Th., Stognienko, R.: Formation of SiC Grains and the 11.3 μm Feature in Circumstellar Envelopes of Carbon Stars. *Astron. Astrophys.* (1996), im Druck
- Launhardt, R., Mezger, P.G., Haslam, C.G.T., Kreysa, E., Lemke, R., Sievers, A., Zylka, R.: Dust Emission from Star-forming Regions: IV. Dense Cores in the Orion B Molecular Cloud. *Astron. Astrophys.* (1996), im Druck
- Menshchikov, A., Henning, Th.: Radiation Transfer in Circumstellar Disks. *Astron. Astrophys.* (1996), im Druck
- Michel, B.: A Statistical Method to Calculate the Extinction by Small Irregularly Shaped Particles. *J. Opt. Soc. America A* (1996), im Druck
- Michel, B., Lakhtakia, A.: On the Application of the Strong Property Fluctuation Theory for Homogenizing Chiral Particulate Composites. *J. Phys. D.: Applied Physics* (1996), eingereicht
- Michel, B., Henning, Th., Stognienko, R., Rouleau, F.: Extinction Properties of Dust Grains: A New Computational Technique. *Astrophys. J.* (1996), eingereicht
- Osterloh, M., Thommes, E., Kania, U.: Detection of Periods in T Tauri Stars. *Astron. Astrophys., Suppl. Ser.* (1996), eingereicht
- Richichi, A., Calamai, G., Leinert, Ch., Stecklum, B., Trunkovsky, E.M.: New Binary Stars Discovered by Lunar Occultations. II. *Astron. Astrophys.* (1996), im Druck
- Schoeller, M., Brandner, W., Lehmann, T., Weigelt, G., Zinnecker, H.: Simultaneous Optical Speckle Masking and NIR Adaptive Optics Imaging of the 126 mas Herbig Ae/Be Binary Star NX Puppis. *Astron. Astrophys.*, submitted

- Schreyer, K., Henning, Th., Kömpe, C., Harjunpää, P.: NH_3 and HCO^+ towards Luminous IRAS Sources. *Astron. Astrophys.* (1996), im Druck
- Steinacker, J., Thamm, E., Maier, U.: Efficient Integration of Intensity Functions on the Unit Sphere. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* (1996), eingereicht
- Steinacker, J., Meyer, J.P., Steinacker, A., Reames, D.: The Helium Valley. Comparison of Impulsive Solar Flare Ion Abundances and Gyroresonant Acceleration with Oblique Turbulence in a Hot Multiion Plasma. *Astrophys. J.* (1996), eingereicht
- Yang, L.-T., Henning, Th., Wang, D.-X., Wu, S.-P.: On the Instability of an Isothermal Magnetized Accretion Disk Model of FU Orionis and T Tauri Stars. *Astrophys. J.* (1996), eingereicht

8.2 Konferenzbeiträge

Erschienen:

- Begemann, B., Henning, Th., Mutschke, H., Dorschner, J.: Magnesium-iron Oxides – Astrophysical Origin and Optical Constants. *Planet. Space Sci.* **43**, No. 10/11 (1995), 1257–1261
- Blum, J.: Laboratory and Space Experiments to Study Pre-Planetary Growth. *Adv. Space Res.* **15** (1995), (10)39–(10)54
- Chan, S.J., Henning, Th., Begemann, B.: New candidates for objects with a 21 micron feature. *Astrophys. Space Sci.* **224** (1995), 435
- Fischer, O.: Polarization by Circumstellar Dust – Modelling and Interpretation of Polarization Maps. In: Klare, G. (ed.): *Rev. Mod. Astron.* **8** (1995), 103–124
- Fischer, O., Henning, Th.: Polarization Maps of Protostellar Disks. *Astrophys. Space Sci.* **223** (1995), 154
- Gürtler, J., Kömpe, C., Henning, Th.: Model Envelopes of Post-AGB Stars from IR and Submm Data. In: Winnewisser, G., Pelz, G.C. (eds.): *The Physics and Chemistry of Interstellar Molecular Clouds.* (1995), 304–305
- Henning, Th., Michel, B., Stognienko, R.: Dust Opacities in Dense Regions. *Planet. Space Sci.* **43** No. 10/11 (1995), 1333–1343
- Henning, Th., Martin, K., Launhardt, R., Reimann, H.-G.: Multi-wavelength Study of NGC 281 A. In: Winnewisser, G., Pelz, G.C. (eds.): *The Physics and Chemistry of Interstellar Molecular Clouds.* (1995), 326–328
- Katterloher, R.O., Jakob, G., Bauser, E., Haller, E.E., Henning, Th., Pilbratt, G.: Development of a Far Infrared Detector Array for FIRST Based on n-type Ultrapure Liquid Phase Epitaxial Gallium Arsenide. In: *Infrared Detectors and Instrumentation for Astronomy.* SPIE **2475** (1995)
- Katterloher, R.O., Jakob, G., Henning, Th., Bauser, E., Haller, E.E., Pilbratt, G.: Recent Results from the Development of a Far-Infrared n-type GaAs Detector Array for FIRST. In: *Infrared Spaceborne Remote Sensing III.* SPIE **2553** (1995)
- Kömpe, C., Gürtler, J., Dorschner, J., Mutschke, H.: Investigation of Silicate Dust Properties around Young Stellar Objects. In: Ferlet R., Vidal-Madjar, A. (eds.): *Circumstellar dust discs and planet formation.* Proc. 10th IAP Astrophys. Meeting, Paris, Editions Frontieres, Gif-sur-Yvette, 1995, 375
- Kömpe, C., Gürtler, J., Henning, Th.: Analysis of the IR and Submm Emission of Four Post-AGB Stars. *Astrophys. Space Sci.* **224** (1995), 353–356 = In: Watt, G.D., Williams, P.M. (eds.): *Circumstellar Matter.* Edinburgh Conference Centre. Kluwer, Dordrecht, 1995, 353

- Launhardt, R., Henning, Th.: Star Formation in Bok Globules – A 1.3 mm Continuum Survey. In: Winnewisser, G., Pelz, G.C. (eds.): *The Physics and Chemistry of Interstellar Molecular Clouds*. (1995), 206–207
- Martin, K., Henning, Th., Kömpe, C., Walmsley, C.M.: Ammonia towards High Luminous IRAS Sources. In: Winnewisser, G., Pelz, G.C. (eds.): *The Physics and Chemistry of Interstellar Molecular Clouds*. (1995), 308–309
- Michel, B.: A Statistical Method to Calculate the Extinction of Electromagnetic Waves by Aggregates of Small Particles. In: *PIERS Conf. Proc.*, Seattle (1995), 441
- Michel, B., Lakhtakia, A.: Effective Medium Theory for Homogenizing Chiral Particulate Composites with Strong Property Fluctuations. In: *PIERS Conf. Proc.*, Seattle (1995), 440
- Ossenkopf, V.: A General Error in Molecular Line Transfer Computations. In: Klare, G. (ed.): *Astron. Ges., Abstr. Ser.* **11** (1995), 188
- Paul, C., Kroll, P., Lehmann, T.: Photometric Behaviour of the EXors 1118 Orionis and V1143 Orionis. In: Greiner, J., Duerbeck, H.W., Gershberg, R. (eds.): *Flares and Flashes*. Proc. IAU Coll. **151** (1994), Sonneberg, Germany. Lect. Not.Phys. 454
- Pfau, W., Henning, Th.: Diffuse Interstellar Bands in the Young Galactic Clusters M 16 und M 17. In: Tielens, A.G.G.M., Snow, T.P. (eds.): *The Diffuse Interstellar Bands*. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht (1995), 113–119
- Quirrenbach, A., Löwe, M., Stecklum, B., Henning, Th., Eckart, A.: Imaging of Circumstellar Matter with the VLT Interferometer. In: Walsh, R.R., Danziger, I.J. (eds.): *Science with the VLT. Proc. Workshop*, Garching (1995), 1
- Reimann, H.-G., Schielicke, R.: Recent Developments at the 90 cm Schmidt-Cassegrain Telescope. In: Klare, G. (ed.): *Astron. Ges., Abstr. Ser.* **11** (1995), 248
- Schnaiter, M., Henning, Th., Mutschke, H.: Spectroscopy of Matrix-isolated Solid Dust Particles. In: Maier, J.P., Quack, M. (eds.): *Atomic, Molecular Cluster, Ion, and Surface Physics*. Proc. 10th Int. Symp. Vdf. Zürich (1995), 246–249
- Stecklum, B., Richichi, A., Herbst, T.M.: Lunar Occultations with the VLT. In: Walsh, R.R., Danziger, I.J. (eds.): *Science with the VLT. Proc. ESO Workshop* (1995), 99
- Eingereicht, im Druck:*
- Dorschner, J.: Properties of Interstellar Dust. In: *Physics, Chemistry and Dynamics of Interplanetary Dust*. IAU Coll. **150** (1996), im Druck
- Henning, Th.: Circumstellar Dust around Young Stellar Objects. In: Greenberg, J.M. (ed.): *Cosmic Dust Connection*. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht (1996), im Druck
- Henning, Th.: Dust Opacities for Molecular Cloud Cores and Protoplanetary Accretion Disks. In: *The Role of Dust in the Formation of Stars*. ESO Conf., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg (1996), im Druck
- Henning, Th., Schmitt, W., Klahr, H., Mucha, R.: Dust Evolution in Protoplanetary Disks. In: *Physics, Chemistry and Dynamics of Interplanetary Dust*. IAU Coll. **150** (1996), im Druck
- Hoff, W., Pfau, W., Henning, Th.: Star Formation around Isolated T Tauri Stars? In: *Röntgenstrahlung from the Universe*. Proc. Conf., Würzburg (1996), im Druck
- Kömpe, C., Joncas, G.: The S135 Star Formation Region. In: Käufel, H.U., Siebenmorgen, R. (eds.): *The Role of Dust in the Formation of Stars*. ESO Workshop, Springer-Verlag, Berlin, im Druck

- Launhardt, R., Henning, Th.: Dust Emission from Bok Globules. In: Käufel, H.U., Siebenmorgen, R. (eds.): *The Role of Dust in the Formation of Stars*. ESO Workshop, Springer-Verlag, Berlin, im Druck
- Mukai, T., Blum, J., Nakamura, A., Johnson, R.E., Havnes, O.: Physical Processes. In: Dermott, S., Gustafson, B., Fechtig, H., Grün, E. (eds.): *Interplanetary Dust*. Univ. of Arizona Press (1996), eingereicht
- Mutschke, H., Begemann, B., Dorschner, J., Jäger, C., Henning, Th.: Optical Data of Glassy Pyroxenes and Olivines. In: Greenberg, J.M. (ed.): *The Cosmic Dust Connection*. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht (1996), im Druck
- Pfau, W., Hoff, W., Relke, H.: Young Low-mass Stars in the ChaIII Region. In: *Röntgenstrahlung from the Universe*. Proc. Conf., Würzburg (1996), im Druck
- Steinacker, J.: 3D Continuum Radiative Transfer. In: Käufel, H.U., Siebenmorgen, R. (eds.): *The Role of Dust in the Formation of Stars*. ESO Workshop, Springer-Verlag, Berlin, im Druck
- Stognienko, R., Henning, Th., Ossenkopf, V.: Optical Properties of Fluffy Particles. In: *Physics, Chemistry and Dynamics of Interplanetary Dust*. IAU Coll. **150** (1996), im Druck
- Tänzer, G., Alcalá, J.M.: Classification of Young Stellar Objects in the Chameleon Region. In: *Röntgenstrahlung from the Universe*. Proc. Conf., Würzburg (1996), im Druck
- Voshchinnikov, N.V., Il'in, V., Stognienko, R.: Comparative Analysis of Different Solutions of Light Scattering Problems for Non-spherical Particles. In: *Passive and IR Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere II*. SPIE Conf. Proc. **2309** (1996), Rom, im Druck

Th. Henning, W. Pfau