

# 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@betty.astro.uni-jena.de

### 0 Allgemeines

Das Institut steht in der Tradition der seit 1558 an der Universität betriebenen astronomischen Lehre und Forschung. Die Institutionalisierung erfolgte 1813 unter Goethes Oberaufsicht. Ernst Abbe war von 1876 bis 1900 Direktor. Hermann Lambrecht begründete während seines Direktorats von 1945 bis 1968 das derzeitige Forschungsgebiet Interstellare Materie.

Zum Institut gehört die Beobachtungsstation bei Großschwabhausen mit einem 90-cm-Spiegelteleskop, das als Schmidt-Kamera oder im Nasmythfokus genutzt werden kann.

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.

Im November 1994 erschien eine Broschüre „Astronomie in Jena – Lehre und Forschung heute“ (36 Seiten; R. Schielicke und J. Steinacker), die über die Sekretariate kostenlos abgegeben wird.

### 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 (seit 1. 10. 94) [-24], Dr. H.-G. Reimann [-14], Dr.-Ing. R. E. Schielicke [-36].

##### *Doktoranden:*

Dipl.-Phys. W. Hoff (Verbundforschung Astronomie/Astrophysik) [-24], Dipl.-Phys. G. Tänzer [-18].

##### *Sekretariat und Verwaltung:*

M. Müller [-23].

*Technisches Personal:*

B. Busse, A. Kästner (-16].

## 1.2 Instrumente und Rechenanlagen

Die Spiegel des 90-cm-Teleskops wurden im Dezember 1994 in der Sternwarte Hamburg-Bergedorf neu aluminisiert.

Im Rahmen der Realisierung der „kleinen Lösung“ der rechnergestützten Lageregelung des Teleskops wurden die Nutzeroberfläche entwickelt, verschiedene DCF-77-Empfänger untersucht sowie die kaskadierten Analogregler der Antriebsmotoren getestet und optimiert (R. Schielicke). Die gesamte Steuerungshardware wurde dankenswerterweise durch die Fritz Thyssen Stiftung Köln finanziert.

Aus Mitteln im Zusammenhang mit der Berufung von J. Solf, Thüringer Landessternwarte Tautenburg, an unsere Fakultät konnte eine CCD-Kamera LcCCD 12 (1536 × 1024 Pixel) beschafft und für den Einsatz im Schmidtfokus des 90-cm-Teleskops vorbereitet werden. Die Kamera wird über einen Pentium-PC, 90 MHz, 16 MB RAM, 1GB-SCSI-Platte, CDROM- und DAT-Laufwerk sowie 17"-Monitor betrieben, dieser PC ist über Ethernet mit denen für die Teleskoplageregelung und die Instrumentierung gekoppelt (H.-G. Reimann, R. Schielicke).

Zu Beginn des Jahres wurde eine Alpha-Workstation DEC 3000 AXP 300L in Betrieb genommen, die neben einer DEC 5000/240 und einer HAMstation 2X sowie einer Reihe verschiedener PC in das gemeinsam mit der Arbeitsgruppe der Max-Planck-Gesellschaft betriebene Rechnernetz eingebunden ist.

## 1.3 Gebäude und Bibliothek

Kuppel und Dach des Institutsgebäudes Schillergäßchen 2 wurden einer gründlichen Sanierung unterzogen.

Der Bibliotheksbestand erfuhr insbesondere auch durch Zugänge der Arbeitsgruppe der Max-Planck-Gesellschaft „Staub in Sternentstehungsgebieten“ an der Universität eine beträchtliche Erweiterung, die Arbeiten an der Bestandsdatei (STN Personal File System/ Karlsruhe) wurden fortgesetzt.

## 2 Gäste

R. Bender, München;  
 H. U. Käufel, ESO, Garching;  
 E. Kuhr, Berlin;  
 R. J. Laureijs, ESTEC, Noordwijk;  
 R. Sandau, Berlin;  
 C. Schalinski, Berlin;  
 R. Siebenmorgen, ESO, Garching;  
 G. Szecsenyi-Nagy, Budapest;  
 V. Tóth, Budapest;  
 F. J. Zickgraf, Heidelberg.

## 3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

### 3.1 Lehrtätigkeiten

Ch. Friedemann und H.-G. Reimann: Klassische Astronomie, SS 94,  
 J. Gürtler: Sonnensystem (Teil Sonne), WS 93/94,  
 J. Gürtler und C. Kömpe: Interstellare Materie, WS93/94,  
 W. Pfau: Grundkurs Astrophysik 1, WS 93/94, W594/95,

W. Pfau: Sternsysteme / Kosmologie, WS 93/94, WS94/95,  
 W. Pfau: Sterne in besonderen Entwicklungsphasen II, SS 94,  
 W. Pfau und J. Gürtler: Sternphysik, SS 94,  
 W. Pfau mit Th. Henning: Astrophysikalisches Numerikum, WS 93/94, SS 94, WS94/95,  
 H.-G. Reimann (als Leiter): Astronomisches Praktikum, WS 93/94, SS 94, WS94/95.

Für das Astronomische Praktikum wurde ein Kompendium (226 S.) erarbeitet (H.-G. Reimann, O. Fischer, C. Friedemann, R. Schielicke).

Neben den Kurs- und Spezialvorlesungen und den Praktika für Diplomstudenten (Wahlpflichtfach Astronomie und Nebenfächler) und Lehramtskandidaten (Ergänzungsrichtung Astronomie) konnte im Sommer 1994 unter Beteiligung mehrerer Kollegen ein weiterer Zweijahreskurs zur Weiterbildung im Fach Astronomie von bereits im Schuldienst stehenden Lehrern abgeschlossen werden.

## 4 Wissenschaftliche Arbeiten

### 4.1 Sternentstehungsgebiete und junge stellare Objekte

Die Bearbeitung unserer durch pointierte ROSAT-Beobachtungen gewonnenen Daten in den Feldern um die Sterne T Cha in der ChaIII-Wolke, TW Hya und CoD  $-29^{\circ}8887$  mit Hilfe eines adaptiven Filters führte zur Entdeckung von 37, 29 bzw. 21 Quellen. Einige davon sind durch zeitliche Variabilität und Ausbrüche gekennzeichnet. „Hardness ratios“ und, soweit möglich, Röntgenspektren wurden abgeleitet. Im Falle der beiden letztgenannten, als isolierte T Tauri-Sterne eingestufte Objekte, ergibt sich keine abweichende Quellenzahl gegenüber den untersuchten Vergleichsfeldern, und auch die „hardness ratios“ lassen dort keine typischen Sternentstehungsumgebungen erkennen. Optische Spektren bestätigen das durch das Fehlen typischer Merkmale, wie es z. B.  $H_{\alpha}$  in Emission und die Lit-Linie bei 6708 Å sind (W. Hoff).

Auf Objektivprismen-Platten vom ESO-Schmidtteleskop konnte eine größere Zahl von  $H_{\alpha}$ -Emissionsliniensternen in der bisher kaum untersuchten ChaIII-Wolke im Sternentstehungsgebiet im Chamaeleon gefunden werden (W. Pfau).

Die Zusammenarbeit mit H. M. Adorf von ST-ECF Garching bei der Klassifikation von Sterngruppen anhand von Flußindizes aus dem IRAS-Punktquellenkatalog wurde fortgesetzt (G. Tänzer). Ziel ist es, aus dem IRAS PSC die jungen, massereichen Sterne herauszufiltern. Dazu wurden aus dem Gesamtkatalog unter variierten einschränkenden Bedingungen „Mastersamples“ herausgezogen, die ihrerseits wieder von den Objektgruppen der Post-AGB-Sterne, ultrakompakten H II-Regionen und Starburstgalaxien zu bereinigen waren. Die Aussagekraft der Klassifikation in Abhängigkeit von den einschränkenden Bedingungen wurde über die Treffer- und Falscher-Alarm-Rate an ausgesuchten Objekten überprüft. Auf der Basis dieser Vorbereitungen gelang es sogar, die jungen stellaren Objekte in Untergruppen jeweils mit und ohne Assoziation mit  $H_2O$ -Masern und ultrakompakten H II-Gebieten aufzuspalten. Die Anwendung der Methode auf Survey-Daten von ROSAT erscheint erfolgversprechend.

### 4.2 Zirkumstellare Hüllen

Die Untersuchungen zur Deutung des irregulären Lichtwechsels ausgewählter Herbigischer Ae/Be-Sterne wurden fortgesetzt. Die aus Extinktionsmessungen im Visuellen abgeschätzten zirkumstellaren Staubmengen erklären die von IRAS gemessenen IR-Exzesse zwanglos. Aus dem Langzeitverhalten des Lichtwechsels der Veränderlichen SV Cep, WW Vul und RZ Psc ließen sich Aussagen über die Verteilung der die Sterne umkreisenden Wolken treffen. Die Anordnung der Wolken wurde mit der aus der Modellierung der Infrarotstrahlung sich ergebenden Staubbichteverteilung verglichen. Danach kommen die Staubwolken bis an den Innenrand der zirkumstellaren Hülle vor. Es besteht eine Diskrepanz zwischen der aus der Tiefe der Lichtminima abgeleiteten Wolkenmasse und derjenigen Masse, die zur

Gewährleistung der Stabilität der Wolken in Sternnähe gegenüber Gezeitenkräften notwendig ist. Diese Diskrepanz läßt sich durch die Annahme aufheben, daß die Wolken entweder auf stark elliptischen (kometenähnlichen!) Bahnen den Stern umlaufen und eine ständige Nachlieferung aus sternfernen Regionen die Auflösung in Sternnähe ausgleicht, oder aber der größte Teil der Masse einer Wolke in größeren, asteroidenähnlichen Körpern steckt, die zur Verfinsternung praktisch nichts beitragen (J. Gürtler mit Ch. Friedemann, H.-G. Reimann und V. Tóth, Budapest).

Von den genannten Sternen und zusätzlich von SU Aur und XY Per wurden am 1.2-m-Teleskop auf dem Calar Alto polarimetrische Messungen in *UBVRI* gewonnen (H.-G. Reimann und O. Fischer).

Im Rahmen eines DFG-Projektes wird das Lichtwechselverhalten entwicklungsmäßig junger Sterne untersucht. Für WW Vul konnte die Lichtkurve auf Photoplatten aus dem Archiv des Harvard College Observatory bis zum Jahre 1904 zurückverfolgt werden (Ch. Friedemann).

Das von O. Fischer entwickelte Monte-Carlo-Strahlungstransportprogramm zur Modellierung von Intensitäts- und Polarisationsverteilungen wurde auf HL Tau angewendet und bildete die Grundlage für die Aufstellung eines 3-Komponentenmodells zur Deutung der Hülle (mit Th. Henning und A. Mensehchikov, Moskau). Mit dem gleichen Programm wurden NIR-Polarisationskarten für die Spektralbereiche *J*, *H* und *K* für analytische Modelle der zirkumstellaren Hüllen von Vorhauptreihensternen simuliert. Die in Katalogform vorliegenden Ergebnisse können sowohl der Interpretation von Beobachtungen als auch als Basis für weitere Strahlungstransportrechnungen dienen (O. Fischer mit Th. Henning und H. Yorke, Würzburg).

Auf der Grundlage von spektralphotometrischen Daten des Satelliten IRAS konnte für 5 Herbigische Ae/Be-Sterne der Wellenlängenverlauf des Absorptionskoeffizienten zwischen 8 und 22  $\mu\text{m}$  bestimmt werden. Er wurde mit den Absorptionsbanden in den Spektren von massereichen jungen und tief in Molekülwolken eingebetteten Sternen und mit der Silikatstaubemission in der Umgebung des Oriontrapezes verglichen. Es ergeben sich Unterschiede zwischen dem Staub in den Scheiben um junge Sterne und dem Staub in Molekülwolken, die auf unterschiedliche Entwicklungsgeschichten hindeuten könnten. Während man in den Spektren der in Molekülwolken eingebetteten Sterne und in der Umgebung des Oriontrapezes Staubteilchen sieht, die das Ergebnis der komplexen Prozesse im interstellaren Raum sind, könnte der Staub in zirkumstellaren Scheiben um die Herbigischen Ae/Be-Sterne im Prozeß der Sternentstehung Material darstellen, das rekondensiert ist. Dies würde auch die Ähnlichkeiten mit neu entstehendem Staub in den Hüllen entwickelter Sterne verständlich machen. Vergleiche mit Laboruntersuchungen an kosmischen Staubanaloga im Laboratorium der MPG-Arbeitsgruppe „Staub in Sternentstehungsgebieten“ an der Universität Jena lassen glasiges Olivin ( $\text{MgFeSiO}_4$ ) als das Silikat erscheinen, das mit dem in den zirkumstellaren Scheiben verwandt ist, während der Molekülwolkenstaub stärkere Beziehungen zu Pyroxenen ( $\text{Mg}_{0.5}\text{Fe}_{0.5}\text{SiO}_3$ ) zeigt (J. Gürtler mit J. Dorschner, C. Kömpe und H. Mutschke).

Im Rahmen der Untersuchungen zu zirkumstellaren Hüllen um entwickelte Sterne wurde die Modellierung der Hüllen fortgesetzt. Die beobachteten spektralen Energieverteilungen konnten in allen Fällen durch sphärisch symmetrische Materieverteilungen um die Sterne reproduziert und damit die charakteristischen Parameter der Hüllen, z. B. Dichte- und Temperaturverteilung des Staubes, Gesamtmasse, Innen- und Außenradius, abgeleitet werden. Eine wichtige Fragestellung in diesem Zusammenhang betrifft die Eigenschaften des zirkumstellaren Staubes, insbesondere den Wellenlängenverlauf des Absorptionskoeffizienten im FIR- und im Submillimetergebiet, weil dieser große Auswirkung auf die Massenbestimmung anhand von Daten in diesem Wellenlängenbereich hat. Aus den Modellierungen folgt bei einem Objekt ein Verlauf  $\sim \lambda^{-2}$ , wie es den Erwartungen für Teilchen aus kristallinem Material entspricht. In den anderen Fällen folgt dagegen  $\sim \lambda^{-1}$ , ähnlich dem bereits in anderen astrophysikalischen Zusammenhängen festgestelltem Verhalten (J. Gürtler mit C. Kömpe und Th. Henning).

### 4.3 Galaktische Sternhaufen

Auf der Basis von spektroskopischen Beobachtungen am Observatorium auf dem Calar Alto wurden die diffusen interstellaren Banden in den jungen und durch hohe Dichte an heißen Sternen ausgezeichneten Sternhaufen M16 und M17 untersucht. Beide Sternhaufen sind physisch miteinander verbunden und weisen ein anomales Verfärbungsverhältnis auf. Trotzdem verhalten sich die relativen Bandenstärken ganz unterschiedlich und die Bandensysteme gehören unterschiedlichen Familien an. Die Entstehung der Banden ist auf die äußeren räumlichen Haufenbereiche beschränkt (W. Pfau).

Mit Hilfe von photoelektrischer (*uvby*, 90-cm-Teleskop) und photographischer (*UBV*, Schmidt-Teleskop der Thüringer Landessternwarte) Photometrie und hochauflösenden IRAS-Karten und in Verbindung mit publizierten Messungen von  $^{12}\text{C}0$  ( $J = 1 - 0$ ) wurde die Verteilung von interstellarem Staub und Gas in der Umgebung des galaktischen Sternhaufens NGC 2129 und entlang der Sichtlinie umfassend untersucht (H.-G. Reimann mit W. Pfau, V. Tóth, Budapest, und R. Ziener, Tautenburg).

### 4.4 Verschiedenes

Eine Zusammenarbeit (H.-G. Reimann) mit Kollegen vom Astrophysikalischen Institut Potsdam und der Thüringer Landessternwarte widmet sich der Untersuchung der von Struve hypothetisch eingeführten Veränderlichen vom Typ Maia. Am 90-cm-Teleskop wurde dazu bisher photoelektrische Photometrie von  $\gamma$  CrB beigetragen. Die Arbeit wird fortgeführt.

An einer Reihe von Bedeckungsveränderlichen, die gleichzeitig IRAS-Quellen sind, wurde am 90-cm-Teleskop CCD-Photometrie durchgeführt. Diese soll dem eindeutigen Nachweis der Koinzidenz von IRAS-Quelle und Veränderlichem dienen. Im Falle von V156 Cyg stellte sich heraus, daß beide Quellen nicht identisch sind (H.-G. Reimann und Ch. Friedemann).

C. Kömpe war Mitautor einer Untersuchung von insgesamt 67 jungen, massereichen IRAS PSC-Objekten. Aus den Linienflüssen von  $\text{NH}_3$  (1,1) und (2,2) und von  $\text{HCO}^+$  ( $J = 1 - 0$ ) ergaben sich kinetische Temperaturen und Säulendichten, zwei der Quellen wurden in den beiden  $\text{NH}_3$ -Linien kartiert.

Im Zuge unserer Untersuchungen an diffusen interstellaren Banden wurden mit Hilfe des Monte-Carlo-Strahlungstransportprogramms die Profile der Banden bei 5780 und 6613 Å im direkten und im gestreuten Licht eines in eine Staubwolke eingebetteten Sternes gerechnet. Damit wird das Verhalten der Banden in Reflexionsnebeln simuliert, das große Aussagekraft bezüglich der Natur der Absorber haben sollte. Für die verschiedenen gerechneten Staubmodelle zeigt sich im reflektierten Licht eine charakteristische Verschiebung des Absorptionszentrums und das Auftreten eines Emissionsflügels auf der langwelligen Seite. Die Polarisationsstruktur folgt diesem Verlauf mit geringerem Polarisationsgrad bei größeren Wellenlängen. Die Rechnungen dienen der Vorbereitung eines Beobachtungsprogramms. Bisher sind in der Literatur in dieser Hinsicht keine zuverlässigen Messungen veröffentlicht (O. Fischer).

Für die „Open Time“ des Satelliten ISO wurden zwei Anträge auf Messungen mit dem Instrument ISOPHOT erfolgreich eingebracht: Einer davon ist dem Zusammenhang der diffusen interstellaren Banden mit den unidentifizierten Infrarotbanden (UIB) gewidmet. Dabei sollen die UIB in Regionen mit abweichendem Verhalten der diffusen Banden bzw. in Bereichen mit Anzeichen von Stoßwellen im interstellaren Medium untersucht werden (W. Pfau). Der andere Antrag betrifft die Untersuchung der Morphologie und der spektralen Energieverteilung ausgedehnter Hüllen um entwickelte Sterne zwischen 3 und 200  $\mu\text{m}$  Wellenlänge (J. Gürtler, C. Kömpe und A. Heske, ESTEC).

C. Kömpe hielt sich für zwei Monate am Max-Planck-Institut für Astronomie, Heidelberg, auf und wirkte dort bei der Erarbeitung der Software für das Photometer ISOPHOT des Satelliten ISO mit. Im einzelnen ging es um die Performance Verification Phase, in welcher der Satellit und seine vier Beobachtungsinstrumente nach dem Start auf ihre korrekte Funktion hin überprüft werden sollen.

## 5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

### 5.1 Staatsexamensarbeiten

J. Bagehorn: „Modellierung von Sternbewegungen in Galaxien“,

C. Paul: „Untersuchung junger veränderlicher Sterne mittels CCD-Scanner“.

## 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 1994 liefen folgende Drittmittelthemen:

Ch. 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);

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

W. Pfau, R. Schielicke: Teleskopsteuerung (Fritz Thyssen Stiftung).

## 7 Auswärtige Tätigkeiten

### 7.1 Nationale und internationale Tagungen

O. Fischer: Workshop Jenaer AG „Staub in Sternentstehungsgebieten“ in Plaue/Thür., 14.–17.9.94,

O. Fischer: Herbsttagung der AG in Potsdam, 26.–30.9.94,

J. Gürtler: Dust, Molecules, and Backgrounds, Capri (Italien) 12.–15.9.94,

J. Gürtler: Herbsttagung der AG, Potsdam, 26.–29.9.94,

J. Gürtler: Konsortiumstreffen ISOPHOT, Heidelberg, 18.–20.12.94,

W. Hoff: Herbsttagung der AG, Potsdam, 26.–29.9.94,

C. Kömpe: 10th IAP Astrophysics Meeting, Paris (Frankreich), 4.–8.7.94,

C. Kömpe: Circumstellar Matter Conference, Edinburgh (UK), 29.8.–2.9.94,

W. Pfau: DFG-Kolloquium „Sternentstehung“, Bad Honnef, 24.–26.1.94,

W. Pfau: Calar Alto-Kolloquium, Heidelberg, 9.–10.3.94,

W. Pfau: The Diffuse Interstellar Bands, Boulder, CO (USA), 16.–19.5.94,

W. Pfau: Herbsttagung der AG, Potsdam, 26.–29.9.94,

H.-G. Reimann: Tagung der Leiter Physikalischer Praktika, Jena, 28.–30.9.94,

R. E. Schielicke: Herbsttagung der AG, Potsdam, 26.–29.9.94,

G. Tänzer: Herbsttagung der AG, Potsdam, 26.–29.9.94.

## 7.2 Vorträge und Gastaufenthalte

O. Fischer: Astrophysikalisches Institut St. Petersburg (Rußland), 14.–29.3.94,  
Ch. Friedemann: Harvard Observatory, Cambridge, MA (USA), 18.7.–5.8.94,  
C. Kömpe: MPI für Astronomie Heidelberg, 17.10.–17.12.94,  
W. Hoff: Astrophysikalisches Institut Potsdam, 5.–8.12.94.

## 7.3 Beobachtungsaufenthalte, Meßkampagnen

O. Fischer: Calar Alto (Spanien), 12.–18.11.94,  
J. Gürtler: Onsala (Schweden), 10.–15.2.94,  
C. Kömpe: Onsala (Schweden), 10.–15.2.94,  
H.-G. Reimann: Calar Alto (Spanien), 12.–18.11.94.

## 8 Veröffentlichungen

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

W. Pfau





# Jena

## Max-Planck-Gesellschaft Arbeitsgruppe „Staub in Sternenstehungsgebieten“

Schillergäßchen 3, 07745 Jena; Telefon: (0 36 41) 55-593;  
Telex: 331 506 uni d; Telefax: (0 36 41) 55-594;  
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 der Villa Lambrecht.

### **1 Personal und Ausstattung**

#### 1.1 Personalstand

##### *Direktoren und Professoren:*

Prof. Dr. Th. Henning [555 95]

##### *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, Dipl.-Phys. R. Stognienko

##### *Doktoranden:*

Dipl.-Chem. C. Jäger, Dipl.-Phys. S. Kempf (DARA), 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. 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.-Ing. J. Weiprecht

##### *Studentische Mitarbeiter:*

A. Klix (Forschungspraktikum)  
St. Richter (Forschungsbeleg)

## 1.2 Personelle Veränderungen

*Neueinstellungen und Änderungen des Anstellungsverhältnisses:*

Dr. B. Michel (DFG) arbeitet seit 16.09.94, Dipl.-Phys. R. Launhardt (DARA) seit 01.10.94 als wissenschaftlicher Mitarbeiter, Dipl.-Phys. R. Stognienko seit 01.10.94 als Post-Doc in unserer Arbeitsgruppe.

## 1.3 Instrumente und Rechenanlagen

Eine weitere DEC-Alpha Workstation 3000/600 konnte aus DARA-Mitteln für die Vorbereitung des CODAG-Experiments beschafft werden. Die Hauptspeicher der DEC-3000-Workstations wurden auf mindestens 128 MB erweitert, um den Einsatz der Parallelisierungssoftware FORGE zu effektivieren. Es erfolgte die Umstellung der Netzwerkanbindung zur Friedrich-Schiller-Universität auf einen neuen CISCO-Router. Die aktuellen Versionen von Software für die Datenauswertung wie GIPSY, GREG/GAG, IRAF, MIDAS und STARCAT wurden installiert. Die Gruppe verfügt über eine eigene WWW-Homepage, die unter <http://www.astro.uni-jena.de> erreichbar ist.

## 1.4 Gebäude und Bibliothek

Die Bibliothek wurde um 196 Bände auf 638 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 wurde nahezu abgeschlossen.

## 2 Gäste

Dr. A. Menshchikov: Moskau (GUS), 01.01.94–31.12.94, Gastwissenschaftler  
 Dr. J. Peltoniemi: Helsinki (Finnland), 01.01.94–31.12.94, Gastwissenschaftler  
 Dr. J. Chan: Hong Kong, 01.01.94–31.12.94, Gastwissenschaftlerin  
 Dr. P. Predehl: München, 11./12.01.94, Vortrag  
 Dr. K. Hinsen: Aachen, 26.01.94, Vortrag  
 Dr. W. Kley: Jena, 01.02.94, Vortrag  
 Dr. Ch. Sasse: Stuttgart, 08.02.94, Vortrag  
 Dr. F. Rouleau: Leiden (Niederlande), 22.02.94, Vortrag  
 Dr. A. Burkert: Garching, 01.03.94, Vortrag  
 Dr. R. Siebenmorgen: Noordwijk (Niederlande), 29.03.94, Vortrag  
 Prof. Dr. G. Morfill: Garching, 12.04.94, Vortrag  
 Prof. Dr. D. Lin: Santa Cruz (USA), 14./15.04.94, Vortrag  
 Dr. U. Ott: Mainz, 19.04.94, Vortrag  
 Dr. M. Hoare: Heidelberg, 26.04.94, Vortrag  
 Prof. Dr. R. Kudritzki: München, 03.05.94, Vortrag  
 Prof. Dr. D. Bergman: Tel Aviv (Israel), 31.05.94, Vortrag  
 Dr. R. Assendorp: Potsdam, 01.07.94, Vortrag  
 Dr. W. Klöck: Münster, 16.08.94, Vortrag  
 Dr. K. Muinonen: Helsinki (Finnland), 08.09.94, Vortrag  
 Dr. K. Banse: Garching, 13.09.94, Vortrag  
 Dr. K.R. Bell: Moffett Field (USA), 13.–20.09.94, Vortrag, Arbeitsaufenthalt  
 Dr. V. Somsikov: St. Petersburg (GUS), 13.–23.09.94, Vortrag, Arbeitsaufenthalt  
 Dr. K. Willacy: Edinburgh (Schottland), 18.–23.09.94, Vortrag, Arbeitsaufenthalt  
 Prof. N.N. Michelson: Pulkovo (GUS), 17.10.94, Vortrag  
 Prof. Dr. M. Schneider: München, 07.11.94, Vortrag  
 Dr. J.M. Alcalá-Estrada: München, 08.11.94, Vortrag  
 Dr. M. Osterloh: Heidelberg, 15.11.94, Vortrag

Dr. A. Henning: Duisburg, 22.11.94, Vortrag  
 Dr. G. Hirth: Heidelberg, 23.11.94, Vortrag  
 Dr. F.-J. Zickgraf: Heidelberg, 13.12.94, Vortrag  
 Dr. A. Eckart: Garching, 15.12.94, 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“
Th. Henning/J. Steinacker:	Vorlesung „Einführung in die Plasmaastrophysik“
J. Dorschner	Vorlesung „Sonnensystem“
J. Dorschner	Vorlesung „Astronomie“ (externe Lehrerausbildung)
B. Stecklum	Vorlesung „Moderne Beobachtungstechniken im optischen und IR-Spektralbereich“
J. Dorschner/J. Blum:	Vorlesung „Labor (und) Kosmos“
Th. Henning/J. Steinacker:	Vorlesung „Akkretionsscheiben“
Die Gruppe beteiligte sich am	„Astrophysikalischen Numerikum“.

#### 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: Habilitationskommission der Phys.-Astron.-Technikwiss. Fakultät an der Friedrich-Schiller-Universität Jena

## 4 Wissenschaftliche Arbeiten

### 4.1 Theoriegruppe

#### *Optische Eigenschaften von Staubteilchen*

Die in Zusammenarbeit mit dem Institut für Festkörperphysik und Theoretische Optik an der Friedrich-Schiller-Universität begonnene Ausarbeitung einer statistischen Methode zur Berechnung des optischen Verhaltens von Agglomeraten wurde nach dem Wechsel von B. Michel in die Arbeitsgruppe fortgesetzt und in der ersten Stufe abgeschlossen. Als Ergebnis liegt ein Programm vor, welches die Berechnung der Extinktion von im statistischen Mittel rotationssymmetrischen Teilchen mit beliebiger innerer Struktur erlaubt. In der begonnenen zweiten Stufe wird der Algorithmus erweitert, um die Berechnung der Streucharakteristik solcher Teilchen für alle Streuwinkel zu ermöglichen.

Die Entwicklung eines Programms zur Lichtstreuung an beliebigen Teilchen basierend auf einem generalisierten Konzept der diskreten Dipolapproximation wurde von J. Peltoniemi abgeschlossen. Erste Ergebnisse zeigen eine erhebliche Verbesserung der Genauigkeit für Teilchen mit großen Brechungsindizes im Vergleich zu herkömmlichen Programmen.

Eine ausführliche Untersuchung des Einflusses der Staubteilchenstruktur auf die Teilchenopazität koagulierter Teilchen zeigte die Dominanz der Wechselwirkung benachbarter Substaubteilchen (Henning, Ossenkopf, Stognienko). Die allgemeine Aggregatstruktur spielt hingegen nur eine untergeordnete Rolle. Es konnten untere und obere Grenzen für die Opazität koagulierter Teilchen aus den Untersuchungen abgeleitet werden.

#### *Staub- und Moleküleentwicklung in kalten Molekülwolkenkernen*

Simulationen der Gasakkretion auf Staubteilchenaggregate haben gezeigt, daß das Aufwachsen von Gasteilchen durch den Wachstumsprozeß beeinflußt wird. Dies konnte anhand der beiden extremen Aggregationsszenarien, der „Ballistic Particle Cluster Aggregation“ und der „Ballistic Cluster Cluster Aggregation“ gezeigt werden. Diese beiden Prozesse berücksichtigen jedoch nicht Restrukturierungs- und Fragmentationsvorgänge innerhalb der Staubaggregate. Daher wurde ein N-Teilchen Programm erarbeitet, mit dem die Einarbeitung der genauen Wechselwirkungen, die bei dem Stoß zweier sphärischer Teilchen stattfinden, in den Koagulationsprozeß möglich wird (Henning, Sablotny).

Die Berechnung der dabei auftretenden Kräfte für den zentralen sowie den nichtzentralen Stoß fand im Rahmen der Elastizitätstheorie statt. Dabei konnte gezeigt werden, daß im Fall der nichtzentralen Kollision eine einfache Zerlegung der auftretenden Kräfte in einen radialen und einen tangentialen Teil möglich ist (Blum, Kempf, Henning).

#### *Staubkoagulation in protoplanetaren Akkretionsscheiben*

Aus der Untersuchung des Einflusses der Staubkoagulation auf die dynamische Entwicklung von protoplanetaren Akkretionsscheiben wurden erste folgenreiche Erkenntnisse gewonnen (Henning, Mucha, Schmitt). Da sich die Opazitätswerte rasch ändern, mußte das eindimensionale stationäre analytische Modell für die turbulente protostellare Akkretionsscheibe zu einem numerischen, zeitabhängigen Modell erweitert werden, das durch ein gekoppeltes Gleichungssystem mit einer nichtlinearen Diffusionsgleichung beschrieben wird. Trotz der Möglichkeit zur Parallelisierung des Programmcodes besteht die Notwendigkeit, den rechenzeitintensiven Staubkoagulationscode durch ein effizienteres numerisches Verfahren wesentlich zu beschleunigen. Erste Ergebnisse bestätigen bekannte Potenzgesetze für die Massenverteilung der Staubkörner und zeigen nach einer relativ kurzen Koagulationszeit ein Absinken der Opazität unter den Wert, der noch konvektive Instabilität ermöglicht. Desweiteren wurde ein eindimensionales, vertikales Akkretionsscheibenmodell entwickelt. Mit ihm kann die Auswirkung verschiedener Opazitäten im Zusammenhang mit anderen Scheibenparametern auf Form und Dynamik einer protoplanetaren Akkretionsscheibe untersucht werden (Klahr, Henning).

#### *Strahlungstransport in Staubmedien*

Die Arbeiten zur Analyse von einfachen, geometrisch dünnen Scheibenmodellen und der Mehrdeutigkeit in der Parameterwahl bei der Anwendung auf die spektralen Energieverteilungen junger stellarer Objekte wurden abgeschlossen. Es wurde nachgewiesen, daß die in einigen früheren Arbeiten hergeleiteten Grenzen der Scheibenparameter in Anbetracht der Mehrdeutigkeiten der zugrundeliegenden Analyse der Energieverteilung nicht haltbar sind (Thamm, Steinacker, Henning). Als abschließendes Ergebnis der Untersuchung von Staubhüllen um massereiche Sterne wurden eine Reihe von Objekten identifiziert, deren 1.3 mm-Kontinuumsfluß sich nicht durch ein sphärisches Strahlungstransportmodell erklären lassen, selbst wenn Staubmodelle mit amorphen Kohlenstoff oder fraktalen Staubteilchen benutzt werden (Henning, Launhardt, Steinacker, Thamm). Zur Bestim-

mung der Intensitätsverteilung in rotationssymmetrischen Staubverteilungen um junge Sterne wurde ein Raytracing-Code fertiggestellt, der für beliebige Temperatur- und Dichteverteilungen arbeitet und noch durch einen Energiebilanzteil erweitert werden soll, um Intensität und Temperatur des Staubes konsistent zu berechnen. Fertiggestellte Teilprogramme zur Entwicklung eines dreidimensionalen Strahlungstransportprogrammes wurden unter der Maßgabe überschaubarer Rechenzeiten getestet. Ein schnelles Konjugierte-GradientenVerfahren konnte in Zusammenarbeit mit dem Institut für angewandte Mathematik in Heidelberg in den Code eingebaut werden (Steinacker, Henning). Zusammen mit Wissenschaftlern des Fachbereiches Mathematik der Universität Dortmund wurden Testrechnungen zur Ermittlung einer effektiven Verteilung von Stützstellen auf der Einheitskugel durchgeführt. Auf dem Metropolis-Algorithmus basierend erlaubt diese Kubatur der Einheitskugel unter anderem eine effektive Integration von Funktionen über alle Richtungen, wie sie in Strahlungstransportrechnungen benötigt wird (Steinacker, Thamm).

## 4.2 Laborgruppe

### *Weltraumexperiment CODAG*

Für das CODAG(Cosmic Dust Aggregation)-Experiment wurde 1994 ein Demonstrationsmodell aufgebaut, das alle wesentlichen Komponenten des in Planung befindlichen Weltraumexperiments enthält. Laborversuche zeigten die Verwendbarkeit der langbrennweitigen Mikroskopie in Verbindung mit sehr schneller digitaler Bildaufzeichnung zum Nachweis und zur Analyse mikrometergroßer Partikel und deren Bewegungen in verdünnten Gasen. Darüber hinaus konnte das Problem der Teilchendesagglomeration in Gas geringen Druckes durch eine Eigenentwicklung (in Zusammenarbeit mit der TU München) gelöst werden.

In einer Serie von Parabelflügen sowie bei zehn Fallturmbabwürfen konnte unter Mikrogravitationsbedingungen gezeigt werden, daß homogene Dispergierungen der Partikel erzielt werden können. Bei reduzierter Gravitation konnte die Brownsche Bewegung der Teilchen beobachtet werden. Damit wurde der Nachweis erbracht, daß mit dem CODAG-Experiment die Staubteilchenagglomeration im frühen Sonnensystem simuliert werden kann (Blum, Kempf, Wurm).

### *Optische Eigenschaften von Analogmaterialien*

Die spektroskopischen und analytischen Messungen an Silikatgläsern der Zusammensetzungen  $Mg_xFe_{1-x}SiO_3$  und  $Mg_{2y}Fe_{2-2y}SiO_4$  wurden abgeschlossen und die optischen Konstanten für  $x = 0, 4; 0, 5; 0, 6; 0, 7; 0, 8; 0, 95$  und  $1, 0$  sowie  $y = 0, 4$  und  $0, 5$  im Wellenlängenbereich von  $190 \text{ nm}$  bis  $500 \mu\text{m}$  bestimmt und veröffentlicht. Desgleichen wurden die optischen Konstanten von Fe-Mg-Mischoxiden  $Mg_xFe_{1-x}O$  für  $x = 0; 0, 1; 0, 2; 0, 3; 0, 5; 0, 6$  im selben Wellenlängenbereich bestimmt und veröffentlicht (Begemann, Dorschner, Henning, Mutschke). Neben Silikaten sind solche Oxide eine mögliche, aber bisher wenig beachtete Staubkomponente in sauerstoffreichen zirkumstellaren Hüllen, die das Spektrum im  $20\text{-}\mu\text{m}$ -Bereich beträchtlich beeinflussen können. Eisenoxide sind darüber hinaus sowohl in gebundener Form als auch als Einschlüsse in Silikatteilchen eine wichtige Opazitätsquelle für den visuellen und den NIR-Bereich.

Die Arbeiten zur Herstellung (Bogenverdampfung, Pyrolyse) und analytischen Charakterisierung von amorphem Kohlenstoff wurden weitergeführt (Jäger, Henning). Von interstellaren Mikrodiamanten, die aus dem Murchison-Meteoriten gewonnen wurden (Zusammenarbeit mit U. Ott, MPI für Chemie, Mainz), konnten optische Konstanten für den gesamten IR-Bereich ( $1\text{-}1000 \mu\text{m}$ ) abgeleitet werden (Jäger, Mutschke). Präparative Arbeiten zur Darstellung amorpher Silikate, die nicht auf dem Wege über die Glasschmelze hergestellt werden konnten, durch Sol-Gel-Reaktionen sind angelaufen. Desgleichen wurden Vorarbeiten zur Gewinnung optischer Daten von  $SiO$ ,  $Fe_3C$  und  $SiS_2$  geleistet. Der Aufbau der für derartige Messungen benötigten Inertgas-Strecke wurde in Angriff genommen (Begemann, Born).

*Tieftemperaturmessungen*

Da die Staubtemperaturen in interstellaren Wolken zwischen 100 K und etwa 10 K liegen, wurde ein systematisches Meßprogramm zum Studium eventuell vorhandener Temperaturabhängigkeit der optischen Konstanten zwischen Zimmertemperatur und 10 K aufgebaut. Der im Probenraum des FTIR-Spektrometer Bruker 113v installierte He-gekühlte Kryostat erlaubt Transmissions- und Reflexionsmessungen von Proben bis zu 25 mm Durchmesser. Testmessungen an Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), das einen Halbleiterphasenübergang bei 120 K aufweist, zeigten die erwarteten Veränderungen im Profil der Schwingungsbanden (17,5 und 27  $\mu\text{m}$ ). Messungen an Quarzglas und Silikatgläsern ergaben keine signifikante Temperaturabhängigkeit der Bandenprofile. Messungen an FeS zeigten dagegen eine T-Abhängigkeit der optischen Eigenschaften im gesamten IR-Bereich (Henning, Mutschke, Teuschel).

*Matrixisolations-Spektroskopie*

Teilchenagglomeration ist seit langem als wesentliche Fehlerquelle bei der Bestimmung optischer Konstanten durch Transmissionsspektroskopie eingebetteter Teilchen bekannt. Die im Zusammenhang mit der Gewinnung optischer Eigenschaften von amorphem Kohlenstoff mit unterschiedlichem Graphitisierungsgrad und Heteroatomgehalt unumgänglichen UV-Messungen an eingebetteten Rußteilchen erfordern eine effektive Isolation der Teilchen voneinander. Dazu wurde Mitte 1994 das DFG-Projekt „Matrixisolations-Spektroskopie“ begonnen und eine entsprechende Apparatur aufgebaut (Schnaiter, Mutschke). Der Träger für die Edelgasmatrix befindet sich auf einem drehbaren kalten Finger in einem Hochvakuumkryostaten. Das Matrixwachstum wird über die Interferenz der Strahlung eines He-Ne-Lasers kontrolliert. Zum Dispergieren des in die Matrix einzufrierenden Staubes wurden ein kommerzieller Bürstendispersiergerät und das mechanische Desagglomerieren der zusammengeklebten Teilchen beim Passieren einer hochtourigen Turbopumpe benutzt.

### 4.3 Beobachtergruppe

*Hochauflösende Beobachtungen*

Mit Hilfe des adaptiven Optiksystems ComeOn+ der ESO wurde die Untersuchung von jungen Sternen fortgesetzt (Stecklum). Dabei zeigte sich, daß die durch eine Mondbedeckung gefundene ausgedehnte Struktur um den Stern Herschel 36 einem Jet sehr ähnlich ist. Diese Tatsache wurde durch Analyse von HST-Bildern bekräftigt. Der Nachweis eines Jets legt die Existenz einer zirkumstellaren Scheibe nahe, für die es weitere Anhaltspunkte gibt. Dies ist insofern bemerkenswert, da Herschel 36 als Hauptreihenstern vom Spektraltyp O7 klassifiziert wurde. Nördlich dieses Sterns befindet sich eine Quelle, die mit Farbenindizes von H-K = 2.7 und K-L = 2.6 vermutlich ein junges stellares Objekt darstellt. Die Analyse der räumlich aufgelösten Spektroskopie im K-Band, die gemeinsam mit A. Krabbe (MPE Garching) mit Hilfe des 3D-Instruments erhalten wurde, zeigt im wesentlichen die Rekombinationsstrahlung des südöstlich von Herschel 36 gelegenen ultrakompakten H II-Gebiets G 5.97-1.17.

In Zusammenarbeit mit C. Leinert/A. Richichi (MPIA Heidelberg) und F. Lisi/G. Calamai (Arcetri) erfolgte die Weiterführung der Beobachtungen von Mondbedeckungen im NIR (Stecklum) mittels des Fast Infrared Photometers (FIRPO) am DSAZ auf dem Calar Alto. Zu den bemerkenswerten Ergebnissen zählen die erstmalige Bestimmung des Winkeldurchmessers von T Ari zu 0.0076'', der Nachweis einer Hülle um den C-Stern IRAS 06088+1909, sowie die Vermessung von Y Tau und TX Psc. Im Rahmen der Beobachtung der Kollision von Komet Shoemaker-Levy 9 mit Jupiter wurden mittels FIRPO zeitlich hochauflösende (100 Hz) Lichtkurven bei 3.1  $\mu\text{m}$  erhalten, die den Einschlag der Fragmente und die Entwicklung des Feuerballs detailliert zeigen.

Die Eignung von MIR-Arrays zur Beobachtung von Mondbedeckungen konnte anhand der Bedeckung von Spica nachgewiesen werden (Stecklum in Zusammenarbeit mit U. Käuffl (ESO)).

*IR-Spektroskopie junger stellarer Objekte*

Zur Untersuchung von Struktur und chemischer Zusammensetzung von Staubteilchen wurden drei Objekte im Bereich von  $3 \dots 4 \mu\text{m}$  und  $4.6 \dots 4.8 \mu\text{m}$  mit Hilfe von IRSPEC am ESO-NTT spektroskopiert (Stecklum). Die Analyse der Daten (Schreyer) deutet auf eine starke Eisbande im Fall des Infrarotnebels im Chamäleon hin. Hingegen findet sich im Spektrum des BN-Objekts IRAS 08470–4321 die Signatur von PAHs.

*Radiobeobachtungen von Sternentstehungsgebieten*

Im Rahmen einer Dissertation (Schreyer) wird die Suche nach einer Erniedrigung der Häufigkeit des Schwefelkohlenstoffmoleküls in der Gasphase in der unmittelbaren Umgebung sehr junger stellarer Objekte durchgeführt. Diesbezügliche Messungen erfolgten mit dem James Clerk Maxwell Telescope (JCMT) gemeinsam mit einer Wissenschaftlergruppe aus Leiden (Niederlande). Die Umgebungen eines massearmen und zweier massereicher junger Sterne wurden in den Linienemissionsübergängen (J=7–6) und (J=5–4) des CS-Moleküls und im (J=2–1) Übergang des  $\text{C}^{18}\text{O}$ -Moleküls kartiert.

Die Auswertung von Beobachtungsdaten, die mit dem IRAM-Interferometer erhalten wurden, erfolgte am Max-Planck-Institut für Radioastronomie in Bonn. Als Ergebnis entstanden Synthesekarten der Linienemissionen von  $\text{C}^{34}\text{S}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$  und  $\text{SO}$  in dem Sternentstehungsgebiet Orion „hot core“.

Weiterhin wurde für eine Gruppe heller IRAS Objekte ( $S_\nu \geq 500 \text{ Jy}$  bei  $\lambda = 100 \mu\text{m}$ ) mit Charakteristika junger, massereicher stellarer Objekte die  $\text{HCO}^+$  (J=1–0)-Emission mit dem Metsähovi-Teleskop in Helsinki gemessen. Durch Kombination dieser Messungen mit früheren Resultaten in  $\text{NH}_3$  und  $\text{H}_2\text{O}$  konnte festgestellt werden, daß alle Objekte mit  $\text{H}_2\text{O}$ -Masern auch Linienemissionen zeigen.

Die Untersuchungen zur Sternentstehung in Bok-Globulen wurden fortgesetzt (Launhardt, Henning). Dazu wurden am 30-m-Teleskop von IRAM die 1.3-mm-Kontinuumstrahlung von 5 Globulen mit dem 7-Kanal-Bolometer kartiert. Die sehr tiefen Karten zeigen in allen Fällen in Hüllen eingebettete, aufgelöste kompakte Kerne. Parallel dazu wurden NIR-Kamera-Beobachtungen (MAGIC, DSAZ Calar Alto) durchgeführt.

Die Suche nach molekularen Ausflüssen und eine 1.3-mm-Kontinuumsdurchmusterung bei extrem kalten südlichen IRAS-Quellen wurde aufgenommen (Henning, Launhardt).

## 5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

### 5.1 Diplomarbeiten

keine

### 5.2 Dissertationen

Ossenkopf, Volker: „Koagulation und optischer Einfluß inhomogener Staubteilchen in dichten Molekülwolken“, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 1994

Stognienko, Ralf: „Interstellarer und zirkumstellarer Staub – Optische Eigenschaften“, Friedrich-Schiller-Universität Jena, 1994

## 6 Tagungen, Projekte am Institut und Beobachtungszeiten

### 6.1 Tagungen und Veranstaltungen

Die Gruppe organisierte vom 14.–17. September 1994 einen Workshop für jüngere Wissenschaftler zum Thema Sternentstehung/Staubentwicklung in Plaue (Thüringer Wald). Die Themen der 24 Vorträge erstreckten sich von der theoretischen Modellierung zirkumstellarer Scheiben und von Prozessen in Molekülwolken über für die Sternentstehung relevante Beobachtungen bis hin zu labortechnischen Fragen.

### 6.2 Projekte und Kooperationen mit anderen Instituten

Max-Planck-Institut für Radioastronomie: (Bonn)	Bolometerbeobachtungen, Theorie, Chemie (Chini, Güsten, Krügel, Mezger, Walmsley, Zylka)
Max-Planck-Institut für Kernphysik: (Heidelberg)	Laboratoriumsastrophysik (Krätschmer, Grün)
Max-Planck-Institut für Astronomie: (Heidelberg)	ISO, Hochgeschwindigkeitsphotometrie (Lemke, Leinert, Richichi)
Max-Planck-Institut für extrater. Physik: (Garching)	Theorie, ISO, Detektorentwicklung, VLT (Morfill, Genzel, Drapatz)
Max-Planck-Institut für Aeronomie: (Katlenburg-Lindau)	Simulationsexperimente (Keller, Markiewicz)
Max-Planck-Institut für Chemie: (Mainz)	Laboratoriumsastrophysik (Ott)
MPG-Arbeitsgruppe „Gravitationstheorie“: (Jena)	Theorie (Kley)
Institut für Angewandte Mathematik, Universität Heidelberg:	Strahlungstransport (Rannacher, Turek)
Institut für Astronomie/Astrophysik, Universität Würzburg: Fachbereich Mathematik,	Theorie (Yorke), Beobachtung (Zinnecker)
Universität Dortmund:	Theorie (Maier)
Universität Münster:	Teilchenpräparation (Metzler)
Technische Universität München:	Simulationsexperimente (Rott)
DLR Köln:	Simulationsexperimente (Neuhaus)

### 6.3 Beobachtungszeiten

Die ISO-Projekte für das „Central Programme“ wurden weiter vorbereitet und Anträge für die offene Zeit gestellt.



## 7 Auswärtige Tätigkeiten

### 7.1 Nationale und internationale Tagungen

Dr. B. Stecklum:	SPIE-Symposium, Kona, Hawaii (13.–18.3.94)
C. Jäger:	MRS-Symposium, San Francisco (4.–8.4.94)
Prof. Dr. Th. Henning:	DIB-Tagung, Boulder, Colorado (16.–19.5.94)
R. Launhardt:	Haystack-Conference, Haystack, Massachusetts (16.–25.5.94)
Prof. Dr. Th. Henning:	The Cosmic Dust Connection, Erice (6.–17.6.94)
Dr. J. Dorschner:	The Cosmic Dust Connection, Erice (6.–17.6.94)
Dr. B. Begemann:	The Cosmic Dust Connection, Erice (6.–17.6.94)
Dr. H. Mutschke:	The Cosmic Dust Connection, Erice (6.–17.6.94)
C. Jäger:	The Cosmic Dust Connection, Erice (6.–17.6.94)
Prof. Dr. Th. Henning:	IAU Meeting, Hague (21.–26.8.94)
Dr. J. Dorschner:	IAU Meeting, Hague (21.–26.8.94)
Prof. Dr. Th. Henning:	Tagung „Dust, Molecules, and Backgrounds: From Laboratory to Space“, Capri (12.–15.9.94)
Dr. B. Begemann:	Tagung „Dust, Molecules, and Backgrounds: From Laboratory to Space“, Capri (12.–15.9.94)
Prof. Dr. Th. Henning:	NAS Meeting, Los Angeles (3.–6.11.94)

### 7.2 Vorträge und Gastaufenthalte

R. Launhardt:	University of Texas, Austin, Texas (Jan./Feb. 94)
Th. Henning:	Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Florenz (Mai 94)
Th. Henning:	University of Wisconsin, Madison, USA (Mai 94)
K. Schreyer:	Universität Leiden (Aug. 94)

### 7.3 Beobachtungsaufenthalte, Meßkampagnen

JCMT/Hawaii:	K. Schreyer (Feb., Juni, Nov. 94)
Calar Alto/Spanien:	B. Stecklum (Mai, Juli, Aug., Okt. 94), R. Launhardt (Jan. 94)
ESO/Chile:	R. Launhardt (SEST, März 94; 2,2-m-Teleskop, Nov. 94); Th. Henning (SEST, März 94); M. Löwe (NTT, April 94; 3,60-m-Teleskop, Juli, Dez. 94); B. Stecklum (NTT, April 94; 3,60-m-Teleskop, März 94)
IRAM 30-m-MRT/Spanien:	R. Launhardt (April 94)
J. Blum:	Parabolic Flight Campaign, Paris (Nov. 94)
S. Kempf:	Parabolic Flight Campaign, Paris (Nov. 94)
H. Klahr:	Parabolic Flight Campaign, Paris (Nov. 94)
G. Wurm:	Parabolic Flight Campaign, Paris (Nov. 94)

### 7.4 Kooperationen

#### *Theorie*

- Gemeinsames Projekt „Lichtstreuung an kleinen Teilchen“ mit Universität St. Petersburg im Rahmen der Osteuropaförderung der MPG
- Department of Terrestrial Magnetism, University of Washington (H. Butner, A. Boss)
- Kobe University (Japan) (T. Kozasa)
- NASA Ames Research Center, Moffet Field (R. Bell)

- Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Florenz (P. Lenzuni)
- Rensselaer Polytechnical Institute, Troy, NY (C.M. Leung)
- University of Florida, Gainesville (Bo Gustafson)
- University of Edinburgh (K. Willacy)

### 7.5 Laborastrophysik

- JPL Pasadena (M.S. Hanner)
- Universitario Navale, Napoli (E. Bussoletti)
- Università di Lecce (A. Blanco)
- Kobe University (Mukai)

### 7.6 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)

## 8 Sonstiges

Im Dezember 1994 wurde die Arbeit der Gruppe durch den Fachbeirat des MPI für Radioastronomie bewertet.

Thomas Henning

## 9 Veröffentlichungen

aus beiden Jenaer astronomischen Einrichtungen

### 9.1 In Zeitschriften und Büchern

*Erschienen:*

BEGEMANN, B., DORSCHNER, J., HENNING, TH., MUTSCHKE, H., THAMM, E.:  
A Laboratory Approach to the Interstellar Sulfide Dust Problem. *Astrophys. J. Lett.*  
**423** (1994), L71–L74.

DORSCHNER, J.: Wir sind Stoff der Sterne und Staub der Galaxis. *Sterne* **70** (1994), 5,  
311–331.

DORSCHNER, J.: Zweitausend Jahre Stern von Bethlehem. *Sterne* **70** (1994), 6, 360–365.

DORSCHNER, J., HENNING, TH., BLUM, J.: Laboratoriumsastrophysik in der MPG-  
Arbeitsgruppe „Staub in Sternentstehungsgebieten“ an der Universität Jena. *MPG-  
Spiegel* **5** (1994), 14–17.

- FISCHER, O., HENNING, TH., YORKE, H.W.: Simulation of Polarization Maps. I. Protostellar Envelopes. *Astron. Astrophys.* **284** (1994), 187-209.
- FRIEDEMANN, CH., HOFFRICHTER, J., REIMANN, H.-G., GÜRTLER, J.: WW Vulpeculae – Photographic Magnitudes for 1929 – 1992. *Mitt. Veränd. Sterne, Sonneberg*, **12** (1994), Heft 10, 188–198.
- HENNING, TH., LAUNHARDT, R., STEINACKER, J., THAMM, E.: Cold Dust around Southern Herbig Ae/Be Stars. *Astron. Astrophys.* **291** (1994), 546–556.
- HENNING, TH., MARTIN, K., REIMANN, H.-G., LAUNHARDT, R., LEISAWITZ, D., ZINNECKER, H.: Multiwavelength study of NGC 281 A. *Astron. Astrophys.* **228** (1994), 282–292.
- HENNING, TH., SABLONNY, R.: Coagulation of Grains and Gas-Grain Interactions. *Adv. Space Res.* **16** (1995), No. 2, 17–20.
- HOME, J., FRIEDEMANN, CH., REIMANN, H.-G.: RZ Piscium – Photographic Magnitudes from 1928 to 1992. *Mitt. Veränd. Sterne, Sonneberg*, **12** (1994), Heft 10, 199–206.
- IL'IN, V.B.: Small Non-spherical Grains in Envelopes of M Giants. *Astron. Astrophys.* **281** (1994), 486–490.
- JÄGER, C., MUTSCHKE, H., BEGEMANN, B., DORSCHNER, J., HENNING, TH.: Steps toward Interstellar Silicate Mineralogy. I. Laboratory Results of a Silicate Glass of Mean Cosmic Composition. *Astron. Astrophys.* **292** (1994), 641–655.
- MUTSCHKE, H., BEGEMANN, B., DORSCHNER, J., HENNING, TH.: Infrared Data of Sulphides of Interstellar Dust Importance. *Infrared Phys. Technol.* **35** (1994), 361–374.
- OSSENKOPF, V., HENNING, TH.: Dust Opacities for Protostellar Cores. *Astron. Astrophys.* **291** (1994), 943–959.
- REIMANN, H.-G., FISCHER, O., FRIEDEMANN, CH., SCHIELICKE, R.: Kompendium für das Astronomische Praktikum. Jena: Universitäts-Sternwarte, 1994, 227 Seiten.
- STECKLUM, B., HENNING, TH., ECKART, A., HOFFMANN, R.: NIR High-Resolution Imaging of Young Stars. *Infrared Phys. Technol.* **35** (1994), 487–492.
- THAMM, E., STEINACKER, J., HENNING, TH.: Ambiguities of Parametrized Dust Disk Models for Young Stellar Objects. *Astron. Astrophys.* **287** (1994), 493–502.
- VOSHCHINNIKOV, N.V., KARJUKIN, V.V.: Multiple Scattering of Polarized Radiation in Circumstellar Dust Shells. *Astron. Astrophys.* **288** (1994), 883–896.
- Eingereicht, im Druck:*
- BLUM, J.: Laboratory and Space Experiments to Study Pre-Planetary Growth. *Adv. Space Res.*, im Druck.
- 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.*, im Druck.
- FISCHER, O.: Polarization by Circumstellar Dust – Modelling and Interpretation of Polarization Maps. In: *Rev. Mod. Astron.*, im Druck.
- FRIEDEMANN, CH., GÜRTLER, J., REIMANN, H.-G.: Cloudy Circumstellar Dust Shells around Young Variables: Statistical Properties and Cloud Stability. *Astron. Astrophys.*, im Druck.
- HENNING, TH.: Circumstellar Dust around Young Stellar Objects. In: Greenberg, J.M. (ed.): *Cosmic Dust Connection*. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, im Druck.
- HENNING, TH., SABLONNY, R.: Kleiner Staub – ganz groß. Zur aktiven Rolle kosmischer Staubteilchen in Sternentstehungsgebieten. *Sterne Weltraum*, im Druck.

- HENNING, TH., MICHEL, B., STOGNIENKO, R.: Dust Opacities in Dense Regions. *Planet. Space Sci.*, im Druck.
- HENNING, TH., BEGEMANN, B., MUTSCHKE, H., DORSCHNER, J.: Optical Properties of Oxide Dust Grains. *Astron. Astrophys.*, im Druck.
- LENZUNI, P., GAIL, H.-P., HENNING, TH.: Dust Evaporation in Stellar Cores. *Astrophys. J.*, im Druck.
- MENSHCHIKOV, A., HENNING, TH.: Radiation Transfer in Circumstellar Disks. *Astron. Astrophys.*, im Druck.
- MICHEL, B., LAKHTAKIA, A.: Strong Property Fluctuations Theory for Homogenizing Chiral Particulate Composites. *Phys. Rev. E*, eingereicht.
- PELTONIEMI, J.: Variational Volume Integral Equation Method for Electromagnetic Scattering by Irregular Grains. *J. opt. Soc. Am.*, eingereicht.
- REIMANN, H.-G.: Air Pollution Seen from the Viewpoint of an Astronomer. *Andromeda, Budapest*, im Druck.
- SABLOTNY, R., KEMPF, S., BLUM, J., HENNING, TH.: Coagulation Simulations for Interstellar Dust Grains Using an N-particle Code. *Adv. Space Res.*, im Druck.
- SCHOLZ, G., LEHMANN, H., KLOSE, S., REIMANN, H.-G., WOCHER, M., ZIENER, R.: RV-Investigations of Possible Maia Variable Stars. *Astron. Astrophys.*, im Druck.
- SHUKRANTOV, Y.G., MUINONEN, K., BOWELL, E., LUMME, K., PELTONIEMI, J.I., KRESLAVSKY, M.A., STANKEVICH, D.G., TISCHKOVETZ, V.P., OPANASENKO, N.V., MELKUMOVA, L.Y.: A Critical Review of Theoretical Models for the Negative Polarization of Light Scattered by Atmosphereless Solar System Bodies. *Earth, Moon, Planets*, im Druck.
- STECKLUM, B., ECKART, A., HENNING, TH., LÖWE, M.: The Companion of HR 5999 in the Near Infrared. *Astron. Astrophys.*, im Druck.
- STECKLUM, B., HENNING, TH., HOWELL, R.R., HOARE, M.G.: The Discovery of a Jet from the Massive Star Herschel 36. *Astrophys. J.*, im Druck.
- STOGNIENKO, R., HENNING, TH., OSSENKOPF, V.: Optical Properties of Coagulated Particles. *Astron. Astrophys.*, im Druck.

## 9.2 Konferenzbeiträge

### *Erschienen:*

- BEGEMANN, B., MUTSCHKE, H., DORSCHNER, J., HENNING, TH.: Can Mg/Fe Sulphides Solve the Problem of the 30 m Band of Carbon Stars? In: *Molecules and Grains in Space*. *Am. Inst. Phys. Conf. Proc.* **312** (1994), 781–788.
- BLUM, J., HENNING, TH., OSSENKOPF, V., SABLOTNY, R., STOGNIENKO, R., THAMM, E.: Fractal Growth and Optical Behaviour of Cosmic Dust. In: *Novak, M.M. (ed.): Fractals in the Natural and Applied Sciences*. Elsevier Sci. B.V. (1994), 47–59.
- EVANS II, N.J., ZHOU, S., KÖMPE, C., WALMSLEY, C.M.: Identification of a Collapsing Protostar. In: *Burke, B.F., Rahe, J. Roettger, E.E. (eds.): Planetary Systems: Formation, Evolution, and Detection*. *Special Iss. Astrophys. Space Sci.* **212** (1994), 139–145.
- FISCHER, O., HENNING, TH., PFAU, W., STOGNIENKO, R.: Diffuse Interstellar Bands in Reflection Nebulae. *NASA Conf. Proc.* **10114** (1994), 11–16.
- FRIEDEMANN, C., REIMANN, H.-G., GÜRTLER, J.: Cloudy Circumstellar Dust Shells around Young Variable Stars. In: *Burke, B.F., Rahe, J. Roettger, E.E. (eds.): Planetary Systems: Formation, Evolution, and Detection*. *Special Iss. Astrophys. Space Sci.* **212** (1994), 221–229.

- HENNING, TH., CHINI, R., PFAU, W.: Small-scale Structure of the Mon R2 Cloud Core. In: Ishiguro, M., Welch, W.J. (eds.): Astronomy with Millimeter and Submillimeter Wave Interferometry. IAU Coll. No. 140, Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **59** (1994), 266–267.
- HENNING, TH., LAUNHARDT, R., STEINACKER, J., THAMM, E.: Circumstellar Dust around Herbig Ae/Be Stars – A Southern 1.3 mm Continuum Survey –. In: The, P.S., Perez, M.R., van den Heuvel, E.P.J. (eds.): The Nature and Evolutionary Status of Herbig Ae/Be Stars. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **62** (1994), 171–176.
- HENNING, TH., THAMM, E.: Cold Dust around Chamaeleon Stars. In: Burke, B.F., Ralhe, J. Roettger, E.E. (eds.): Planetary Systems: Formation, Evolution, and Detection. Special Iss. Astrophys. Space Sci. **212** (1994), 215–220.
- KHOLTYGIN, A. F., IL'IN, V. B., VOSHCHINNIKOV, N. V.: Ionization Structure of the Shells around Herbig Ae/Be Stars. In: The, P.S., Perez, M.R., van den Heuvel, E.P.J. (eds.): The Nature and Evolutionary Status of Herbig Ae/Be Stars. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **62** (1994), 197–198.
- LAUNHARDT, R., HENNING, TH.: Star Formation in Bok Globules – 1.3 mm Continuum Survey –. In: Clemens, D.P., Barvainis, R. (eds.): Clouds, Cores, and Low Mass Stars. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **65** (1994), 224–229.
- PFAU, W.: Artificial IJK Two-colour Diagrams for Field Stars. Proc. NIR Workshop Les Houches/France. Astrophys. Space Sci. **217** (1994), 1/2, 95–96
- STECKLUM, B.: Lunar Occultations – A Relevant Technique for Very Large Telescopes? In: D. L. Crawford, E. R. Craine (Eds.): Instrumentation in Astronomy VIII. SPIE Proc. 2 **198** (1994), 1425–1431.
- STECKLUM, B., HOWELL, R.R., ECKART, A., RICHICHI, A.: High Angular Resolution Observations of Her 36. In: J. G. Robertson, W. J. Tango (Eds.): Very High Angular Resolution Imaging. IAU Symp. **158** (1994), 364–366.
- VOSHCHINNIKOV, N.V.: Models of Dust Shells around Herbig Ae Stars. In: The, P.S., Perez, M.R., van den Heuvel, E.P.J. (eds.): The Nature and Evolutionary Status of Herbig Ae/Be Stars. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **62** (1994), 167–170.
- VOSHCHINNIKOV, N.V., IL'IN, V.B., KHOLTYGIN, A.F.: Dust and Gas in the Shells around Herbig Ae/Be Stars. Pulsation, Rotation, and Mass Loss in Early-type Stars. IAU Symp. **162** (1994), 391–392.
- YORKE, H.W., HENNING, TH.: Opacity Problems in Protostellar Objects. In: Jorgensen, U.G. (ed.): Molecules in the Stellar Environment. IAU Colloquium **146** (1994), 186–195.
- YORKE, H.W., WELZ, A.: The Dynamics of Massive Protostars and their Photoionized Disks. In: Franco, J., Lizano, S., Aguilar, L., Daltabuit, E. (eds.): Numerical Simulations in Astrophysics. Cambridge Univ. Press (1994), 318–326.
- Eingereicht, im Druck:*
- BEGEMANN, B., HENNING, TH., MUTSCHKE, H., DORSCHNER, J.: Magnesium-Iron Oxides – Astrophysical Origin and Optical Constants In: Dust, Molecules and Backgrounds: From Laboratory to Space. Plan. Space Sci., im Druck.
- CHAN, S., HENNING, TH., BEGEMANN, B.: New Candidates for Objects with a 21 Micron Feature. In: G. D. Watt (Ed.): Circumstellar Matter. Spec. Iss. Astrophys. Space Sci., im Druck.
- GÜRTLER, J., KÖMPE, C., HENNING, TH.: Model Envelopes of Post-AGB Stars from IR and Sub-mm Data. In: Winnewisser, G. (ed.): The Physics and Chemistry of Interstellar Molecular Clouds. Im Druck.

- HENNING, TH., MARTIN, K., LAUNHARDT, R., REIMANN, H.-G.: Multi-wavelength Study of NGC 281 A. In: Winnewisser, G. (ed.): *The Physics and Chemistry of Interstellar Molecular Clouds*. Im Druck.
- KÖMPE, C., GÜRTLER, J., DORSCHNER, J., MUTSCHKE, H.: Investigation of Silicate Dust Properties around YSOs. In: 19th Inst. Am. Phys. Astrophys. Meeting, Paris, im Druck.
- KÖMPE, C., GÜRTLER, J., HENNING, TH.: Analysis of the IR and Sub-mm Emission of Four Post-AGB stars. In: Watt, G.D. (ed.): *Circumstellar Matter*. im Druck. Spec. Iss. *Astrophys. Space Sci.*, im Druck.
- MARTIN, K., HENNING, TH., KÖMPE, C., WALMSLEY, C.M.: Ammonia towards High Luminous IRAS Sources. In: Winnewisser, G. (ed.): *The Physics and Chemistry of Interstellar Molecular Clouds*. Im Druck.
- MENSHCHIKOV, A., HENNING, TH.: Do the YSO Spectra Imply the Presence of Accretion Disks? In: 19th Inst. Am. Phys. Astrophys. Meeting, Paris, im Druck.
- MUTSCHKE, H., BEGEMANN, B., DORSCHNER, J., JÄGER, C., HENNING, TH.: Optical Data of Glassy Pyroxenes and Olivines. Proc. NATO ASI, Erice, im Druck.
- PFAU, W., HENNING, TH.: Diffuse Interstellar Bands in the Young Galactic Clusters M16 and M17. In: Tielens, A.G.G.M., Snow, T.P. (eds.): *The Diffuse Interstellar Bands*. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, im Druck.
- STECKLUM, B., RICHICHI, A., HERBST, T.M.: Lunar Occultations with the VLT. ESO Workshop, *Science with the VLT*, im Druck.
- VOSHCHINNIKOV, N.V., IL'IN, V.B., STOGNIENKO, R.: Comparative Analysis of Different Solutions of Light Scattering Problems for Non-spherical Particles. In: *Passive IR Remote Sensing of Clouds and the Atmosphere II*. Proc. Conf. Rome, Proc. SPIE 2 309, im Druck.
- ZUEHLKE, H.-U., SABLITNY, R. NEUGEBAUER, M.: Simulation von Vielteilchenmodellen auf dem System PADI In: Flieger, R. Grebe, R. (Hrsg.): *Parallele Datenverarbeitung aktuell*. ISO Press, Amsterdam, Oxford, Washington, im Druck.

Thomas Henning, Werner Pfau