

Jena

Astrophysikalisches Institut und Universitäts-Sternwarte

Schillergäßchen 2, D-07745 Jena
Telefon: (03641)9475-01; Telefax: (03641)9475-02;
e-Mail: obs@astro.uni-jena.de; WWW: <http://astro.uni-jena.de>

0 Allgemeines

Mit dem 1. Januar 1997 wurde die bis dahin für fünf Jahre durch die Max-Planck-Gesellschaft geförderte Arbeitsgruppe „Staub in Sternentstehungsgebieten“ entsprechend der bei der Gründung zwischen der MPG und dem Land Thüringen getroffenen Regelungen in das Institut integriert. Durch die hohe Zahl von Drittmittelbeschäftigten in der ehemaligen MPG-Gruppe ist die Mitarbeiterzahl des Instituts insgesamt stark angestiegen.

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 [-00], Prof. Dr. Th. Henning [-30].

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. J. Blum (DARA) [-33], Dr. J. Dorschner [-37], Dr. C. Friedemann (bis 30.09.97), Dr. E. Glauche (Thür. Ministerium), Dr. J. Gürtler [-16], Dr. C. Jäger (DFG) [-35], Dr. C. Kömpe (bis 31.03.97), Dr. R. Launhardt (DARA), Dr. B. Michel (DFG), Dr. H. Mutschke (MPG) [-33], Dr. S. Pfalzner (DFG) [-48], Dr. H. Relke (Stipendiatin) [-27], Dr. H.-G. Reimann [-15], Dr.-Ing. R. Schielicke [-26], Dr. W. Schmitt (ESA) [-18], Dr. K. Schreyer (BMBF) [-18], Dr. A. Steinacker (DFG) [-48], Dr. J. Steinacker (UNI) [-45], Dr. G. Wurm (DARA) [-44].

Doktoranden:

Dipl.-Phys. A. Burkert (MPG), Dipl.-Phys. D. Clément (DFG), Dipl.-Phys. M. Feldt (MPG), Dipl.-Phys. M. Ilgner (DFG), Dipl.-Phys. L.-O. Heim (DFG), Dipl.-Phys. A. Heines (MPG), Dipl.-Phys. W. Hoff (Verbundforschung Astronomie/Astrophysik, bis 30.06.97), Dipl.-Phys. S. Kempf (DFG), Dipl.-Phys. H. Klahr (MPG) Dipl.-Phys. R. Klein (BMBF), Dipl.-Phys. Th. Lehmann, Dipl.-Phys. M. Löwe, Dipl.-Phys. V. Manske, Dipl.-Phys. R. Mucha (Adenauer-Stiftung), Dipl.-Phys. T. Poppe (DFG), Dipl.-Phys. M. Schnaiter (DFG bis 14.09.97, dann ThMWFK), Dipl.-Phys. R. Schräpler (DFG), Dipl.-Phys. G. Tänzer (bis 31.07.97), Dipl.-Phys. St. Wagner (Verbundforschung Astronomie/Astrophysik).

Diplomanden:

R. Bödefeld, D. Fabian, K. Gollkowsky (Lehramt), R. Hackert, Ch. Hülsen, S. Wolf.

Sekretariat und Verwaltung:

M. Müller [-01].

Dipl.-Übers. A. Schneider, A. Kübel (bis 30.04.97).

Technisches Personal:

G. Born, B. Busse (bis 30.06.97), A. Kästner (bis 30.06.97), Dipl.-Phys. W. Teuschel, Dipl.-Phys. U. Weinert (Verbundforschung Astronomie/Astrophysik), Dipl.-Inform. J. Weiprecht.

1.2 Instrumente und Rechenanlagen

Wesentliche Aktivitäten der Instrumentenentwicklung konzentrierten sich wieder auf TIMMI 2, ein Kamerasystem für die Abbildung und die (Langspalt-)Spektroskopie ($\lambda/\Delta\lambda \sim 300$) bei 10 und 20 μm und abbildende Polarimetrie bei 10 μm Wellenlänge zum Einsatz am 3.6-m-Teleskop auf La Silla (Projektleiter W. Pfau, verantwortlicher Bearbeiter H.-G. Reimann, Mitarbeiter: S. Wagner, U. Weinert). Im März 1997 wurde der Vertrag über den Bau des Geräts durch den Kanzler der Universität und den Director General der ESO unterzeichnet. Im Verlauf des Jahres konnte der wissenschaftlich-technische Entwurf abgeschlossen und mit der Konstruktion begonnen werden. Besonderes Augenmerk galt der Qualität der optischen Abbildung im Spektroskopie-Modus, dem Streulichtproblem, der Positioniergenauigkeit der Antriebe, der mechanische Stabilität der kalten Struktur und ihrer thermischen Entkopplung, der Erzielung kurzer Abkühlzeiten, der Schwingungsdämpfung des Kaltkopfes und der Einhaltung des Masselimits von 100 kg. Von der ESO konnte dabei eine Reihe technischer Lösungen übernommen werden. Von großem Nutzen war auch die Möglichkeit, mehrmals Beobachtungsprogramme mit der am MPE Garching entwickelten 10 μm -Kamera MANIAC am 2.2-m-MPG-Teleskop auf La Silla durchführen zu können (Lehmann mit A. Krabbe, MPE). Wichtige Erfahrungen zur Gestaltung der Ausleseelektronik konnten so erworben werden. Zeitliche Verzögerungen entstanden aus den bei Kaltkopf, IR-Array Typ Boeing/Rockwell HF 16-256 FPA und Ausleseelektronik auftretenden Lieferschwierigkeiten und den von der Firma Jena-Optronik GmbH übernommenen Entwicklungsarbeiten. Im Zusammenhang mit den Arbeiten an TIMMI 2 wurde in den Räumen der Beobachtungsstation in Großschwabhausen die Einrichtung eines Infrarotlabors vollendet und die Voraussetzungen zum Testen der Kamera im Labor geschaffen.

Zur Durchführung polarimetrischer Messungen im Schmidtfokus des Teleskops in Großschwabhausen wurde neben dem computergesteuerten Drehtisch mit der Polarisationsfolie nunmehr auch eine Drehvorrichtung zur Aufnahme einer Savart-Platte angefertigt (Fischer, R. Bödefeld).

Bei der Vorbereitung der von der ESA geplanten Mission FIRST kommt der Entwicklung von vollkommen neuartigen Detektoren im Rahmen des Projekts „Far Infrared Gallium Arsenide Detector Arrays“ (FIRGA) hohe Priorität zu. Innerhalb eines internationalen Konsortiums verschiedener Forschungseinrichtungen und Firmen war das Institut (Schmitt, Henning) beteiligt an experimentellen Untersuchungen der Materialeigenschaften verschiedener GaAs-Dektorenprüflinge. Ein wichtiger Beitrag betraf vor allem die Entwicklung einer Datenanalyse-Software (DAS). Es handelt sich um einen IDL-Programmcode für die Akquisition und Analyse von Detektordaten wie auch für die Visualisierung der Ergebnisse.

Zur Vorbereitung eines Antrags an das Thüringer Ministerium für Wissenschaft und Kunst wurde eine umfangreiche Schrift „Interferometrie mit dem LBT“ (Pfau) verfaßt. Damit sollte die Finanzierung der gemeinsamen Arbeit eines Konsortiums aus Jenaer Forschungseinrichtungen an einem *MIR Interferometric Imager* für das LBT gefördert und somit dem Institut der spätere Zugang zum LBT ermöglicht werden.

Mit der Einbindung der MPG-Arbeitsgruppe in das Institut machte sich eine grundsätzliche Neugestaltung der WWW-Homepage erforderlich (Feldt). Dabei konnten als Neuerungen der Zugang zum Bestandskatalog der Institutsbibliothek und eine Datenbank (mit Suchfunktion) aller im Institut vorliegenden Programmdateien zum Arbeitsgebiet der ultrakompakten HII-Regionen eingerichtet werden. Die Laborgruppe setzte ihre Arbeit an einer Datenbank für optische Konstanten fort.

1.3 Gebäude und Bibliothek

Der Bestand der Bibliothek konnte um 95 Bände, z. T. aus Drittmitteln, erweitert werden. Aus Gründen fehlender Finanzierung mußten die Zeitschriften *Astronomy Letters*, *Astronomy Reports*, *Observatory* und *Vistas in Astronomy* abbestellt werden.

2 Gäste

Mindestens eine Woche hielten sich am Institut auf:

A. Anderson, Kopenhagen (Juli 97),
I. Ballai, Budapest (Juni 97),
F. Molster, Amsterdam (September/Oktobre 97),
R. Szczerba, Toruń (Dezember 97).

3 Lehrtätigkeit und Gremientätigkeit

3.1 Lehrtätigkeiten

J. Dorschner und J. Gürtler: Das Sonnensystem, WS 1996/97, WS 1997/98

Th. Henning: Grundkurs Astrophysik I (J. Steinacker: dazu Übungen), WS 97/98,
Th. Henning: Physik der Sternentstehung, SS 97,
Th. Henning mit J. Blum: Entwicklungsprozesse im Kosmos, SS 97,
Th. Henning mit S. Pfalzner: Simulation von Vielteilchensystemen, WS 97/98

W. Pfau: Grundkurs Astrophysik I (Ch. Friedemann: dazu Übungen), WS 96/97,
W. Pfau: Grundkurs Astrophysik II, SS 97,
W. Pfau: Einführung in die klassische Astronomie, SS 97,
W. Pfau: Innerer Aufbau und Entwicklung der Sterne, WS 96/97,
W. Pfau: Interstellare Materie, WS 97/98,
W. Pfau mit Th. Henning: Astrophysikalisches Numerikum, WS 96/97, SS 97, WS 97/98,
W. Pfau mit J. Solf, Tautenburg: Seminar zum Grundkurs Astrophysik, SS 97

H.-G. Reimann (als Leiter): Astronomisches Praktikum, WS 96/97, SS 97, WS 97/98

J. Steinacker, G. Tänzer Mitarbeit im Physikalischen Praktikum im Rahmen der Physikausbildung an der Fakultät.

Im Rahmen der astronomischen Öffentlichkeitsarbeit, Lehrerfortbildung etc. bestritten J. Dorschner und W. Pfau mehrere Veranstaltungen.

3.2 Gremientätigkeit

J. Blum: ESA Topical Team „Pre-Planetary Dust Aggregation and Related Subjects“

J. Dorschner: IAU-Kommissionen 34 und 51, DARA-Beraterkreis „Extraterrestrische Grundlagenforschung“ und WG „Interstellar Dust in the Solar System“ am International Space Science Institute (ISSI) in Bern.

- Th. Henning: German SOFIA Science Working Group, SOFIA Science Steering Committee, IAU-Kommission 34, HST OTC Interstellare Materie, ESO OPC Interstellare Materie/Sternentstehung, Gutachterausschuß „Astronomie/Astrophysik“ (Verbundforschung), Gutachterausschuß „Extraterrestrische Grundlagenforschung“ (DARA), Stellvertretender Sprecher des DFG-Schwerpunktprogramms „Physik der Sternentstehung“, ESA Topical Team „Pre-Planetary Dust Aggregation and Related Subjects“ und ESO-VLT Instrument Science Team für VISIR.
- W. Pfau: Vorsitzender der Astronomischen Gesellschaft, IAU-Kommission 25, Fachgutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft und Mitglied im Programmkomitee des DSAZ, Calar Alto Observatorium.
- T. Poppe: ESA Topical Team „Pre-Planetary Dust Aggregation and Related Subjects“.
- H.-G. Reimann: Jurorentätigkeit beim Landeswettbewerb des Freistaates Thüringen „Jugend forscht“.
- R. Schielicke: Schriftführer der Astronomischen Gesellschaft.
In dieser Funktion gab er im Berichtszeitraum Band 80 der „AG-Mitteilungen“, Band 10 der „Reviews in Modern Astronomy“, Band 13 der „AG Abstract Series“ sowie zwei Rundbriefe der AG heraus.

4 Wissenschaftliche Arbeiten

4.1 Theoriegruppe

3D-Strahlungshydrodynamik in protoplanetaren Akkretionsscheiben

Mit dem „3D-Radiation-Hydro-Code“ TRAMP (**T**hree-**R**adiation-**h**ydro-**d**ynamical **M**odelling **P**roject) gelang es erstmalig, die großskaligen Bewegungsmuster der thermischen Konvektion in azimuthaler Richtung zu simulieren. Diese Muster sind dreidimensional und stehen somit nicht wie zweidimensionale Muster im Gegensatz zu den Grundannahmen der turbulenten Viskosität. Betrachtet man die vertikale Geschwindigkeitskomponente in der Mittelebene ($r - \varphi$) der Akkretionsscheibe, so bilden sich Inseln aufsteigenden und fallenden Gases aus, welche mit jeweils etwa der lokalen Keplergeschwindigkeit das Zentralobjekt umkreisen (Klahr, Henning gemeinsam mit W. Kley (TPI Jena)).

Partikelbewegung bei thermischer Konvektion

Statt wie in bisherigen Arbeiten (Klahr und Henning 1997) die Bewegung einzelner Testteilchen zu betrachten, wurde in einer Erweiterung von TRAMP der Transport von Partikelanzahldichten realisiert, wodurch eine kombinierte 3D-Gas- und Staubrechnung ermöglicht wurde. In Abhängigkeit der Partikelgröße und der Lebensdauer der Wirbel kommt es zu einer Partikelkonzentrierung im Innern von Wirbeln oder zumindest zu einer bimodalen Verteilung der relativen Staubanzahldichte mit den Maxima oberhalb und unterhalb der Mittelebene (Klahr, Henning).

Globale 3D-MHD-Simulationen von Akkretionsscheiben

Mit Hilfe des 3D-MHD-Codes Nirvana (Ziegler 1995) wurde die Entwicklung einer geometrisch dünnen Akkretionsscheibe über einen Zeitraum von mehreren Keplerperioden am Innenrand der Scheibe in drei Dimensionen verfolgt. Dabei wurde von einer Scheibe ausgegangen, die in eine dünne, heiße Korona, mit der sie sich im hydrostatischen Gleichgewicht befindet, eingebettet ist. Das System wird von einem homogenen, zur z-Achse parallelen Magnetfeld durchsetzt. Für die Anfangsgeschwindigkeit der Scheibe wählten wir verschiedene Rotationsprofile. Bezüglich der Magnetfeldstärke führten wir Simulationen mit schwachem (die Balbus-Hawley-Instabilität, kurz BHI, tritt auf) bzw. starkem Anfangsmagnetfeld durch.

Die Wahl dieser einfachen Anfangskonfiguration dient zum einen als Test durch den Vergleich mit früheren, in 2D durchgeführten Rechnungen. Zum anderen sollten damit die

Unterschiede zwischen 2D- und 3D-Rechnungen, die in Konfigurationen mit schwachen Magnetfeldern zu erwarten sind, untersucht werden. So zeigten die Ergebnisse der Simulationen mit starken Anfangsmagnetfeldern Übereinstimmung mit denen aus 2D-Simulationen bekannten Resultaten, während schwache Anfangsmagnetfelder in 3D sowohl in der Scheibe als auch in der Struktur der Ausflüsse neue Effekte aufdecken. Zunächst ist man damit in der Lage, die Entwicklung des durch Scherung erzeugten toroidalen Magnetfeldes zu verfolgen. Es ist bekannt, daß das Ergebnis der BHI in 2D eine „Kanal-Lösung“ ist, bestehend aus Flüssigkeitsschichten, die radial in entgegengesetzte Richtungen strömen. Diese Lösung spiegelt sich auch in der Form des poloidalen Magnetfeldes in der Scheibe wieder. Während die Kanal-Lösung in 2D stabil ist, zeigten Goodman & Xu (1994) und Balbus & Hawley (1992), daß sie in 3D in MHD-Turbulenz zerfällt. Der Zerfall der Kanal-Lösung wird in unseren Simulationen demonstriert. Gleichzeitig ist er der Grund für Vorzeichenänderungen in radialer Richtung des erzeugten toroidalen Magnetfeldes.

Im Ausfluß zeigen die 3D-Simulationen ebenfalls neue Effekte. Dort treten in weniger als einer Keplerperiode Störungen auf, die sich etwa mit der Phasengeschwindigkeit der schnellen magnetosonischen Welle fortpflanzen, kompressiven Charakter haben und über die Gesamtdauer der Simulation erhalten bleiben. Die genaue Ursache dieser Wellen muß noch geklärt werden. Es könnte sich dabei jedoch um die Fortsetzung der in der Scheibe bei lokalen 3D-Simulationen entdeckten MHD-Turbulenz in den Außenraum handeln. Auf der anderen Seite ist zu erwarten, daß in einem System, in dem das Magnetfeld schwach ist und welches durch Zug- bzw. Druckkräfte gestört wird (Scherung bzw. Akkretionsfluß), MHD-Wellen angeregt werden. Da das System hochgradig inhomogen ist, können sich die Wellen jedoch in ihren Eigenschaften deutlich von denen in homogenen Plasmen vorkommenden unterscheiden (A. Steinacker, Henning).

Staubentwicklung beim Kollaps einer Molekülwolke und der Bildung einer protostellaren Scheibe

Zur Zeit wird in Zusammenarbeit mit der Theoriegruppe des Astronomischen Instituts der Universität Würzburg ein multidimensionaler numerischer Code entwickelt und getestet, mit dem ein hydrodynamischer Kollaps einer Molekülwolke (Würzburger Gruppe) bei Berücksichtigung der Koagulation und Zerstörung des in der Wolke enthaltenen Staubes (Jenaer Gruppe) simuliert wird. Mit diesem Programm ist es erstmals möglich, die Entstehung einer protoplanetaren Akkretionsscheibe zu simulieren, und damit ein Anfangsmodell für weitergehende Untersuchungen protoplanetarer Akkretionsscheiben zu erhalten. Die Berücksichtigung der Änderung der Staubeigenschaften ist von entscheidender Bedeutung, da die Staubteilchen über ihre Opazität direkten Einfluß auf die dynamischen Eigenschaften des Kollapses und damit die Entstehung der Akkretionsscheibe haben. (Schräpler, Henning mit G. Suttner und H.W. Yorke (Würzburg)).

Kontinuumsstrahlungstransport

Zur Lösung des inversen 1D-Strahlungstransportproblems wurde ein einfacher analytischer Ausdruck abgeleitet, der erlaubt, von der transmittierten Strahlung einer kugelsymmetrischen Wolke aus absorbierendem und emittierendem Material eindeutig auf die Dichteverteilung in der Wolke zu schließen (Michel, J. Steinacker).

Auf Grundlage eines vorhandenen Monte-Carlo-Strahlungstransportprogramms wurde ein Simulationsprogramm zur Behandlung des Strahlungstransports in klumpigen zirkumstellaren Staubhüllen entwickelt. Hiermit wurde der Einfluß von Klumpungserscheinungen hinsichtlich der Modifizierung des außerhalb der Hülle beobachtbaren Sternstrahlungsflusses, des Polarisationszustandes des Sternlichtes sowie der Änderung der visuellen Oberflächenhelligkeit einer solchen Hülle untersucht. Desweiteren wurde ein neues, ebenfalls auf Monte-Carlo-Strahlungstransportsimulationen basierendes Verfahren zur Analyse von Polarisations- und Intensitätskarten zirkumstellarer Hüllen entwickelt (Wolf, Fischer).

Ein approximatives 2D-Strahlungstransportprogramm wurde durch die Einbeziehung der Beiträge von kurzzeitig geheizten sehr kleinen Staubteilchen und PAHs erweitert. Mit

dem neuen Programm wurde die IR-Emission der Starburst-Galaxie NGC 6090 modelliert (Manske, Henning gemeinsam mit S. Menshchikov (MPIfR Bonn)).

Die Analyse gebräuchlicher expliziter Lösungsmethoden 1. Ordnung für mehrdimensionale Strahlungstransportgleichungen ergab, daß die Ergebnisse durch numerische Diffusion stark „verschmiert“ sind. Nach Diskussion verschiedener Verbesserungsmöglichkeiten ergab sich, daß Methoden 2. Ordnung sowohl die Diffusion wesentlich verringern als auch die Rechenzeit nicht wesentlich vergrößern (J. Steinacker, Hackert, A. Steinacker). Dieses Diskretisierungsverfahren wurde in ein 3D-Strahlungstransportprogramm eingebaut und getestet.

Optische Streutheorie

Im Rahmen des DFG-Projekts „Optische Eigenschaften von Teilchen aus vorwiegend amorphem Kohlenstoff“ wurden zwei neue Methoden zur Berechnung der optischen Eigenschaften inhomogener bzw. irregulär geformter Teilchen entwickelt. Die Forschungsarbeiten reichten hierbei von der Formulierung der theoretischen Grundlagen bis hin zur numerischen Implementierung auf dem Computer. Mit der ersten Methode, einer Kombination von Mie-Formalismus und diskreter Dipolapproximation, können die Streueigenschaften inhomogener Kugeln, z.B. Wassertröpfchen mit Rußeinschlüssen oder interstellare Staubbörnchen mit dicken Eismänteln, mit hoher Genauigkeit berechnet werden. Die zweite Methode beruht auf der Bethe-Salpeter-Gleichung und ist eine Erweiterung der im Institut entwickelten Strong Permittivity Fluctuation Theory (SPFT) auf die inkohärente Streuung von Licht an Aggregatstrukturen (Rußteilchen, quasi-fraktale interstellare Staubteilchen). In umfangreichen Vergleichsrechnungen mit anderen, etablierten Computerprogrammen wurde die Korrektheit der mit den beiden Methoden erzielten Ergebnisse verifiziert (Michel).

Ein weiterer Schwerpunkt der Untersuchungen war der Einfluß der inneren Struktur von Kohlenstoffteilchen auf deren optische Eigenschaften. Dabei wurde von der Modellannahme ausgegangen, daß sich die Teilchen als Gemisch von amorphem Kohlenstoff und graphitischen Struktureinheiten beschreiben lassen. Es wurden Effektive-Medium-Ansätze entwickelt, welche die Anisotropie des graphitischen Anteils berücksichtigen. Numerische Rechnungen zeigen den starken Einfluß der inneren Struktur der Kohlenstoffteilchen auf deren Extinktionsverhalten, insbesondere im Bereich der UV-Resonanz (Michel, Henning, Jger mit U. Kreibitz (Univ. Aachen)).

Welle-Teilchen-Wechselwirkung in solaren Flares

Unter Einbeziehung aller möglichen schräg propagierenden Wellenmoden in einem heißen koronalen Sonnenplasma wurden die Bedingungen für gyroresonante Beschleunigung der thermischen Ionen untersucht. Dabei wurde von realistischen Werten für die Häufigkeiten aller in der Korona vorkommenden Ionen ausgegangen. Die Analyse ergab, daß alle Ionen mit einem Ladung-zu-Masse-Verhältnis von $1/2$ im sogenannten „Heliumtal“ liegen und nicht nennenswert stärker beschleunigt werden können als Helium. Die numerische Berechnung der generellen Dispersionsrelation und der entsprechenden Dämpfungskoeffizienten erlaubte uns, eine Eingrenzung der Temperatur im Flareplasma und der Beschleunigungszeit zu berechnen, bei denen die resultierenden Überhäufigkeiten der einzelnen Ionen in Übereinstimmung mit den beobachteten Werten liegen (J. Steinacker, A. Steinacker mit J.P. Meyer (Saclay) und D. Reames (Goddard SFC, Washington)).

4.2 Beobachtergruppe

Sternentstehungsgebiete, Protosterne und junge stellare Objekte

Über die bisherigen Arbeiten zur Sternentstehung in der Cha III-Wolke hinausgehend, wurden die Suche nach H α -Emissionsobjekten auf das gesamte Chamaeleon-Gebiet ausgedehnt und eine astrometrische Untersuchung begonnen (Pfau, Relke). Grundlage dafür sind Filme bzw. Platten vom ESO-Schmidt-Teleskop (April 1997). Im Gebiet zwischen

den drei für Sternentstehungsaktivität bekannten Cha-Dunkelwolken wurden ca. 70 neue H α -Emissionsobjekte gefunden, etwa 10 % von diesen sind unregelmäßige Veränderliche. Für die astrometrischen Untersuchungen werden die Platten mit dem Scanner der Thüringer Landessternwarte Tautenburg (Brunzendorf, Tautenburg) digitalisiert und dann unter MIDAS bearbeitet. Testmessungen an 69 HIPPARCOS-Sternen zeigen, daß auf diese Weise eine sehr gute Genauigkeit mit einem mittleren Koordinatenfehler von etwa 40 mas in Rektaszension und Deklination erreicht werden kann.

Zur Ableitung von Rotationsperioden von T Tauri-Sternen in der Chamaeleon-Region wurde eine photometrische Überwachung am 60-cm-Bochum-Teleskop auf La Silla durchgeführt. Die Auswertung der Daten erfordert einen besonderen Aufwand wegen teilweise schlechter S/N-Verhältnisse und Lücken in der zeitlichen Überdeckung und konnte noch nicht abgeschlossen werden. Untersuchungen galten ferner den T Tauri-Sternen in der Taurus-Region. Die Gewinnung polarimetrischer, photometrischer und einiger spektroskopischer Daten (mit Feldt) am Calar Alto (CAFOS am 2.2-m-Teleskop) litt leider unter ungünstigen Wetterbedingungen. Die Langzeitphotometrie von T Tauri-Sternen in Taurus auf 783 digitalisierten Photoplatten aus dem Archiv der Sternwarte Sonneberg wurde begonnen (Heines).

In Fortführung des ISO-Garantiezeitprojekts „Embedded and background sources for absorption measurements“ wurde zusätzlich eine Reihe von Objekten in der Region Chamaeleon I mit ISOPHOT-S beobachtet. Bisher läßt sich als Trend feststellen: In den Spektren aller mit Reflexionsnebeln verbundenen Sternen herrscht PAH-Emission vor. Eine Reihe von T Tauri-Sternen (Lada-Typ II) zeigt die Silikatbande in Emission, deren Profil durch schwache Beiträge der benachbarten PAH-Emissionen beeinflußt zu sein scheint. Nur bisher zwei Objekte (IRAS 11072-7727 = Cha IRN; T42) zeigen die Silikatbande in Absorption (Schreyer, Gürtler, Henning, C. Kömpe; D. Lemke, Heidelberg).

Die Untersuchungen zu den isolierten T Tauri-Sternen wurden fortgesetzt mit der Ableitung von Raumbewegungen von TW Hya und HD 98800 (Hoff). Außerdem konnten (mit J. Alcáala und M. Sterzik, MPE Garching) mit Hilfe von Daten des *ROSAT All-Sky Survey* vier neue isolierte T Tauri-Sterne in der weiteren Umgebung um TW Hya gefunden werden. Die von HIPPARCOS gemessenen Entfernungen (50 pc) und Raumbewegungsdaten von TW Hya und HD 98800 legen den Schluß nahe, daß alle diese Sterne um TW Hya eine Gruppe relativ junger (ca. 1.5×10^7 Jahre), massearmer Vorhauptreihensterne mit gemeinsamem Entstehungsort bilden.

Mit Entfernung von 450 pc ist der Kleinmann-Low-Infrarotnebel (Orion-KL) in der großen Orion-Molekülwolke das bis jetzt am besten untersuchte Sternentstehungsgebiet mit massereichen jungen Sternen. Hier wurden Messungen mit dem Plateau-de-Bure-Interferometer in den Molekülübergängen CH₃CN $J = 5 \rightarrow 4$, $K = 0, 1, 2, 3$ und 4 sowie C³⁴S $J = 2 \rightarrow 1$ gewonnen und diskutiert (Schreyer, Henning mit R. Gsten (MPIfR Bonn)). Da in den interferometrischen C³⁴S-Linienmessungen die komplexen Amplituden bei niedrigen räumlichen Frequenzen zu schwach vertreten waren, wurde ein zusätzliches Spektrenraster mit dem geringer auflösenden IRAM-30-m-Teleskop gemessen und in die Interferometerdaten eingebunden. Auf Grund der gleichzeitigen Messung der Kontinuumsstrahlung mit dem Interferometer konnte ein Vergleich der Positionen von Gas- und Staubstrahlung vorgenommen werden. Weiterhin ließen sich H₂-Säulendichten und Gas- und Staubmassen abgeschätzt. Da in CH₃CN fünf Feinstrukturlinien des Übergangs $J = 5 \rightarrow 4$ in einem Frequenzband gemessen wurden, war eine Abschätzung der Größenordnungen von Gastemperatur, Dichten und der optische Tiefe in den Moleküllinien möglich. Die Extraktion einer sehr starken SO $J = 3_2 \rightarrow 2_1$ -Linie aus einem Kontinuumskanal lieferte eine gesamtintegrierte Intensitätskarte für diesen Übergang.

Eine 1.3-mm-Kontinuumsdurchmusterung sowie die Durchmusterung in Moleküllinienübergängen des CS von dichten Kernen in nördlichen und südlichen Bok-Globulen konnte abgeschlossen werden (Launhardt, Henning). Unter den südlichen Globulen fanden sich acht neue CO-Ausflüsse. Es wurde deutlich, daß Globulen typischerweise sonnenähnliche

Sterne ($0.3-1M_{\odot}$) bilden und möglicherweise für das Vorhandensein isolierter T Tauri-Sterne (mit-)verantwortlich sind. Zwischen den beobachteten Eigenschaften der dichten Kerne und deren Entwicklungsstand bezüglich Sternentstehung ließen sich eindeutige Zusammenhänge herausstellen. Die Kartierung der Millimeter-Kontinuumemission wurde mit der Beobachtung ausgewählter prä-protostellarer Kerne vorerst abgeschlossen und mit der Kartierung protostellarer Kerne im Submillimeter-Kontinuum (SCUBA am JCMT) begonnen. Einzelne Globulen wurden bezüglich der inneren Struktur des dichten Kerns und der Morphologie der Molekülausflüsse genauer untersucht.

Zehn der zuvor bei 1.3 mm entdeckten Wolkenkerne in der Orion B-Molekülwolke wurden bei $10 \mu\text{m}$ kartiert (Launhardt mit H.U. Käußl, ESO, und H. Zinnecker und Th. Stanke, Potsdam). Bei einer Reichweite, die etwa einem Protostern mit einer Gesamtleuchtkraft von $1 L_{\odot}$ entspricht, wurden MIR-Quellen in drei Kernen entdeckt. Das bestätigt die Vermutung, daß es sich bei einigen der nicht im NIR nachgewiesenen Millimeterquellen um extrem junge protostellare Objekte handelt.

Weitere Untersuchungen widmeten sich der Sternentstehung im Molekülwolkenkern M17-Nord, der sich vermutlich in einer sehr frühen Entwicklungsphase befindet (Henning, Klein, Pfau mit D. Lemke (MPIA Heidelberg)). Im Rahmen des *ISO Guaranteed Time* Projekts YSO_MC wurde der Molekülwolkenkern mit den ISO-Spektrometern SWS und LWS im Wellenlängenbereich von 2.5 bis $200 \mu\text{m}$ gemessen. Die Interpretation der im Spektrum detektierten unidentifizierten IR Banden (UIBs) erfolgte im Rahmen der PAH-Hypothese. Der Vergleich von NIR/MIR Bildern in den Breitbandfiltern *J*, *H*, *K* und *N* mit einer 1.3-mm -Bolometerkarte ließ in dem Wolkenkern tief eingebettete Objekte identifizieren. Ein 1D-Strahlungstransportmodell gab Einblick in die Struktur von M17-Nord.

Innerhalb eines ISO *Open-time* Projekts wurde LBN 594, ein Entstehungsgebiet massereicher Sterne, mit ISOCAM bei verschiedenen Wellenlängen beobachtet. In Verbindung mit ISOPHOT-Daten und erdgebundenen Beobachtungen bei verschiedenen Wellenlängen konnte der protostellare Charakter dieses ungewöhnlichen Objekts herausgestellt werden. LBN 594 hat in vielen Eigenschaften Ähnlichkeit mit dem bekannten Sternentstehungsgebiet NGC 2024 in Orion, scheint sich jedoch in einem früheren Entwicklungsstadium zu befinden (Launhardt, Klein und Henning).

Um die Sternentstehung in einer anderen Galaxie und den Einfluß einer anderen Metallhäufigkeit auf die spektroskopischen Eigenschaften des Staubes zu untersuchen, wurde im Rahmen des ISO *Open-time* Projekts HENN_MAG das H II-Gebiet N160A in der Großen Magellanschen Wolke untersucht (Henning, Klein). Ein komplettes SWS-Spektrum zeigt neben einem stark ansteigenden Kontinuum und starken Feinstrukturlinien auch verschiedene Staubbänder (Silikate in Absorption, PAHs in Emission). NIR-Bilder im *J*-, *H*- und *K*-Band bestätigen die Existenz eines Protosterns, für den bisher nur photometrische Daten vorlagen.

Zirkumstellare Hüllen

Eine umfassende Untersuchung galt dem Infrarot-Nebel in Chamaeleon, Cha IRN (Feldt, Henning mit B. Stecklum (Tautenburg)). Auf der Basis von abbildenden Beobachtungen im NIR-Bereich und bei $10 \mu\text{m}$, Speckle-Beobachtungen im *K*-Band, NIR-Spektroskopie und IRAS LRS- und ISOPHOT-S-Spektren konnte die aus zentraler Quelle – möglicherweise einem Doppelsternsystem –, Scheibe und Ausflußöffnungen bestehende Struktur abgeleitet werden. Die ISOPHOT-Spektren deuten auf eine Unterhäufigkeit der Silikate hin, es sei denn, die entsprechenden spektralen Merkmale kommen durch eine besondere Geometrie nicht zum Ausdruck. Die Spektren zeigen ferner eine der stärksten bisher beobachteten H_2O -Eisbänder und Bänder von CO -, CO_2 - und möglicherweise NH_3 -Eis.

Frau K. Schreyer konnte im Berichtsjahr ihre Dissertation abschließen, in der es u.a. um Fragen der chemischen Häufigkeit verschiedener Moleküle und der chemischen Gradientenbildung in der Umgebung junger Sterne mittlerer und großer Masse ging. Unter einschränkenden Gesichtspunkten wurden als geeignete Objekte NGC 2264 IRS1 und

AFGL 490 zur Untersuchung ausgewählt. J -, H - und K -Band Aufnahmen zeigen eine jetartige Verlängerung von NGC 2264 IRS1 in nördliche Richtung. Besonders in der K -Aufnahme ist dieser Jet deutlich gewunden. Die NIR-Bilder lassen erkennen, daß die Quelle mit einigen weiteren Sternen assoziiert ist, bei denen es sich nach Ausweis der NIR-Zweifarbendiagramme um tief eingebettete junge stellare Objekte niedriger Masse handelt. Neue Erkenntnisse über die Dichteverteilung sowie das Geschwindigkeitsfeld in der unmittelbaren Umgebung von NGC 2264 IRS1 folgten aus der Kartierung in den Übergängen CS $J = 7 \rightarrow 6$, $5 \rightarrow 4$, $3 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 1$, C¹⁸O $J = 2 \rightarrow 1$ und einigen Linien CH₃OH $J = 5_K \rightarrow 4_K$. Zusätzlich wurden an verschiedenen Positionen des Wolkenkerns Messungen von H₂CO zwecks Abschätzung der Temperatur durchgeführt. Ein weiteres Ziel der Studie von NGC 2264 IRS1 war es, Einblick in die Chemie des Objekts zu erhalten, da die chemische Zusammensetzung der Wolkenkerne empfindlich vom Entwicklungszustand des jungen Sterns abhängt. Es wurden deshalb ferner Linienübergänge u.a. von SiO, SO, SO₂ und CH₃CN auf der Position der IRS1-Quelle gemessen und Häufigkeiten dieser Moleküle bestimmt (Schreyer, Henning mit E. van Dishoek (Univ. Leiden)).

Die Untersuchung der Hüllenstrukturen um 22 Herbig Ae/Be- und drei FU Orionis-Sterne anhand von 1.3-mm-Kontinuumskarten und NIR-Aufnahmen konnte abgeschlossen werden (Henning, Burkert, Launhardt mit B. Stecklum (Tautenburg) und C. Leinert (Heidelberg)). Es zeigten sich zwei Typen von 1.3-mm-Morphologien: sechs Regionen ließen nur eine kompakte, zwölf eine Kern/Hüllen-Struktur erkennen. Basierend auf den Millimeterkarten wurden, unter der Annahme optisch dünner Staubkonfigurationen, physikalische Parameter abgeleitet. Für das Objekt LkHa 198 konnten am 6-m-SAO-Teleskop (mit G. Weigelt (Bonn)) NIR-Bilder hoher Auflösung (76 mas) gewonnen werden. Diese wurden unter Annahme einer Scheibenkonfiguration zusammen mit einer der Literatur entnommenen Polarisationskarte mit Hilfe eines Monte-Carlo-Strahlungstransport-Programms modelliert (mit Fischer). Neue Beobachtungen am 6-m-Teleskop weisen auf einen sehr nahen Begleiter hin.

Die Untersuchungen zum Langzeitverhalten des Lichtwechsels junger irregulärer Veränderlicher mit algolähnlichen Minima (Typ UX Orionis) wurden fortgesetzt. Im Sonneberger Plattenarchiv erfolgten Helligkeitsschätzungen an den Sternen VX Cas, BH Cep, BO Cep, und SV Cep (Friedemann, Gürtler und Reimann mit E. Splittgerber (Halle) und E. Rudolph (Jena)). Zusammen mit den bereits am Plattenmaterial der Harvard-Sternwarte gewonnenen Daten liegen für die genannten Sterne nunmehr vollständige Lichtkurven für einen Zeitraum von rund 100 Jahren vor. Mit der statistischen Analyse der algolähnlichen Minima wurde begonnen. Bei BO Cep bestätigte sich die Existenz der bereits früher gefundenen Periode von 10 658 Tagen für den gesamten Zeitraum. Der bekannte Infrarotexzeß des Sternes ließ sich erfolgreich als Emission von zirkumstellaren Staubes modellieren. Die Ursache für die periodisch wiederkehrenden, algolähnlichen Minima kann keine zirkumstellare Staubwolke sein, da der Staub bei dem aus der Umlaufzeit resultierenden geringen Abstand vom Stern verdampft würde.

Im Zusammenhang mit den Untersuchungen von Hüllen um *entwickelte* Sterne erfolgte die Beobachtung des bipolaren protoplanetarischen Nebels OH231.8+6.2 mit der Infrarotkamera MANIAC am 2.2-m-Teleskop auf La Silla im N - und Q -Band sowie mit dem BIMA-Interferometer in der Konfiguration B bei 2.6 mm. Während man im Sichtbaren und im nahen Infrarot im wesentlichen reflektiertes Licht des nicht direkt sichtbaren Sterns empfängt, handelt es sich bei der Strahlung mit Wellenlängen $>3 \mu\text{m}$ um thermische Staubstrahlung. Das Objekt ist im N -Band unaufgelöst, im Q -Band dagegen erscheint es in Richtung der Nebelachse verlängert. Auf der 2.6-mm-Karte sind zwei Komponenten zu sehen. Die nicht aufgelöste Hauptkomponente fällt mit der vermuteten Sternposition zusammen. Die Nebelkomponente befindet sich $5''$ südlich davon und zeigt kein Gegenstück auf optischen oder Infrarotbildern, ihre Natur ist bis jetzt unerklärt (Gürtler, Kömpe, Lehmann; L. G. Mundy (University of Maryland)).

Mit dem Satelliten ISO wurde eine Anzahl von entwickelten Sternen (halbregelmäßige Veränderliche, Mirasterne, Post-AGB-Sterne) mit dem Ziel beobachtet, Aussagen über die

Natur und Struktur ihrer zirkumstellaren Staubhüllen zu erlangen. Die teilweise noch unvollständigen Beobachtungen umfassen Spektroskopie mit PHT-S im 2- bis 12- μm -Bereich, Photometrie bei 70, 90 und 120 μm sowie Karten bei 50 μm . Die bisherige Auswertung ergab, daß EP Aqr und S Dra zusätzlich zu der für den Exzeß im mittleren Infrarot verantwortlichen inneren Staubhülle jeweils eine weiter außen liegende Hülle kühlen Staubes besitzen, die sich in der spektralen Energieverteilung erst bei etwa 100 μm bemerkbar macht und auf eine frühere Episode verstärkter Massenabgabe hinweist (Gürtler, Schreyer, Kömpe).

4.3 Laboratoriumsastrophysik

Kristalline Silikate

Zur Auswertung von ISO-SWS-Spektren sauerstoffreicher zirkumstellarer Hüllen wurden 1997 im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der Gruppe von L. Waters (Univ. Amsterdam) neue Messungen zur Gewinnung von MIR- und FIR-Absorptionskoeffizienten und zur analytischen Charakterisierung kristalliner Silikate durchgeführt. Ziel war dabei die Identifikation von Mineralen in diesen Hüllen. Gemessen wurden natürliche und synthetische Mg-Silikate mit unterschiedlichem Fe-Gehalt: Enstatit, Bronzit und Hypersthen (Mineralgruppe der Orthopyroxene) und Forsterit, Olivin, Horthonolith und Fayalit (Mineralgruppe der Olivine). Wegen der Kristallanisotropie wurden die Absorptionskoeffizienten aus Transmissionsspektren eingebetteter Teilchen abgeleitet, wobei angenommen werden kann, daß die Meßergebnisse ein statistisches Mittel über die verschiedenen Orientierungen der Kristallachsen liefern. Die chemische Zusammensetzung wurde durch EDX-Messungen, das Verhältnis $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ naßchemisch bestimmt. Durch Röntgenbeugung wurde sichergestellt, daß die Proben hinreichend monomineralisch sind. Rasterelektronenmikroskopie diente zum Nachweis der fast immer vorhandenen Mikroeinschlüsse und Phasentrennungen, deren Einfluß auf die Spektren überprüft wurde (Jäger, Dorschner, Henning).

Im Zusammenhang mit der Problematik, unter welchen Bedingungen Amorphie und Kristallinität zu erwarten sind, muß dem Einfluß der kosmischen Strahlung auf die Struktur interstellare Silikateilchen stärker Rechnung getragen werden. Dabei ist insbesondere zu klären, unter welchen Bedingungen die amorphisierten Silikateilchen wieder partiell rekristallisieren können. Laborexperimente dazu sind in Vorbereitung (Dorschner, Mutschke).

Experimente zur Aufklärung der Struktur des Kohlenstoffstaubes

Die strukturellen und optischen Eigenschaften von amorphem Kohlenstoff waren 1997 ein Hauptgegenstand der Laboruntersuchungen. Mit unterschiedlichen Präparationsmethoden wurden sehr verschiedene amorphe C-Materialien hergestellt und analytisch charakterisiert. Zu den neu eingesetzten Methoden gehören die Laserablation von Graphit in einer Kühlgasatmosphäre und die laserinduzierte Gaspyrolyse, die am MPI für Strömungsforschung in Göttingen (Prof. Huisken) durchgeführt wurde (Schnaiter, Henning, Mutschke, Glauche).

Zusätzlich wurden weiterhin Versuche mit Hilfe der Widerstandsverdampfung von Graphitelektroden unter breiter Variation der Versuchsbedingungen durchgeführt (Jäger, Kleef, Fabian).

Zur Strukturanalyse wurden neben den in unserem Labor zur Verfügung stehenden spektroskopischen Methoden (UV/VIS, IR, Raman) vor allem hochauflösende Elektronenmikroskopie und Elektronen-Energieverlustspektroskopie (im Fritz-Haber-Institut Berlin) genutzt. Für die UV-Spektroskopie an Partikeln hat sich die Methode der Matrixisolation als unverzichtbar für die Vermeidung von Agglomerationseffekten erwiesen und wird routinemäßig eingesetzt (Schnaiter, Fabian).

Die Untersuchungen bestätigten die empfindliche Abhängigkeit der inneren Struktur der Rußpartikel und damit der Lage des im UV-Spektrum beobachtbaren π -Elektronenübergangs von den Versuchsbedingungen. Die UV-Bande ist umso kurzwelliger, je geringer der Gehalt an sp^2 -hybridisiertem Kohlenstoff ist, der durch EEL-Spektroskopie quantitativ

bestimmt werden konnte. Die ermittelten Hybridisierungsverhältnisse sind dabei mittlere Größen, die einerseits die Dimension von ebenen Graphitkristalliten, andererseits aber auch unterschiedliche Krümmungsradien von gebogenen Strukturen erfassen können. Der Einbau von Wasserstoff in das Kohlenstoffnetzwerk bewirkt eine Erhöhung des Anteils von sp^3 -hybridisiertem Kohlenstoff und verschiebt die UV-Bande zu kürzeren Wellenlängen. Dabei zeigt sich, daß verschiedene Kohlenstoffstrukturen eine Bande bei der Position des beobachteten UV-Bumps ergeben. Angesichts der empfindlichen Abhängigkeit der Position von den Versuchsbedingungen, bleibt die Ursache für die beobachtete Invarianz der Wellenlänge des instellaren UV-Bumps rätselhaft. In diesem Zusammenhang sollte dem Einfluß der kosmischen Strahlung auf dem interstellaren Kohlenstoffstaub mehr Beachtung geschenkt werden. Entsprechende Experimente sind in Vorbereitung (Henning, Mutschke).

Optische Daten vom UV bis IR von strukturell unterschiedlichen Kohlenstoff-Bulkmaterialien konnten im Ergebnis der Pyrolyseversuche von Cellulose gewonnen werden. Durch den weiten Temperaturbereich (400 bis 1000 °C) erstrecken sich diese Messungen auf Materialien mit stark unterschiedlicher Leitfähigkeit, deren Struktur mit den oben genannten Methoden so exakt wie möglich charakterisiert wurde. Auf der Grundlage der aus Reflexionsmessungen an polierten Oberflächen gewonnenen optischen Konstanten erfolgte die Berechnung der Absorptionsquerschnitte von kugelförmigen und elliptischen Kohlenstoffpartikeln und die Ableitung des spektralen Index β im FIR-Absorptionsverhalten ($Q_{abs} \sim \lambda^{-\beta}$). Es konnte gezeigt werden, daß β mit der Zunahme des sp^2 -Gehalts und der Größe und Ordnung der graphitischen Kristallite von 1.25 auf 2.28 steigt. Die Rechnungen für eine kontinuierliche Verteilung von Ellipsoiden zeigen einen starken Einfluß der Partikelmorphologie auf β für Proben mit hohen sp^2 -Gehalten, der sich im Absinken auf $\beta=0.7$ dokumentiert. Mit der Herstellung von Kohlenstoff-Bulkproben konnte der Einfluß der inneren Struktur auf die bei Partikeln stark morphologisch beeinflussten FIR-Eigenschaften erstmals quantifiziert werden (Jäger, Henning, Mutschke).

Untersuchungen an Siliziumkarbid

SiC ist eine auch technisch äußerst interessante Verbindung (Halbleitertechnik, Keramik), deren Vorkommen im interstellaren Medium aufgrund der kosmischen Häufigkeit von Si und C erwartet wird. Es ist infrarotspektroskopisch durch eine Gitterschwingungsbande bei ca. 11 μm identifizierbar, die im Spektrum von Kohlenstoffsternen tatsächlich beobachtet wird. SiC-Partikel wurden auch in primitiven Meteoriten gefunden. In Zusammenarbeit mit Kollegen aus Kopenhagen (A. Andersen) und Mainz (U. Ott) wurde erstmals ein Infrarotspektrum solcher meteoritischer SiC-Partikel gewonnen (Jäger, Born, Mutschke).

Darüber hinaus wurden umfangreiche Messungen an kommerziell erhältlichen und anderen SiC-Proben durchgeführt, die zu einem besseren Verständnis der Infraroteigenschaften der verschiedenen Gittermodifikationen (Polytypen) von Siliziumkarbid sowie des Einflusses von Verunreinigungen und Unstöchiometrien führen sollen. Hier besteht erheblicher Bedarf an systematischen Laboruntersuchungen, die die Herstellung eigener Proben durch Kondensationsexperimente einschließen. Im Zuge des Aufbaus einer neuen Partikelstrahlanlage werden hierfür neue Synthesemethoden wie die laserinduzierte Gaspyrolyse eingesetzt werden (Mutschke, Clément, Henning).

Die genannte Gitterschwingungsbande ist außerdem aufgrund ihrer außerordentlichen Stärke für das Studium von Effekten der Teilchenform prädestiniert. Hierfür wird in unserem Labor wiederum die Methode der Matrixisolationsspektroskopie zum Einsatz kommen, wofür die Kopplung der Matrixisolationsspektroskopie mit unserem FTIR-Spektrometer bereits realisiert wurde (Teuschel).

CODAG und CODAG-SRE

Aufbauend auf dem CODAG-Konzept wurde ein Modul für den Einsatz in einer Höhenforschungsrakete (CODAG Sounding Rocket Experiment: CODAG-SRE) entwickelt. In beiden Experimenten wird die Brownsche Bewegung, das Aggregatwachstum und die Lichtstreuung mikrometergroßer Partikel unter Mikrogravitation untersucht werden. Im Rah-

men der Entwicklung des Raketenexperiments CODAG-SRE und der Fertigstellung des CODAG-Weltraumexperiments wurde die Funktion der wesentlichen Komponenten der Flugeinheiten und ihr Zusammenspiel 1997 in einer zweiwöchigen Kampagne bei 29 Parabelflügen über der Nordsee (von Shiphol Amsterdam aus) erfolgreich getestet. Dabei konnten Desagglomeration und Dispergierung der Staubprobe in der Experimentkammer, die globale und stereomikroskopische Beobachtung und schnelle Datenaufnahme, die Erfassung eines erweiterten Beobachtungsfeldes durch Mikroskopbewegung, die Funktion der Lichtstreueinheit und die Steuerung des gesamten Ablaufs durch den Zentralrechner untersucht werden (Blum, Wurm, Poppe).

Laborsimulation der präplanetaren Staubaggregation

In begleitenden Laborversuchen zum CODAG-Projekt wurde begonnen, das Staubwachstum aufgrund differentieller Sedimentation zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurde eine Levitationstrommel entwickelt, in der dieser Prozeß für Zeitdauern bis zu einer Stunde zu beobachten ist. Bei Stoßgeschwindigkeiten bis zu einigen cm/s kann das Wachstum eines Ensembles von Mikrometerpartikeln zu mm-Aggregaten beobachtet werden und ergänzende und neue Ergebnisse zu bereits vorangegangenen Experimenten liefern. In diesen Experimenten wurde die Agglomeration in einer turbulenten Staub-Gas-Wolke untersucht. Es zeigte sich, daß die Masse (m) von Agglomeraten, die aus bis zu einigen hundert einzelnen mikrometergroßen Partikeln bestehen, wie $m \sim s^{d_f}$ mit der Größe (s) der Aggregate wächst, wobei $d_f = 1.9$ ist. Die zeitliche Entwicklung der Aggregate konnte theoretisch modelliert werden und lieferte Stoßgeschwindigkeiten zwischen den Aggregaten in einer Größenordnung von 10 cm/s. Die geringe fraktale Dimension von $d_f = 1.9$ und die berechneten Stoßgeschwindigkeiten stimmen mit der direkten Beobachtung überein, daß Aggregate bei den gegebenen Parametern im Stoß nicht restrukturieren (Wurm, Heim, Blum).

Fortgesetzt wurden 1997 auch die Laborexperimente zum Stoßverhalten mikrometergroßer Teilchen im anschließenden Geschwindigkeitsbereich (m/s bis 10 m/s), die gleichfalls der Laborsimulation der präplanetaren Staubaggregation dient. Dabei ist vor allem von Interesse, wann eine Partikelkollision zur Haftung der Stoßpartner führt und wann nicht. Außerdem ist interessant, ob und wie sich Kleinstpartikel beim Stoß elektrisch aufladen. Die elektrische Aufladung beeinflußt nicht nur das Aggregationsverhalten des Staubes, sondern auch die physikalischen Bedingungen im Sonnennebel (z.B. Einfluß von Magnetfeldern). Die in den Vorjahren aufgebaute Versuchseinrichtung erlaubt das Studium des Stoßverhaltens durch die Beobachtung individueller Stöße mikrometergroßer Staubpartikel auf Targets im Vakuum. Nach der Erprobung der Versuchseinrichtung wurde 1997 ein umfangreiches Meßprogramm realisiert, bei dem mit monodispersen Siliziumdioxidkugeln von 0.5 und 1.2 μm Durchmesser experimentiert wurde und deren Haftgrenzgeschwindigkeiten für Quarzglas- und Siliziumtargets bestimmt wurden. Versuche zur Kontaktladung ergaben eine weite Streuung der aufgenommenen elektrischen Ladung, die eine linearen Zusammenhang mit der Stoßenergie erkennen ließ. Erstmals wurden Experimente mit unregelmäßig geformten Staubkörnern aus zwei verschiedenen Größenverteilungen von Diamanten und mit Enstatit auf Quarzglas-targets durchgeführt, die eine deutlich erhöhte Haftwahrscheinlichkeit zeigten, als aufgrund ihrer Größe im Vergleich mit den Kugeln zu erwarten gewesen wäre (Poppe, Blum).

4.4 Verschiedenes

Am 90-cm-Teleskop der Außenstelle Großschwabhausen wurden folgende Meßprogramme durchgeführt:

- CCD-Photometrie an Bedeckungsveränderlichen, die gleichzeitig IRAS-Quellen sind. Ziel ist die eindeutige Identifikation der Koinzidenz von IR-Quelle und Veränderlichem (Reimann, Friedemann).
- CCD-Überwachungsaufnahmen an Herbig Ae/Be-Sternen, sowie Bestimmung von Vergleichssternsequenzen (zB. für AAVSO Beobachter) (Reimann, Friedemann).

- CCD-Polarimetrie mit Polarisationsfolie an Reflexionsnebeln. Demonstration der Durchführbarkeit durch Messung von Polarisationskarten von NGC 2261 und NGC 7023 und Ausarbeitung eines Versuchs für das Astronomische Praktikum (Reimann und Fischer mit Ch. Hülsen und K. Gollkowsky).
- CCD-Beobachtungen des Kometen Hale-Bopp zwecks Ableitung der Extinktion in der inneren Koma aus der Bedeckung von Sternen (Reimann mit H.U. Käuff (ESO)).
- CCD-Beobachtungen zur Astrometrie noch nicht numerierter Planetoiden. Die Beobachtungen führten im Berichtsjahr zur Numerierung von insgesamt vier Objekten (7580, 7945, 8019 und 8108). Nach dem Ort der Beobachtungsstation erhielt der Kleine Planet 7580 den Namen „Schwabhausen“ (Reimann mit F. Börngen (Tautenburg)).
- Astrometrische CCD-Messungen an Feldsternen mit großer Eigenbewegung im Gebiet des Perseus-Galaxienhaufens (Reimann mit S. Klose (Tautenburg)).

Die Polarisationsmessungen erfolgten im Rahmen studentischer Diplomarbeiten und dienten der Erschließung dieser Meßmethode für die wissenschaftliche Anwendung im Schmidt-Fokus des 90-cm-Teleskops.

5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

5.1 Diplomarbeiten

- R. Bödefeld: CCD-Polarimetrie mittels Savartplatte am 90-cm-Spiegelteleskop der Universitäts-Sternwarte Jena
- D. Clément: Spektroskopische Untersuchungen an amorphem Siliciumcarbid und Vergleich mit astronomischen Infrarotquellen
- K. Gollkowsky: Konzeption eines Praktikumsversuchs zur abbildenden Polarimetrie kosmischer Objekte (Abschlußarbeit im Staatsexamen für Lehramtskandidaten)
- R. Hackert: Bestimmung des Einflusses der Staubsublimation auf das Strahlungsfeld junger Sterne unter Verwendung von Mehrgitterverfahren
- Ch. Hülsen: CCD-Polarimetrie im Schmidtfokus des 90-cm-Spiegelteleskops der Universitäts-Sternwarte Jena – Erstellen von Polarisationskarten von Reflexionsnebeln
- S. Wolf: Strahlungstransport in ausgewählten astrophysikalischen Konfigurationen unter Anwendung der Monte-Carlo-Methode.

5.2 Dissertationen

- K. Jäger: Experimentelle Untersuchungen zur Kohlenstoffkomponente des kosmischen Staubes.
- K. Schreyer: Untersuchung der physikalischen und chemischen Struktur der zirkumstellaren Umgebung junger stellarer Objekte.
- G. Wurm: Experimentelle Untersuchungen zu Bewegung und Agglomeration mikrometergroßer Teilchen in protoplanetaren Scheiben.

5.3 Habilitationen

Dr. O. Fischer hat seit 01.09.97 eine Stelle an der Arbeitsgruppe „Didaktik des Physik- und Astronomie-Unterrichts“ an der Fakultät inne und arbeitet dort weiter an einer Habilitationsarbeit zur Thematik der astronomischen Bildung in der Schule.

6 Tagungen, Projekte am Institut und Beobachtungszeiten

6.1 Tagungen und Veranstaltungen

Das Institut organisierte innerhalb des DFG-Schwerpunktprogramms „Physik der Sternentstehung“ den eintägigen Workshop „Mikroastrophysik“, 28.08.97

6.2 Projekte und Kooperationen mit anderen Instituten

Im Jahr 1997 liefen folgende Drittmittelthemen:

Blum: Dust Aggregation and Related Subjects (ESA)

Blum: Feasibility Study of the Effects of Dust Flux Exposure on ROSETTA Scientific Materials (ESA/ESTEC)

Blum: Untersuchungen kosmischer Staubbagggregationen und Weiterentwicklung von Techniken zum Umgang mit Mikro- und Nanopartikeln (Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung)

Blum/Butt: Dynamische und statische Messungen interpartikulärer Kräfte zwischen μm -großen Staubteilchen, Stoßsimulationen und deren astrophysikalische Anwendungen (DFG)

Blum/Butt: Dynamische und statische Messungen interpartikulärer Kräfte zwischen μm -großen Staubteilchen, Stoßsimulationen und deren astrophysikalische Anwendungen (Fortsetzung) (DFG)

Blum/Grün: Experimentelle Untersuchungen und astrophysikalische Anwendungen von Stößen μm -großer Staubteilchen (Fortsetzung) (DFG)

Blum/Henning: Experiment zur Aggregation kosmischen Staubes (CODAG – 2. Phase) (Fortsetzung) (DARA)

Dorschner: Präparation von Analogmaterialien des kosmischen Staubes über Sol-Gel-Synthese (DFG)

Gürtler/Henning: Vergleichende Untersuchungen von Staub- und Gashüllen um entwickelte und junge Sterne mit dem Heinrich-Hertz-Teleskop (BMBF/Verbundforschung)

Henning: Spektroskopische Untersuchungen an isolierten Festkörperpartikeln (MPG)

Henning: Numerisches Teleskop (MPG)

Henning: GaAs Detector Array Development for FIRST (ESA)

Henning: Aufbau einer lasergestützten Partikelstrahlanlage (Thür. MWFK)

Henning: Lichtstreuung an kleinen Teilchen: neue Methoden und Techniken (Volkswagenstiftung)

Henning: Mikrophysikalische Staubentwicklungsprozesse beim protostellaren Kollaps (Fortsetzung) (DFG)

Henning/Kreibig: Untersuchung der optischen Eigenschaften von Teilchen aus vorwiegend amorphem Kohlenstoff (DFG)

Henning/Pfau: ISO-Beobachtungen der zirkumstellaren Materie um sehr junge und massereiche Sterne (BMBF Verbundforschung)

Henning/Pfau: ISO-Beobachtungen der zirkumstellaren Materie um sehr junge und massereiche Sterne (Aufstockung) (BMBF Verbundforschung)

Henning/Salama: SUGAR-Programm (Alexander-von-Humboldt-Stiftung)

Henning/Yorke: Staubwachstum in protostellaren Akkretionsscheiben (DFG)

Mutschke/Henning: IR-Matrixisolationspektroskopie an Siliziumkarbid- und Siliziumnitrid-Nanoteilchen (DFG)

Pfalzner: Simulation stoßdominierter Systeme durch hierarchische Tree-Codes (DFG)

Pfau: Entwicklungsmige Frühstadien von Sternen im unteren Massebereich (Fortsetzung) (BMBF Verbundforschung)

Pfau: Bau der thermischen Infrarotkamera TIMMI 2 für den Wellenlängenbereich 10 bis 20 μm (BMBF Verbundforschung)

Pfau (mit B. Stecklum, Tautenburg): Ultrakompakte H II-Gebiete als Indikatoren für den Entstehungsprozess massereicher Sterne (DFG)

Stecklum, Henning: Hochauflösende polarimetrische Untersuchungen junger stellarer Objekte (DFG)

- A. Steinacker: Dynamik von Staubteilchen in magnetisierten protoplanetaren Akkretions-scheiben (DFG)

7 Auswärtige Tätigkeiten

7.1 Nationale und internationale Tagungen

- J. Blum, J. Dorschner, H. Mutschke, T. Poppe, M. Schnaiter, G. Wurm: Fourth Course of International School of Space Chemistry, "Formation and Evolution of Solids in Space", Erice/Sizilien, 10–20. März 1997
- J. Dorschner: Tagung der ISSI-Arbeitsgruppe „Interstellar Dust in the Solar System“, Bern/Schweiz, 27–31. Oktober 1997
- J. Dorschner, T. Poppe: DGLR/DLR/DARA-Symposium „Exploration of the Moon and Mars – Prerequisite for Understanding Terrestrial Planets“, Berlin-Adlershof, 11.–13. Juni 1997
- M. Feldt, A. Heines: 15. Recontres des Blois „Planetary Systems – The Long View“, Juli 1997
- J. Gürtler: „ISO to the Peaks“, Villafranca/Spanien, 6.–8. Oktober 1997
- J. Gürtler: ISOPHOT-Konsortiumstreffen, RAL, Didcot/Grossbritannien, 13.–14. November 1997
- A. Heines: IAU- Symposium Nr. 182 on Herbig-Haro Flows and the Birth of Low Mass Stars, Chamonix/Frankreich, Januar 1997
- Th. Henning: *Kickoff Meeting* für FIRST-FIRGA, Kelkheim/Ts., Januar 1997
- Th. Henning: Eingelad. Vortrag, Tagung „Nanostructured Materials and Systems“, Schöneck, März 1997
- Th. Henning: Eingelad. Vortrag, EGS General Assembly, Wien, April 1997
- Th. Henning: Vortrag, SOFIA Science Meeting, Berlin, Juni 1997
- Th. Henning, R. Launhardt, K. Schreyer: „The Orion Complex revisited“, Schloß Ringberg, Juni 1997
- Th. Henning: Member SOC, „ISO’s View on Stellar Evolution“, Nordwijkerhout/NL, Juli 1997
- Th. Henning: Gemeinsame Round-Table-Diskussion mit der Gruppe von Prof. Schlögl, Fritz-Haber-Institut Berlin
- W. Hoff: Workshop „Cool Stars in Clusters and Associations“, Palermo/Italien, Mai 1997
- G. Jakob, W. Schmitt: „FIRST-FIRGA Midterm Meeting“, Leuven/Belgien, Juni 1997
- H. Klahr, S. Kempf: 27th ‘Saas-Fee’ Advanced Course 1997 Computational Methods for Astrophysical Fluid Flow Les Diablerets, Schweiz, 3–8. März 1997
- R. Launhardt: „Star Formation with the Infrared Space Observatory“, Lissabon/Portugal, Juni 1997
- R. Launhardt: SOFIA-Meeting, Berlin-Adlershof, Juni 1997
- H. Mutschke: Alexander-v.-Humboldt-Symposium, „Interstellar Matter“, TU Chemnitz, 29.–31. Juli 1997
- H. Mutschke: Symposium des DFG-Sonderforschungsbereiches 196, „Linear and Nonlinear Optics in Inorganic and Organic Semiconductor Films“, Jena, 28–29. August 1997
- H. Mutschke: Clustertreffen, Bundesleistungszentrum Herzogenhorn/Schwarzwald, 5.–10. Oktober 1997
- W. Pfau: DARA-ISWG-Workshop „Interferometrie am LBT“, Heidelberg, April 1997
- W. Pfau, H.-G. Reimann, St. Wagner, U. Weinert: *Kickoff Meeting* für TIMMI 2 bei ESO, Garching, Mai 1997, mit Vorträgen
- W. Schmitt: FIRST-PHOC Consortium Meetings Juli 1997 MPE Garching, Oktober 1997 Arcetri/Italien und Dezember 1997 Liège/Belgien

Mehrere Mitarbeiter nahmen, zum Teil mit Vorträgen, teil
 am Calar-Alto-Kolloquium des Max-Planck-Instituts für Astronomie im März 1997 in
 Heidelberg,
 am DFG-Schwerpunktkolloquium „Physik der Sternentstehung“ im DPG-Zentrum in
 Bad Honnef,
 am MHD-Tag in Potsdam und
 an der Tagung der Astronomischen Gesellschaft im September 1997 in Innsbruck.

7.2 Vorträge und Gastaufenthalte

- A. Burkert, R. Klein: Gastaufenthalte am MPIA zur Auswertung von ISO-Daten. April, August und September 1997
- Th. Henning: Kolloquiumsvortrag, Universität Würzburg. Februar 1997
- Th. Henning: Kolloquiumsvortrag, NASA Ames Research Center. März 1997
- Th. Henning: Kolloquiumsvortrag, Univ. Bochum. Juni 1997
- Th. Henning: Kolloquiumsvortrag, Univ. St. Petersburg. Oktober 1997
- G. Jakob: MPI-FKF Stuttgart, FIRGA-Entwicklung. März 1997
- R. Klein, C. Kömpe: Gastaufenthalt bei ESTEC zwecks Parametereingabe für ISO Supplemental Proposal, Noordwijk/NL. Januar 1997
- R. Klein: Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn. Oktober 1997
- R. Klein: ISO Spectrometer Data Centre, Max-Planck-Institut für Extraterrestrische Physik, Garching. November 1997
- R. Launhardt: MPIA Heidelberg, Auswertung von MAX-Daten. Juni 1997
- R. Launhardt: Universität Köln, Kolloquiumsvortrag. Juli 1997
- R. Launhardt: MPIfR Bonn, Auswertung von Bolometer-Array-Daten. Oktober 1997
- W. Pfau: Kolloquiumsvortrag, Universität Magdeburg. Januar 1997
- A. Steinacker: Arbeitsaufenthalt am QMW-College in London bei Prof. J. Papaloizou, Vortrag: Global 3D-MHD Simulations in Akkretion Disks. 20.–24. November 1997
- A. Steinacker: Arbeitsaufenthalt am Astronomischen Institut der Ruhr-Universität in Bochum, Vortrag. 18. Dezember 1997
- W. Schmitt: MPE Garching, FIRGA-Entwicklung. Februar, Juli und November 1997
- K. Schreyer: MPIA Heidelberg, ISO-Daten. Dezember 1997

7.3 Beobachtungsaufenthalte, Meßkampagnen

- Th. Henning, R. Launhardt: März 1997: ESO (SEST)
- A. Burkert: Juli 1997: ESO (3.6 m mit TIMMI)
- M. Feldt: Juli 1997: ESO (3.6 m mit ADONIS und NTT mit SHARP); Oktober 1997: Gornegrat/Schweiz (mit TIRGO und TC-MIRC); November 1997: Calar Alto (2.2 m mit CAFOS)
- J. Gürtler: April 1997: Heinrich-Hertz-Teleskop, Mt. Graham International Observatory/USA; Mai und Juni 1997: Plattenarchiv der Sternwarte Sonneberg (gemeinsam mit Friedemann)
- A. Heines: Februar/März 1997: ESO (0.6-m-Bochum-Teleskop)
- R. Klein: März und September 1997: IRAM (30-m-Teleskop); Juli 1997: Calar Alto (2.2 m mit MAGIC)
- Th. Lehmann: Juni/Juli 1997: ESO (2.2 m mit MANIAC)

8 Veröffentlichungen

8.1 In Zeitschriften und Büchern

Erschienen:

- Begemann, B., Dorschner, J., Henning, Th., Mutschke, H., Gürtler, J., Kömpe, C., Nass, R.: Aluminum Oxide and the Opacity of Oxygen-rich Circumstellar Dust in the 12-17- μm Range. *Astrophys. J.* **476** (1997), 199–208
- Bell, K.R., Cassen, P., Klahr, H.H., Henning, Th.: The Structure and Appearance of Protoplanetary Accretion Disks: Limits on Disk Flaring. *Astrophys. J.* **486** (1997), 372–387
- Bourke, T.L., Garay, G., Lehtinen, K.H., Köhnenkamp, I., Launhardt, R., Nyman, L.-Å., May, J., Robinson, G., Hyland, A.R.: Discovery of a Highly Collimated Molecular Outflow in the Southern Bok Globule BHR 71. *Astrophys. J.* **476** (1997), 781–800
- Fischer, O., Pfau, W.: Detection of planetary spectral features of extrasolar planets through their circumstellar dust – a Monte Carlo simulation. *Astron. Astrophys.* **325** (1997), 551
- Henning, Th., Mutschke, H.: Low-Temperature Infrared Properties of Cosmic Dust Analogues. *Astron. Astrophys.* **327** (1997), 743–754
- Klahr, H., Henning, Th.: Particle-Trapping Eddies in Protoplanetary Accretion Disks. *Icarus* **128** (1997), 213–229
- Lakhtakia, A., Michel, B., Weiglhofer, W.S.: Bruggeman Formalisms for Two Models of Uniaxial Composites. *Sci. Technol.* **57** (1997), 185–196
- Lakhtakia, A., Michel, B., Weiglhofer, W.S.: Anisotropy and the Maxwell Garnett and the Bruggeman Formalisms for Uniaxial Particulate Composite Media. *J. Phys. D: Applied Physics* **30** (1997), 230–240
- Lakhtakia, A., Michel, B., Weiglhofer, W.S.: Field Induced in an Electrically Small Dielectric Particle Embedded in a Uniaxial Dielectric Host Medium. *Arch. Elektron. Übertragungstech.* **51** (1997), No. 3, 231–232
- Launhardt, R., Henning, Th.: Millimetre Dust Emission from Northern Bok Globules. *Astron. Astrophys.* **326** (1997), 329–346
- Launhardt, R., Ward-Thompson, D., Henning, Th.: Submillimetre Photometry of Protoplanetary Cores in Bok Globules. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **288** (1997), L45–L49
- Menshchikov, A., Henning, Th.: Radiation Transfer in Circumstellar Disks. *Astron. Astrophys.* **318** (1996), 879–907
- Michel, B.: A Fourier space approach to the pointwise singularity of an anisotropic dielectric medium. *Int. J. Appl. Electromagn. Mech.* **8** (1997), 219–227
- Michel, B., Weiglhofer, W.S.: Singularity of dyadic Green function in a general bianisotropic medium. *Arch. Elektron. Übertragungstech.* **51** (1997), No. 4, 219–223
- Osterloh, M., Henning, Th., Launhardt, R.: Infrared Images and Millimetre Data for Cold Southern IRAS Sources. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* **110** (1997), 71–114
- Poppe, T., Blum, J.: Experiments on Pre-planetary Grain Growth. *Adv. Space Res.* **20** (1997), 1586
- Poppe, T., Blum, T., Henning, Th.: The Generation of a De-agglomerated Jet of Small Particles in Vacuum. *Rev. Sci. Instrum.* **68** (1997), 2529–2533
- Reimann, H.-G., Gürtler, J., Friedemann, C., Käuff, H.U.: MIR Spectral observations of UX Orionis. *Astron. Astrophys.* **326** (1997), 271–276
- Rouleau, F., Henning, Th., Stognienko, R.: Constraints on the Properties of the 2175 Å Interstellar Feature Carrier. *Astron. Astrophys.* **322** (1997), 633–645

- Sage, L.J., Weistrop, D., Cruzen, S., Kömpe, C.: Molecular Gas and Star Formation within Galaxies in the Bootes Void. *Astron. J.* **114** (1997), 1753–1757
- Schmitt, W., Henning, Th., Mucha, R.: Dust Evolution in Protoplanetary Accretion Disks. *Astron. Astrophys.* **325** (1997), 569–584
- Schreyer, K., Helmich, F.P., van Dishoeck, E.F., Henning, Th.: A Molecular Line and Infrared Study of NGC 2264-IRS 1. *Astron. Astrophys.* **326** (1997), 347–365
- Schreyer, K., Henning, Th., Kömpe, C., Harjunpää, P.: NH_3 and HCO^+ towards Luminous IRAS Sources. *Astron. Astrophys.* **306** (1997), 267–277
- Stecklum, B., Feldt, M., Richichi, A., Calamai, G., Lagage, P.O.: High-resolution Infrared Observations of GGD 27. *Astrophys. J.* **479** (1997), 339–346
- 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.* **476** (1997), 403–427
- Weiglhofer, W.S., Lakhtakia, A., Michel, B.: Maxwell Garnett and Bruggeman formalisms for a particulate composite with bianisotropic host medium. *Microw. Opt. Tech. Lett.* **15** (1997), No. 4, 263–266
- Yang, L., Henning, Th., Lu, Ye, Wu, S.: A Local Instability Analysis of an Isothermal Disk with Three-dimensional Magnetic Fields. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **288** (1997), 965–972
- Zinchenko, I., Henning, Th., Schreyer, K.: Studies of Dense Cores in Regions of Massive Star Formation. V. Structure and Kinematics of Dense Cores from Ammonia Observations, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.* **124** (1997), 385–395
- Eingereicht, im Druck:*
- Böker, T., Storey, J.W.V., Krabbe, A., Lehmann, T.: MANIAC: A New Mid- and Near-Infrared Array Camera. *Publ. Astron. Soc. Pac.* (1997), eingereicht
- Feldt, M., Henning, Th., Lagage, P.O., Manske, V., Schreyer, K., Stecklum, B.: Spectroscopy of a Young Stellar Object. *Astron. Astrophys.* (1997), 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
- Henning, Th., Burkert, A., Launhardt, R., Leinert, C., Stecklum, B.: Infrared Imaging and Millimetre Continuum Mapping of Herbig Ae/Be and FU Orionis Stars. *Astron. Astrophys.* (1997), eingereicht
- Henning, Th., Klein, R., Launhardt, R., Pfau, W., Lemke, D.: The Molecular Cloud Core M17-North: ISO Spectroscopy and IR/MM Continuum. *Astron. Astrophys.* (1997), im Druck
- Henning, Th., Launhardt, R.: Millimetre Study of Star Formation in Southern Globules. *Astron. Astrophys.* (1997), eingereicht
- Hoff, W., Henning, Th., Pfau, W.: The Nature of Isolated T Tauri Stars. *Astron. Astrophys.* (1997), eingereicht
- Jäger, C., Mutschke, H., Dorschner, J., Henning, Th.: Optical Properties of Carbonaceous Dust Analogues. *Astron. Astrophys.* (1997), 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
- Manske, V., Henning, Th., Meshchikov, A.: Flared Dust Disks and the IR Emission of AGN. *Astron. Astrophys.* (1997), im Druck

- Michel, B.: A Fourier Space Approach to the Field Singularity of an Anisotropic Dielectric Medium. *Int. J. Appl. Electromagn. Mech.* (1997), eingereicht
- Michel, B.: Optical scattering by a dielectric sphere with arbitrarily shaped inclusions. *J. Opt. Soc. Am. A*, eingereicht
- Michel, B., Dilling, M., Vasconcellos, C.A.Z., Bodmann, B.E.J.: Static Bethe-Salpeter Approach to the Harmonic Oscillator. *J. Prog. Theor. Phys.* (1997), eingereicht
- Michel, B., Lakhtakia, A., Weiglhofer, W.S.: Homogenization of linear bianisotropic particulate composite media – numerical studies. *Int. J. Appl. Electromagn. Mech.*, im Druck
- Mutschke, H., Begemann, B., Dorschner, J., Gürtler, J., Gustafson, B., Henning, Th., Stognienko, R.: Steps toward Interstellar Silicate Mineralogy. III. The Role of Aluminium in Circumstellar Amorphous Silicates. *Astron. Astrophys.* (1997), im Druck
- Pfalzner, S., Gibbon, P.: Direct Calculation of Inverse-Bremsstrahlung Absorption in Strongly-Coupled, Nonlinearly Driven Laser-Plasmas. *Phys. Rev. E* (1998), im Druck
- Schnaiter, M., Mutschke, H., Dorschner, J., Henning, Th., Salama, F.: Matrix-isolated Nano-sized Carbon Grains as an Analogue for the 217.5 nm Feature Carrier. *Astrophys. J.* (1997), im Druck
- Schöller, M., Brandner, W., Lehmann, T., Weigelt, G., Zinnecker, H.: Simultaneous Optical Speckle Masking and NIR Adaptive Optics Imaging of the 126mas Herbig Ae/Be Binary Star NX Puppis. *Astron. Astrophys.* (1996), eingereicht
- Stecklum, B., Fischer, O., Launhardt, R., Leinert, Ch.: Discovery of a Circumstellar Disk in the Bok Globule CB 26. *Astrophys. J.* (1997), eingereicht
- Stecklum, B., Henning, Th., Feldt, M., Hayward, T.L., Hoare, M.G., Hofner, P., Richter, St.: The Ultracompact H II Region G 5.97-1.17 – An Evaporating Circumstellar Disk in M8. *Astron. J.* (1997), eingereicht
- Steinacker, J., Hackert, R., Steinacker, A.: The Influence of Numerical Diffusion on the Solution of Radiative Transfer Equations. *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer* (1997), eingereicht
- Weiglhofer, W.S., Lakhtakia, A., Michel, B.: On The Constitutive Parameters Of A Chiroferrite Composite Medium. *Electron. Lett.*, eingereicht
- Wurm, G., Blum, J.: Experiments on Preplanetary Dust Aggregation. *Icarus* (1998), im Druck

8.2 Konferenzbeiträge

Erschienen:

- Ábrahám, P., Leinert, Ch., Burkert, A., Henning, Th., Lemke, D.: Herbig Ae/Be Stars and the Evolution of their Circumstellar Material. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstract Ser.* **13** (1997), 127
- Blum, J.: Coagulation Experiments. In: Pendleton, Y.J., Tielens, A.G.G.M. (eds.): *From Stardust to Planetesimals.* *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **122** (1997), 295–311
- Burkert, A., Henning, Th., Launhardt, R.: 1.3 mm continuum observations of Herbig Ae/Be and FU Orionis stars. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstract Ser.* **13** (1997), 31
- Chan, S.J., Henning, Th., Assendorp, R.: A Method for Obtaining Reliable IRAS-LSR Data via the Groningen IRAS Server. In: Hunth, G., Payne, H.E. (eds.): *Astronomical Data Analysis Software and Systems VI.* *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **125** (1997), 89

- Heines, A., Henning, Th., Szeifert, Th.: Multicolour Polarimetric Observations of T Tauri Stars. In: Malbet, F., Castets, A. (eds.): Herbig-Haro Flows and the Birth of Low Mass Stars. Chamonix-Mont-Blanc. Poster Proc., IAU Symp. **182** (1997), 294–299
- Henning, Th.: Interstellar Dust Grains – An Overview. In: van Dishoeck, E.F. (ed.): Molecules in Astrophysics: Probes and Processes. Kluwer, Dordrecht. IAU Symp. **178**, (1997), 343–356
- Henning, Th., Schmitt, W., Klahr, H., Mucha, R.: Dust Evolution in Protoplanetary Accretion Disks. In: Wickramasinghe, D.T., Ferrario, L., Bicknell, G.V. (eds.): Accretion Phenomena and Related Outflows. Proceed. IAU Symp. 163, Port Douglas. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **121** (1997), 721–722
- Menshchikov, A., Henning, Th., Fischer, O.: Detailed Self-consistent Model of the Dusty Disk around HL Tau. In: Malbet, F., Castets, A. (eds.): Herbig-Haro Flows and the Birth of Low Mass Stars. Chamonix-Mont-Blanc. Poster Proc., IAU Symp. **182** (1997), 221–223
- Michel, B.: Light scattering by inhomogeneous spheres – two new computational methods. In: Proc. Eur. Aerosol Conf. 97, Hamburg. J. Aerosol. Sci. **28** (1997), Suppl. 1, 183–184
- Michel, B.: Distorted wave method to calculate optical scattering by an inhomogeneous sphere. In: PIERS'97, Cambridge, MA (July 1997), Proc., 584
- Michel, B.: The Bethe-Salpeter equation applied to incoherent scattering by ensembles of particles. In: PIERS'97, Cambridge, MA (July 1997), Proc., 585
- Michel, B.: Maxwell Garnett and Bruggeman formalisms for bianisotropic particulate composites – review and numerical results. In: Bianisotropics'97, Glasgow, Proc. 187–190
- Michel, B.: Bethe-Salpeter approach to electromagnetic scattering by an ensemble of randomly oriented dielectric particles. In: Bianisotropics'97, Glasgow, Proc. 269–272
- Reimann, H.-G., Wagner, S., Weinert, U.: TIMMI 2 – a New Window to the Infrared Sky. In: Schielicke, R.E. (ed.): Astron. Ges. Abstract Ser. **13** (1997), 258
- Steinacker, J., Henning, Th., Menshchikov, A.: Multidimensional Radiative Transfer in Accretion Environments. In: Wickramasinghe, D.T., Ferrario, L., Bicknell, G.V. (eds.): Accretion Phenomena and Related Outflows. Proceed. IAU Symp. 163, Port Douglas. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **121** (1997), 807–808
- Eingereicht, im Druck:*
- Abraham, P., Leinert, Ch., Lemke, D., Burkert, A., Henning, Th.: Herbig Ae/Be Stars and the Evolution of their Circumstellar Material. In: Waters, R., Walkens, C., van der Hucht, K.A. (eds.): ISO's View on Stellar Evolution. Kluwer, Dordrecht (1998), im Druck
- Blum, J.: Laboratory Simulation of Preplanetary Dust Agglomeration. In: Celnikier, L. (ed.): Planetary Systems – the Long View. 9th Rencontre, Blois. Edition Frontiers, Gif-sur-Yvette, im Druck
- Dorschner, J.: Interstellar Dust and Circumstellar Dust Disks. In: Dermott, S., Gustafson, B., Fehchtig, H., Grün, E. (eds.): Interplanetary Dust. University of Arizona Press, im Druck
- Dorschner, J.: Stardust Mineralogy. The Laboratory Approach. In: Greenberg, J.M. (ed.): Formation and Evolution of Solids in Space. Kluwer Acad. Press, Dordrecht (1997), im Druck
- Gürtler, J., Schreyer, K., Kömpe, C., Heske, A.: PHT Spectroscopy and Imaging of Circumstellar Dust Shells Around AGB Stars. In: Kessler, M.F. (ed.): ISO to the Peaks. Analytical Spectroscopy with SWS, LWS, PHT-S, and CAM-CVF. ESA SP-419 (1998)

- Henning, Th.: Dust Spectroscopy – A Science Driver for SOFIA. In: Titz, R. (ed.): SOFIA Proc. (1997), im Druck
- Henning, Th., Klein, R.: The ISO Spectrum of the Cloud Core M17-North. In: Waters, R., Walkens, C., van der Hucht, K.A. (eds.): ISO's View on Stellar Evolution. Kluwer, Dordrecht (1998), im Druck
- Hoff, W., Alcalá, J., Sterzik, M.F.: X-ray Based Isolated T Tauri Stars Near TW Hydrae. In: Cool Stars in Clusters and Associations: Magnetic Activity and Age Indicators. Palermo Workshop (1997), im Druck
- Katterloher, R., Barl, L., Beeman, J., Czech, E., Engemann, D., Frenzl, O., Haegel, N., Haller, E.E., Henning, Th., Hermans, L., Jakob, G., Konuma, M.: The 4×32 FIRGA Array – A Pacesetter for a 52×32 Element Gallium Arsenide Focal Plane Array. In: Astronomical Telescopes and Instrumentation. SPIE International Symposium, Kona (1998), im Druck
- Katterloher, R., Engemann, D., Fabbriotti, M., Frenzl, O., Hermans, L., Lemke, D., Wolf, J., Czech, E., Holler, E.E., Haegel, N., Henning, Th., Konuma, M., Pilbratt, G.: FIRSA and FIRGA: Development of Photoconductor Arrays for FIRST. In: Wilson, A. (ed.): The Far Infrared and Submillimetre Universe. ESA SP-401 (1997),
- Kömpe, C., Gürtler, J., Begemann, B., Dorschner, J., Henning, Th., Mutschke, H., Nass, R.: Towards the identification of the circumstellar dust feature at 13 μm . In: Workshop Proc., Visegrád, Ungarn, 23.-25. Mai 1996, im Druck
- Kömpe, C., Gürtler, J., Lehmann, T.: Analysis of dust and CO emission of post-AGB envelopes. In: Habing, H.J., Lamers, H.J.G.L.M. (eds.): Planetary Nebulae. Groningen. IAU Symp. **180** (1997),
- Kömpe, C., Lehmann, T., Gürtler, J., Stecklum, B., Krügel, E.: Mid-infrared imaging of post-AGB objects. In: Habing, H.J., Lamers, H.J.G.L.M. (eds.): Planetary Nebulae. Groningen. IAU Symp. **180** (1997),
- Krivova, N.A., Il'in, V.B., Fischer, O.: Additional constraints on circumstellar dust models from their photometric and polarimetric behaviour. In: From Interplanetary Dust to Planetesimals. NASA Publ., Conf. Santa Clara, June 1996, im Druck
- Launhardt, R., Henning, Th., Klein, R.: Multi-wavelength study of the massive star-forming region LBN 594. In: Yun, J.L., Liseau, R. (eds.): Star Formation with the Infrared Space Observatory. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser., im Druck
- Launhardt, R., Lada, E.: Physical properties of the gas and dust in the Orion B molecular cloud (L 1630). In: McCaughrean, M., Burkert, A. (eds.): The Orion Complex revisited. im Druck
- Michel, B.: Distorted Wave Method to Calculate Optical Scattering by an Inhomogeneous Sphere. In: Proceedings of URSI (1997), im Druck
- Michel, B., Lakhtakia, A., Weiglhofer, W.S.: The Depolarization Dyadic in Uniaxial Dielectric Media with Application to Homogenization Theory. In: Proceedings of URSI (1997), im Druck
- Molster, F.J., Waters, L.B.F.M., Troms, N., van Winckel, H., van Loon, J.Th., Yamamura, I., Henning, Th., de Jong, T., Waelkens, C., Bouwman, J.: ISO's View on AFGL 4106. In: Waters, R., Walkens, C., van der Hucht, K.A. (eds.): ISO's View on Stellar Evolution. Kluwer, Dordrecht (1998), im Druck
- Mukai, T., Blum, J., Nakamura, A., Johnson, R.E., Haynes, O.: Physical Processes. In: Dermott, S., Gustafson, B., Fechtig, H., Grün, E. (eds.): Interplanetary Dust. University of Arizona Press (1997), im Druck

- Mutschke, H., Henning, Th.: Infrared Spectroscopy of Cosmic Dust Analogues at Low Temperatures. In: Greenberg, J.M. (ed.): Formation and Evolution of Solids in Space. Kluwer Acad. Press, Dordrecht (1997), im Druck
- Pfau, W.: Regions of Low-Mass Star Formation. In: Workshop Proc., Visegrád, Ungarn, 23.-25. Mai 1996, im Druck
- Schnaiter, M., Mutschke, H., Dorschner, J., Henning, Th.: Matrix-isolated Nano-sized Soot Grains and their Relation to Solid Carbon in Space. In: Greenberg, J.M. (ed.): Formation and Evolution of Solids in Space. Kluwer Acad. Press, Dordrecht (1997), im Druck
- Stecklum, B., Henning, Th., Pfau, W.: Interferometry with the LBT. In: Glindemann, A., Röser, S. (eds.): Technologieprojekte zur Unterstützung von Weltraum-Interferometrie-Missionen. Tagungsbericht DARA-ISWG-Workshop, MPIA und ARI Heidelberg, 15.-16. April 1997,
- Steffen, M., Szczerba, R., Menshikov, A., Schönberner, D.: Time-dependent Hydrodynamical Models of Circumstellar Dust Shells around Carbon- and Oxygen-rich AGB Stars. In: Rood, R.T. (ed.): Advances in Stellar Evolution. Conf. Proc., Cambridge University Press (1997), im Druck
- Steffen, M., Szczerba, R., Menshchikov, A., Schönberner, D.: Carbon- and Oxygen-rich Stars in the IRAS Two-colour Diagram: Results from Hydrodynamical Models of AGB Winds. In: Wing, B. (ed.): The Carbon Star Phenomenon. Antalya. IAU Symp. **177** (1997), im Druck
- Steinacker, J., Miller, J.A.: Proton Gyroresonance with Parallel Waves in a Low-beta Solar Flare Plasma. In: Zank, G., Gaisser, T. (eds.): Particle Acceleration in Cosmic Plasmas. AIP Conf. Proc. (1996), im Druck

Werner Pfau