

# Jena

## Astrophysikalisches Institut und Universitäts-Sternwarte

Schillergäßchen 2, D-07745 Jena

Telefon: (0 36 41) 94 75-01; Telefax: (0 36 41) 94 75-02

E-Mail: [moni@astro.uni-jena.de](mailto:moni@astro.uni-jena.de); Internet: <http://www.astro.uni-jena.de>

### 0 Allgemeines

Prof. Dr. Thomas Henning wurde zum wissenschaftlichen Mitglied und Direktor des Max-Planck-Instituts für Astronomie, Heidelberg, berufen.

### 1 Personal und Ausstattung

#### 1.1 Personalstand

##### *Direktoren und Professoren:*

Prof. Dr. Th. Henning [-30], Prof. Dr. W. Pfau [-50] (bis 30.04.2001).

##### *Wissenschaftliche Mitarbeiter:*

Dr. A. Bacmann (DFG) [-18], PD Dr. habil. J. Blum [-51], Dr. J. Dorschner [-37], Dr. J. Gürtler [-16], Dr. C. Jäger (DFG) [-35], Dr. R. Klein (DFG) [-13], Dr. M. Küker (DFG) (bis 30.11.2001), Dr. H. Mutschke [-33], Dr. T. Poppe (DLR) [-54], Dr. S. Rastogi (Humboldt-Stiftung) [-10], Dr. H. Relke (BMBF, ab 1.10.2001 DFG) [-27], Dr. G. Rouillé (EU) [-48], Dr.-Ing. R. E. Schielicke [-26], Dr. W. Schmitt (DLR) [-38], Dr. K. Schreyer [-18], Dr. J. Steinacker [-45] und Dr. G. Wiedemann [-17] (ab 3.12.2001).

##### *Doktoranden:*

Dipl.-Phys. D. Apai (DAAD) [-38], Dipl.-Chem. D. Clément (DFG) (bis 30.06.2001), Dipl.-Phys. G. D'Angelo (DFG) (bis 14.10.2001), Dipl.-Phys. D. Fabian (DFG) [-33], Dipl.-Phys. M. Ilgner (DFG) (bis 31.10.2001), Dipl.-Phys. I. Llamas Jansa (DFG) [-33] (ab 20.01.2001), Dipl.-Phys. I. Pascucci [-18], Dipl.-Phys. R. Schröpfer (DLR) [-48], Dipl.-Phys. D. Semenov (DFG) [-48], Dipl.-Phys. O. Sukhorukov (DFG) [-10] und H. C. Wang [-38] (ab 20.03.2001).

##### *Diplomanden:*

B. Posselt, T. Springborn, E. Vogelsberger (FH Jena).

##### *Sekretariat und Verwaltung:*

B. Berger (bis 30.11.2001), M. Müller [-01], R. Piechnick [-31] (ab 1.12.2001).

##### *Technisches Personal:*

G. Born [-34], Dipl.-Phys. W. Teuschel [-43], Dipl.-Inform. J. Weiprecht [-46].

*Studentische Mitarbeiter:*

A. Jannasch [-54], D. Langkowski, A. Seifahrt, A. Szameit.

**1.2 Rechenanlagen**

Drei neue Rechner mit 1.8- bis 2.0-GHz-Intel-PIII/IV-Prozessoren und mit je drei Gigabyte Hauptspeicher sind als Ersatz für einen zentralen Compute-Server beschafft worden. Damit wurde die Effizienz der Auswertung von Infrarotbildern durch die Beobachter- und von Strahlungstransportrechnungen durch die Theoriegruppe wesentlich erhöht.

**1.3 Bibliothek**

Der Buchbestand der Bibliothek konnte im Berichtszeitraum um 37 Bände erweitert werden.

**2 Gäste**

Für jeweils mehrere Tage hielten sich am Institut auf:

Dr. Anja C. Andersen, Kopenhagen  
 Dr. Jan Fulara, Warschau  
 Dr. Yeghis Keheyan, Rom  
 Prof. Dr. Jacek Krełowski, Torún  
 Alan Matschke, Stuttgart  
 Prof. Dr. Valerio Pirronello, Siracusa  
 Thomas Posch, Wien  
 Philipp Reißaus, München  
 Prof. Dr. F.J.M. Rietmeijer, St. Louis, MO  
 Dr. Farid Salama, Moffett Field, CA  
 Per Martin Schachtebeck, Braunschweig  
 Dr. Martin Schnaiter, Karlsruhe  
 Prof. Dr. Ewine van Dieshock, Leiden  
 Prof. Dr. Nikolai Voshchinnikov, St. Petersburg  
 Dr. Dmitri Wiebe, Moskau  
 Prof. Dr. Adolf Witt, Toledo, OH  
 Prof. Dr. Ernst Zinner, St. Louis, MO

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

A. Bacmann:

Betreuung Physikalisches Praktikum für Mediziner, SS 01

J. Blum:

Vom Fallturm bis zur Raumstation – Astrophysikalische Experimente in der Schwerelosigkeit (mit begleitender Ausstellung), Samstagsvorlesung WS 2001/02  
 Betreuung Anfängerpraktikum Physik, WS 01/02

J. Blum und A. Hatzes:

Extrasolare Planetensysteme, WS 00/01

J. Blum und T. Poppe:

Raumfahrttechnik und Mikrogravitation, SS 01  
 Entstehung von Planetensystemen, WS 01/02

J. Dorschner:

Betreuung Physikalisches Praktikum für Physiker, SS 01, WS 01/02

- J. Gürtler:  
Astronomisches Praktikum, WS 00/01, SS 01, WS 01/02  
Seminar zur Einführung in die Astronomie, SS 01
- J. Gürtler und J. Dorschner:  
Sonnensystem (mit Übungen), WS 00/01  
Physik und Evolution des Sonnensystems (mit Seminar), WS 01/02
- Th. Henning: Grundkurs Astrophysik I, WS 00/01 und 01/02  
Grundkurs Astrophysik II, SS 01  
Spezialseminar zum Grundkurs Astrophysik I und II, SS 01  
Physik der Sternentstehung, WS 01/02  
Seminar zur Sternentstehung, WS 00/01, SS 01, WS 01/02  
Institutskolloquium, SS 01
- Th. Henning und A. Hatzes:  
Institutskolloquium, WS 01/02
- Th. Henning und H. Mutschke:  
Seminar Laborastrophysik, WS 00/01, SS 01, WS 01/02
- Th. Henning, W. Pfau und A. Hatzes:  
Institutskolloquium, WS 00/01
- Th. Henning und J. Steinacker:  
Aktive galaktische Kerne, WS 00/01  
Astronomisches Numerikum, WS 00/01, SS 01, WS 01/02
- R. Klein:  
Übungen zum Grundkurs Astrophysik I, WS 01/02
- W. Pfau:  
Einführung in die Astronomie, SS 01  
Sterne in besonderen Entwicklungsphasen, WS 00/01
- W. Pfau und J. Dorschner:  
Eine alte Wissenschaft vor neuen Horizonten – Astronomie im 21. Jahrhundert  
(Vorlesung für Hörer aller Fakultäten), WS 00/01
- W. Pfau und K.-H. Lotze:  
Organisiertes weiterbildendes Teilzeitstudium für Lehrer, WS 00/01
- W. Pfau, Th. Henning und K.-H. Lotze:  
Organisiertes weiterbildendes Teilzeitstudium für Lehrer, WS 01/02
- J. Steinacker:  
Übungen zum Grundkurs Astrophysik I, WS 00/01
- Mehrere Schülerinnen und Schüler wurden im Rahmen eines „Betriebspraktikums“ betreut.

### 3.2 Prüfungen

Zahlreiche Doktoranden- und Diplomandenprüfungen.

### 3.3 Gremientätigkeit

- J. Blum:  
Mitglied der Physical Science Working Group der Europäischen Weltraumagentur ESA; Leiter der Advisory Boards der Dust Particle Facility der ESA.
- Th. Henning:  
German SOFIA Science Working Group; SOFIA Science Steering Committee; IAU, Kommission 34; Mitglied des IAU Organizing Committee und der Working Group „Star Formation“; Mitglied im Programmausschuß des Heinrich-Hertz-Teleskops; Gutachterausschuß „Extraterrestrische Grundlagenforschung“ (DLR); Sprecher des DFG-

Schwerpunktprogramms „Physik der Sternentstehung“; Mitglied des ESFON-Netzwerkes; ESO-VLT Instrument Science Team für VISIR; Mitglied ESO STC; Chairman „ESO STC-Subcommittee for the VLTI“; Mitglied „VLTI Implementation Committee“; Mitglied der Berufungskommissionen für das MPI für extraterrestrische Physik und eine C4-Professur Biophysik der Universität Jena; DFG-Fachgutachter; Mitglied des wissenschaftlichen Beirats des Kiepenheuer-Instituts Freiburg.

R. Klein:

Vertretung von Th. Henning in der German SOFIA Science Working Group.

W. Pfau:

Mitherausgeber der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“; Sprecher der Bundesjury „Jugend forscht“ im Fachgebiet Geo- und Raumwissenschaften.

R. Schielicke:

Schriftführer der Astronomischen Gesellschaft; LOC JENAM 2001.

## 4 Wissenschaftliche Arbeiten

### 4.1 Theorie

*Strahlungstransport in staubigen Medien:* Die Arbeiten an frequenzabhängigen Photonentransportgittern wurden abgeschlossen. Die Gitter sind in der Lage, die gestreute Komponente der Strahlung bei Staubscheiben um junge Sterne bis auf Bruchteile von Sternradien aufzulösen. Gleichzeitig erlauben sie globale Fehlerkontrolle der Lösung der 3D-Strahlungstransportgleichung. Die Gebiete hoher optischer Tiefe werden durch das Konzept der Eindringtiefe behandelt.

Das inverse 1D-Strahlungstransportproblem konnte mit Hilfe einer Transformation auf ein Abelsches Integral analytisch gelöst werden. Damit ist es möglich, aus der Abbildung einer kugelsymmetrischen Verteilung von absorbierenden Teilchen durch homogene Bestrahlung die Dichteverteilung der Teilchen zu ermitteln. Anwendungen bis hin zur Berechnung von Absorptionskoeffizienten und Staubeilchengrößen in astrophysikalischen Objekten wurden diskutiert.

Zur Rechnung eines Testfalls für den 2D-Kontinuumstrahlungstransport wurde das Beispiel einer Staubscheibe um einen jungen Stern gewählt und unter Annahme von optischen Daten des Staubes und der Dichteverteilung verschiedenen Strahlungstransportprogrammen zur vergleichenden Analyse vorgeschlagen. Erste Vergleiche ergeben gute Übereinstimmung der Ergebnisse der beiden gitter-basierten Programme mit denen der Monte-Carlo-Simulationen.

Zur Berechnung eines verbesserten Opazitätsmodelles für Bedingungen, wie sie für protoplanetare Scheiben typisch sind, wurden für Staubeilchen unterschiedlicher Zusammensetzung, Größe, Form und Struktur sowie für verschiedene Atome, Ionen, Moleküle und Elektronen neue monochromatische Daten berechnet. Für Temperaturen zwischen 5 K und 10 000 K sowie Gasdichten zwischen  $2 \cdot 10^{-18} \text{ g cm}^{-3}$  und  $2 \cdot 10^{-7} \text{ g cm}^{-3}$  wurden Rosseland-Mittelwerte und mittlere Planck-Opazitäten berechnet. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse mit anderen publizierten optischen Daten verglichen und Abschätzungen gemacht, wie die thermische Struktur innerhalb einer aktiven Akkretionsscheibe von den Rosseland-Mittelwerten abhängt. Die Daten sind verfügbar unter <http://www.astro.uni-jena.de/Users/henning/Opacities/opacities.html> (Th. Henning, D. Semenov, J. Steinacker, A. Bacmann, B. Michel, I. Pascucci).

*Chemische Entwicklung in protoplanetaren Akkretionsscheiben:* Mit Hilfe von 1+1D-Modellen für protoplanetare Akkretionsscheiben wurde der Einfluß von Transportprozessen auf die chemische Entwicklung untersucht. Im Mittelpunkt der Untersuchungen standen dabei die für die jeweilige Ortskomponente dominierenden Transportprozesse: der (radiale) advective Transportprozeß bzw. diffusive Austauschprozeß hinsichtlich der vertikalen Ortskomponente.

1+1D-Modelle setzen eine – im Vergleich mit bestehenden 1D-Modellen – numerisch effizientere Behandlung der Kopplung von dynamischer Entwicklung und chemischer Kinetik voraus, um die chemische Entwicklung modellieren zu können. In das Programmpaket wurde ein zusätzlicher Algorithmus implementiert, welcher erlaubt, den radialen Transportprozeß vor dem Hintergrund der chemischen Entwicklung physikalisch sinnvoll aufzulösen. Die Einflüsse diffusiver Prozesse auf die chemische Entwicklung wurden im Rahmen von Reaktions-Diffusions-Modellen untersucht. Im Unterschied zu der chemohydrodynamischen Entwicklung bezüglich der radialen Ortskomponente werden die chemische Kinetik und die den Diffusionsprozeß beschreibenden Gleichungen simultan gelöst.

Im Rahmen der Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, daß diffusive Prozesse nicht nur lokal sondern auch global (über den radialen Transportprozeß) die chemische Entwicklung in protoplanetaren Akkretionsscheiben nachhaltig beeinflussen (Th. Henning und M. Ilgner).

## 4.2 Beobachtungsprojekte und Instrumentierung

### *Beobachtungsprojekte*

*Struktur von Sternentstehungsgebieten mittlerer Masse:* Für das Objekt AFGL 490 wurden Messungen in CS 2–1 und im Kontinuum bei 98 GHz, die mit dem Plateau de Bure Interferometer erhalten wurden, ausgewertet. Die Daten geben Aufschluß über die Struktur des Objektes: AFGL 490 ist von einer Akkretionsscheibe und einem weiter außen befindlichen Gasring umgeben. Außerdem konnte gezeigt werden, daß dieses ‘System’ im Zentrum eines abgeflachten Molekülwolkenkerns sitzt, das seinerseits wiederum von einer kalten ausgedehnteren Gashülle umgeben wird. Die Daten lassen den Schluß zu, daß sich AFGL 490 (ein sehr junger B2-B3 Stern) in einer frühen Entwicklungsphase zu einem späteren Herbig-Be-Stern befindet (K. Schreyer, Th. Henning, zusammen mit A. Boonman, E. Dishoek, beide Leiden, F. van der Tak, Bonn).

Im Gegensatz zu AFGL 490 befindet sich das Objekt NGC 2264 IRS1 in einem etwas höheren Entwicklungszustand. Interferometermessungen (CS 2–1, Kontinuum 98 GHz, Plateau de Bure) zeigen, daß sich dieser B2-B3 Stern in einer kleinen „Höhle“ mit niedrigerer Dichte befindet, die von dichteren Wolkenklumpen umgeben ist. Die stärkste Kontinuumpunktquelle konnte 20" nördlich von IRS1 nachgewiesen werden. Diese zeigt im CS-Gas einen stark kollimierten Ausfluß (K. Schreyer, Th. Henning, zusammen mit B. Stecklum, Tautenburg).

*Eine Sternentstehungsregion im Infrarot: LBN 594 (CB 3):* Die Kombination von Beobachtungen des *Infrared Space Observatory (ISO)* mit Nahinfrarot- und Millimeter-Beobachtungen (vom Boden aus) ermöglichten eine weitgehende Untersuchung des Wolkenkerns LBN 594 (CB 3) und seiner unmittelbaren Umgebung. Es konnten PAH-Emissionen am Rand des Wolkenkerns nachgewiesen werden, vermutlich angeregt durch einen B0-Stern hinter dem Wolkenkern. Auf der Achse des molekularen Ausflusses wurden Emissionen in der H<sub>2</sub> 1–0 S(1)-Linie und am selben Ort Kontinuummmission im thermischen Infrarot detektiert. Wegen der Kenntnis der ganzen spektralen Energieverteilung konnte auf die Leuchtkraft und über die Protosternmodelle von Palla und Stahler auf eine Masse von 4–6  $M_{\odot}$  für einen eingebetteten Protostern geschlossen werden (R. Klein, H. Wang, Th. Henning mit R. Launhardt, Caltech, Pasadena).

*Entstehung massereicher Sterne:* Hochaufgelöste Radialgeschwindigkeitsmessungen von insgesamt 30 massereichen Sternen verschiedener OB-Assoziationen wurden durchgeführt, um die Eigenschaften (Multiplizität) von massereichen Mehrfachsystemen zu untersuchen. Daten, die während dreier Beobachtungsperioden am Calar Alto (2.2 m + FORCES, Februar und Oktober) sowie verschiedener Beobachtungen in Tautenburg (Coudé-Echelle-Spektrograph) erhalten wurden, sind in der Auswertung.

Räumlich hochaufgelöste Nahinfrarotaufnahmen (VLT/ISAAC + ESO Sciences Archive) wurden für mehrere massereiche Sternentstehungsgebiete ausgewertet. Für die Gebiete G 268.12–0.85 und G 331.31–0.36 konnten tief eingebettete Sternhaufen gefunden werden.

Einige Quellen zeigen eine ausgedehntere neblige Emission, die ein klarer Hinweis auf zirkumstellares Material um diese Quellen ist. Zusätzlich wurden Bilder im  $N$ -,  $L$ - und  $Q$ -Band ausgewertet, die mit der ISAAC-Kamera am VLT aufgenommen wurden. Diese Bilder zeigen ausgedehnte Gebiete mit warmem Staub um die massereichsten Sterne. Die Silikatbande und Linienemission wurden in  $N$ -Band-Spektren des warmen Staubes im und um das Gebiet G 268.12–0.85 nachgewiesen (D. Apai, Th. Henning mit B. Stecklum, Tautenburg).

Beobachtungen ausgewählter ultrakompakter H II-Gebiete mit MIDI wurden vorbereitet. Ziel ist es, eine detaillierte Untersuchung der Umgebung (Staubverteilung) sowie der Anzahl (Multiplizität) von massereichen jungen Sternen, die mit ultrakompakten H II-Gebieten assoziiert sind, durchzuführen. Für die Auswahl geeigneter Quellen und zum Verständnis der zukünftigen Ergebnisse wurden mit Hilfe von eindimensionalen Strahlungstransportrechnungen die zu erwartenden „Visibilities“ theoretischer MIDI-Bilder für verschiedene ultrakompakte H II-Gebiete mit unterschiedlich großen inneren staubfreien Gebieten und verschiedenen Dichteverteilungen des Staubes berechnet (I. Pascucci, Th. Henning, zusammen mit M. Feldt, Heidelberg, L. Kaper, Amsterdam, H. Linz, B. Stecklum, beide Tautenburg).

Mit dem Plateau-de-Bure-Interferometer wurde eine Anzahl von massereichen jungen stellaren Objekten in CS 2–1 und dem Kontinuum bei einer Wellenlänge von 3 mm untersucht, um die dichten inneren Gebiete von Ausflüssen zu kartieren. Da in den Interferometermessungen der ausgedehnte Fluß in CS 2–1 fehlt, wurden diese Quellen mit dem IRAM-30-m-Teleskop zusätzlich beobachtet. Die Daten für die Objekte IRAS 06056+2131, IRAS 02593+6016, G 138.3+1.6, IRAS 23140+6121, IRAS 05490+2658 und IRAS 05358+3543 sind in der Auswertung. Mit Hilfe von Aufnahmen im nahen und mittleren Infrarot für einige von diesen Objekten sollen die Struktur der Ausflüsse sowie mögliche Ursprungsquellen identifiziert werden (I. Pascucci, Th. Henning mit B. Stecklum, Tautenburg).

*Helle IRAS-Quellen:* Im Rahmen einer Diplomarbeit (B. Posselt) wird der vervollständigte Katalog von Millimeter-Kontinuumskarten heller IRAS-Quellen kalibriert, homogenisiert und zur Veröffentlichung vorbereitet (R. Klein, K. Schreyer).

*Scheiben um Herbig-Ae/Be-Sterne:* Mit dem STIS-Instrument des Hubble-Space-Teleskops und umfangreichen bodengebundenen Beobachtungen mit Adaptiver Optik (ADONIS) und im thermischen Infrarot konnte die zirkumstellare Umgebung des Herbig-Be-Sterns HD 100546 im Detail charakterisiert werden. Neben einer zirkumstellaren Scheibe gelang der Nachweis eines optisch sehr dünnen Halos (Th. Henning mit B. Stecklum, Tautenburg, C. Grady, NASA, und dem STIS-Definition Team). STIS-Daten weiterer Objekte befinden sich in der Reduktionsphase. Fortgesetzt wurden die molekülspektroskopischen Untersuchungen der Umgebung von Herbig-Ae/Be-Sternen mit dem Ziel der Charakterisierung der chemischen Verhältnisse in ihren Hüllen.

*Magnetfeldmessungen in Bok-Globulen:* Das SCUBA-Polarimeter am James-Clerk-Maxwell-Teleskop wurde benutzt, um Polarisationskarten von Globulen bei einer Wellenlänge von 850 Mikrometern zu erhalten. Damit war es erstmals möglich, die Magnetfeldtopologie und die Stärke der Magnetfelder in diesen Sternentstehungsregionen zu bestimmen. Die Magnetfelder besitzen Werte zwischen 10 und 100  $\mu$ Gauß. Die Polarisationsuntersuchungen sind unterdessen auf weitere Objekte ausgedehnt worden (Th. Henning mit S. Wolf, Tautenburg, und R. Launhardt, Caltech, Pasadena).

#### *Instrumentierung*

*PACS:* Im Jahr 2001 setzte das Institut seine Mitarbeit an der Entwicklung des Infrarot-instruments PACS für das „Herschel Space Observatory“ der Europäischen Weltraumbehörde ESA fort. In enger Zusammenarbeit mit dem MPE Garching wurde dazu vorrangig die vom AIU entwickelte Datenanalysesoftware DAS für Photodetektordaten den Anforderungen bei Tests von Detektoren unter Laborbedingungen weiter angepaßt und mit zahlreichen neuen Analyse- und Visualisierungsfähigkeiten ausgestattet (Th. Henning, W. Schmitt).

*FIFI-LS: Field-Imaging Far-Infrared Line Spectrometer für SOFIA:* Im zurückliegenden Jahr ist die Datenaufnahme für das Field-Imaging Far-Infrared Line Spectrometer *FIFI-LS* weiter entwickelt worden. Das *FIFI-LS* wird am MPE in Garching in Zusammenarbeit mit dem AIU Jena entwickelt. Die Leitung hat A. Poglitsch (MPE).

Die Herausforderung bei der Datenaufnahme besteht darin, die hohe Datenrate von bis zu 390 KB/s in Echtzeit zu analysieren. Das verlangt sowohl einen schnellen Prozessor als auch die Aufnahme der Daten in Echtzeit. Nach nicht zufriedenstellenden Versuchen mit Echtzeitsystemen sind wir zum Prinzip der Arbeitsteilung übergegangen. Die Echtzeitanforderungen werden nun durch die I/O-Karte des Rechners erfüllt, die dazu einen großen Pufferspeicher auf der Karte hat. Der Rechner selbst muß dann „nur“ noch schnell genug sein, die Daten zu analysieren, muß aber keine Echtzeitanforderungen mehr erfüllen (R. Klein).

*Large Binocular Telescope:* Die durch das BMBF geförderte Phase-A-Studie zum Bau einer Weitfeldkamera (Spektralbereiche  $N$  und  $Q$ ) für den Einsatz im interferometrischen Fokus des Teleskops wurde abgeschlossen. Bei den astronomischen Grundlagen standen Fragen der Reichweite des Meßsystems bei den Wellenlängen von 10 und 20 Mikrometer und der Verfügbarkeit und Statistik astronomischer Punktquellen zur Phasenreferenz im Vordergrund (W. Pfau, B. Stecklum, Tautenburg). Auf der Basis der Festlegung von Toleranzgrenzen, die aus dem Gesamtkonzept des LBT resultieren, entstand der umfassende Entwurf eines optischen Systems einschließlich dessen wellenoptischer Analyse mit Aussagen zur erzielbaren Abbildungsqualität. Diese Optikkonstruktion kann unmittelbar Ausgangspunkt der Fertigung eines solchen Kamera-Systems werden (Auftragsarbeit durch Dr. H. Dietzsch, Jena).

### 4.3 Laboratoriumsastrophysik

#### *Eigenschaften von Kohlenstoff-Nanoteilchen*

Im Rahmen eines Forschungsprojektes der DFG-Forschergruppe „Laborastrophysik“ wurden im Jahr 2001 die Untersuchungen zur Herstellung von Kohlenstoffpartikeln durch laserinduzierte Pyrolyse von Azetylen begonnen. Der zugrundeliegende Kondensationsprozeß besitzt starke Gemeinsamkeiten mit der Kondensation von Partikeln in kohlenstoffreichen zirkumstellaren Umgebungen. Die optischen Eigenschaften dieser Partikel werden in einem breiten Wellenlängenbereich untersucht, wobei sich die apparativen Möglichkeiten unseres Labors durch Bereitstellung eines Vakuum-UV-Spektrometers durch die DFG wesentlich erweitert haben.

Für spektroskopische Messungen im Bereich der  $\pi$ -Elektronenübergänge wurde weiterhin die Methode der Matrixisolation der Teilchen genutzt, um Einflüsse der Teilchenmorphologie untersuchen zu können. Dabei zeigt sich eine Verschiebung dieser Bande mit der Pyrolysetemperatur, die auf eine Veränderung der Festkörperstruktur der Partikel hindeutet. Diese wird auch durch eine starke Veränderung der Infrarot-Kontinuumsabsorption dokumentiert. Begleitet wurden die Untersuchungen durch Raman-spektroskopische und elektronenmikroskopische Untersuchungen (I. Llamas, H. Mutschke, D. Clément, C. Jäger, Th. Henning).

Die seit längerer Zeit für das MPI für Biogeochemie laufende strukturelle Charakterisierung von Kohlenstoff in Schwarzerdeböden, ein Applikations-Nebenprodukt der astrophysikalischen Kohlenstoffstudien, wurde abgeschlossen (C. Jäger).

#### *Gasphasen-Spektroskopie aromatischer Moleküle*

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffmoleküle und -ionen (PAHs) sind eine wichtige Komponente des interstellaren Mediums. Ob sie auch für die „Diffusen Interstellaren Banden“ im Spektrum der interstellaren Extinktion verantwortlich sind, konnte trotz intensiver Bemühungen in verschiedenen laborastrophysikalischen Gruppen in mehreren Ländern bis jetzt noch nicht geklärt werden. Es wird erwartet, daß spektroskopische Messungen freier Moleküle in der Gasphase in der Zukunft den Schlüssel zur Lösung des Rätsels liefern können.

In Zusammenarbeit mit dem MPI für Strömungsforschung Göttingen (F. Huisken) und mit Unterstützung der DFG sowie der EU (Marie Curie Fellowship) wird derzeit in unserem Institut ein entsprechendes Laser-spektroskopisches Experiment aufgebaut. Es beruht auf dem Prinzip der „Cavity Ring Down Spectroscopy“ und erlaubt die Messung an Molekülen und Ionen in einer Freistrah-Expansion (Jet). Erste Testmessungen mit diesem Experiment sind bereits erfolgt (G. Rouillé, O. Sukhorukov, S. Rastogi, Th. Henning).

#### *IR-Spektroskopie von Silikaten, Oxiden und Karbonaten*

Die DFG-Projekte „Präparation von Analogmaterialien des kosmischen Staubes über Sol-Gel-Synthese“ (C. Jäger) und „FIR-Spektroskopie von Laboranalogprodukten des kosmischen Staubes“ (D. Fabian) wurden erfolgreich abgeschlossen. Für die synthetisierten amorphen Mg-Silikate ( $Mg/Si = 0,7 \dots 2,4$ ) wurden optische Konstanten für den Wellenlängenbereich 200 nm bis 200  $\mu m$  abgeleitet. Vergleiche der Absorptionskoeffizienten der Sol-Gel-Silikate mit denen der früher hergestellten Silikatgläser lassen trotz vergleichbarer chemischer Zusammensetzung deutliche Unterschiede in den optischen Eigenschaften erkennen, die einmal mehr unterstreichen, daß „amorph“ kein eindeutig definierter Zustand ist (C. Jäger, J. Dorschner). Die in beiden Projekten gewonnenen optischen Daten von Staubanalogmaterialien werden in die „Database of Optical Constants“ der Homepage des Instituts (<http://www.astro.uni-jena.de>) aufgenommen.

Die Bestrahlungsexperimente (in Zusammenarbeit mit dem Institut für Festkörperphysik der Universität Jena) zum Studium des Übergangs kristallin/amorph bei kosmisch interessanten Silikaten wurden fortgesetzt. Dabei wurden Schwellenwerte für die Amorphisierung für He-, Li- und Ne-Ionen mit den jeweiligen Energien von 50, 70 und 400 keV bestimmt. Bei gleichbleibenden Dosen wurden die Dosisraten verringert, um Aufheizungseffekte auszuschließen, die die Amorphisierung beeinflussen könnten. Zum Studium des Phasenüberganges amorph-kristallin wurden die Beschleunigungsenergien für He<sup>+</sup> systematisch bis auf 1 MeV bei gleichzeitiger Heizung der Probe auf 600 °C erhöht. Es zeigte sich kein Einfluß auf die Rekristallisation. Erste Anzeichen ergaben sich bei Versuchen mit 3 MeV C-Ionen (C. Jäger, D. Fabian, J. Dorschner, Th. Henning).

Im Teilprojekt „IR-Spektroskopie isolierter oxidischer Submikrometerteilchen“ der DFG-Forschergruppe werden Messungen der Infraroteigenschaften von Oxidteilchen der Metalle Al, Mg, Ti u. a. durchgeführt. Der Vergleich der Laborspektren mit astronomischen Beobachtungen von AGB-Sternen erfolgt dabei in Zusammenarbeit mit Kollegen des Astronomischen Institutes der Universität Wien (Th. Posch, F. Kerschbaum). Im letzten Jahr konzentrierten sich die Messungen auf Titanoxide einerseits und auf verschiedene Mischoxide wie z. B. Ca-Al-Oxide (Hibonit, Grossit) andererseits. Dabei wurden Indizien für das Vorkommen solcher Oxide in den Ausflüssen sauerstoffreicher entwickelter Sterne gefunden (H. Mutschke, D. Fabian, J. Dorschner).

Auf Anregung von Kollegen des Astronomischen Instituts „Anton Pannekoek“ Amsterdam (L. B. F. M. Waters, F. Kemper) wurde die IR-Spektroskopie auf Karbonatteilchen ausgedehnt. Untersucht wurden Kalzit und Aragonit ( $CaCO_3$ ), Dolomit ( $CaMg[CO_3]_2$ ), Ankerite ( $CaFe[CO_3]_2$ ), Magnesit ( $MgCO_3$ ) und Siderit ( $FeCO_3$ ). In ISO-LWS-Spektren einiger planetarischer Nebel gefundene starke FIR-Banden konnten durch Kalzit und Dolomitteilchen erklärt werden (C. Jäger, Th. Henning).

#### *Lichtstreuung an Staubaggregaten*

Das Projekt „Lichtstreuung“ im DFG-Schwerpunktprogramm „Physik der Sternentstehung“ wurde erfolgreich abgeschlossen. Die Messungen von Streulicht an Ensembles gewachsener Staubaggregate (Staubwolken in Levitationstrommel, Staubstrahl), bestehend im Mittel aus einigen zehn Monospheres, lieferten wichtige Erkenntnisse zur Licht-Staub-Wechselwirkung und ermöglichten den Vergleich zwischen experimentellen Ergebnissen und theoretischen Näherungsrechnungen für fraktale Teilchen. Weiterhin wurde dadurch eine wichtige Erfahrungsbasis für weiterführende Streulichtexperimente an einzelnen Aggregaten geschaffen (G. Wurm, W. Teuschel, J. Dorschner).



Gerhard Wurm bleibt nach seinem Wechsel zum Institut für Planetologie der Universität Münster weiter im Teilprojekt „Aggregate und Lichtstreuung“ der DFG-Forschergruppe „Laboratoriumsastrophysik“ integriert. In diesem Projekt wurde im Berichtsjahr eine Falle zum Levitieren geladener Teilchenaggregate (Größe 1–50  $\mu\text{m}$ ) im inhomogenen elektrischen Wechselfeld (Prinzip der Paul-Falle) gebaut und erprobt. Mit ihr sollen Erfahrungen mit der Speicherung von Einzelaggregaten zum Zwecke der Messung von Lichtstreuung und Strahlungsdruck gewonnen werden (E. Vogelsberger, W. Teuschel, J. Dorschner).

Die Arbeiten an der Lichtstreuungsanlage konnten erst wieder ab Oktober 2001 systematisch betrieben werden, nachdem das Stellenbesetzungsproblem gelöst war. Dabei wurde zunächst versucht, mit der neuen Anlage Ergebnisse früherer Messungen, bei denen eine kleinere Kammer verwendet wurde, zu reproduzieren. Die dabei auftretenden Schwierigkeiten bei der Abbildung der Aggregate des Staubstrahls konnten auf den Astigmatismus, den der in der neuen Kammer verwendete Glaszylinder hervorruft, zurückgeführt werden. Dieser war als Kammerwand mit „Rundumsicht“ gewählt worden, um die Nachteile der früher benutzten Planfenster zu umgehen, die Streulichtmessungen nur in einige wenige Richtungen zuließen. Der Astigmatismus soll auf optischem Wege korrigiert werden (H. Relke, G. Wurm, W. Teuschel, J. Dorschner).

#### *Projekt ICAPS*

Der Versuchsaufbau zur Erzeugung hochporöser, makroskopischer Staubagglomerate wurde fertiggestellt. Damit ist es nun möglich, homogene Agglomerate bis zu einer Größe von 2 cm bei einer Porosität von  $(80 \pm 5)\%$  zu erzeugen. Überraschenderweise sind diese Agglomerate gegen gravitative Kompaktierung recht stabil, so daß sich auch vielfältige Experimentiermöglichkeiten im Labor (und nicht nur auf der Internationalen Raumstation ISS) ergeben werden.

Die im Oktober 2001 durchgeführte Parabelflugkampagne, deren wesentliche Ziele die Erzeugung extrem dichter Staubwolken in verdünnten Gasen, die Erzeugung langsam und kontrolliert strömender Staub-Gas-Gemische zur Erzeugung makroskopischer Staubagglomerate unter Schwerelosigkeit sowie Tests von kritischen Komponenten von ICAPS beinhalteten, war sehr erfolgreich. Es konnten u. a. ultradichte Aerosole mit einem Staub/Gas-Verhältnis von 22 in einer Gasatmosphäre von rund 1 mbar erzeugt werden. Durch die hohen Staubkonzentrationen waren die Wechselwirkungszeiten der Partikel untereinander so kurz, daß sich bereits größere, fraktale Agglomerate bildeten, die aufgesammelt und elektronenmikroskopisch untersucht werden konnten.

Im wissenschaftlichen Begleitprogramm zu ICAPS, das unabhängige wissenschaftliche Experimente unter Laborbedingungen und unter kurzzeitiger Mikrogravitation umfaßt, befinden sich mehrere Versuchsaufbauten in Vorbereitung. Mit den hochporösen, makroskopischen Staubagglomeraten sollen u. a. Versuche zum Stoßverhalten im Labor und im *Fallturm Bremen* zu den mechanischen Eigenschaften, zur thermischen und elektrischen Leitfähigkeit bzw. zum Lichtstreuverhalten durchgeführt werden.

Von seiten der Europäischen Raumfahrtagentur ESA wurde eine sogenannte Phase-A-Studie für ICAPS an die Industrie in Auftrag gegeben, die die Machbarkeit der ICAPS-Experimente auf der ISS und die für die Durchführung der wissenschaftlichen Experimente benötigten technischen Voraussetzungen und Ressourcen untersuchen soll (J. Blum, Th. Henning, T. Poppe).

#### *Weitere Experimente für Weltraumanwendungen*

Experimente zur elektrostatischen Aufladung von Mikrometerpartikeln im Geschwindigkeitsbereich bis 150 m/s wurden unter Verwendung von mehreren Partikelproben und Targets durchgeführt. Sie dienen einerseits dazu, ein besseres Verständnis physikalischer Vorgänge im Sonnennebel, insbesondere über die Möglichkeit elektrischer Entladungen, zu gewinnen. Andererseits sind sie Bestandteil der Laborstudie zur Kometensonde ROSETTA, deren Ziel es ist, die Auswirkungen eines kometaren Partikelstroms auf die Raumsonde während des Rendezvous mit dem Kometen Wirtanen besser beurteilen zu können. Weitere

Themen der Laborstudie, die im Berichtszeitraum abgeschlossen wurde, waren Experimente zur Schädigung einer leitfähigen Beschichtung der Solarzellen durch einen Partikelfluß sowie die Möglichkeit, daß ein Fluß großer Partikel kleine anhaftende Partikel wieder von der Oberfläche entfernt (T. Poppe, R. Schröpfer).

Die vom DLR geförderte Entwicklung des optischen Partikelanalysators PATRICIA wurde abgeschlossen. Alle Entwicklungsziele wurden erreicht. In einer Zusammenarbeit mit der TU Cottbus (Prof. Ch. Egbers) wurde das Gerät an seine erste Anwendung außerhalb des Jenaer Labors erfolgreich angepaßt, und zwar an die Beobachtung des Herstellungsprozesses feiner Silberpartikelagglomerate im Rahmen des Projektes MENAPA II (Metallische Nanopartikel). Diese Silberpartikel werden Kunstharzen beigemischt, um elektrisch leitfähige Klebstoffe zu produzieren (T. Poppe, R. Krieg).

Während einem der Parabelflüge fanden in Zusammenarbeit mit der TU Braunschweig Experimente zur Aggregation magnetischen Staubes statt, die dadurch motiviert sind, daß magnetische Partikel möglicherweise eine wichtige Rolle in der Anfangsphase der vorplanetaren Staubaggregation spielten (T. Poppe, R. Schröpfer).

Weitere laborastrophysikalische Arbeiten, die im Berichtszeitraum begonnen wurden, setzen sich mit der Wärmeeinwirkung (Sinterung, Zerstörung) auf hochporöse Materialien aus Mikrometerpartikeln und mit elektrischen Durchbruchfeldstärken in dünnen Gasen mit einem hohen Anteil an Festkörperpartikeln auseinander (T. Poppe, T. Springborn).

## 5 Tagungen und Projekte am Institut

### 5.1 Tagungen und Veranstaltungen

AIU-Workshop, Eisenberger Mühlthal, Oktober.

### 5.2 Projekte

Im Jahr 2001 liefen folgende Drittmittelthemen:

J. Blum: Definition of the dust particle facility (ESA)

J. Blum/Th. Henning: Labor- und Entwicklungsarbeiten im Rahmen der astrophysikalischen Fragestellungen des internationalen Mikrogravitationsforschungsprogramms ICAPS (Interactions in Cosmic and Atmospheric Particle Systems) (DLR/BMBF)

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

J. Dorschner: FIR-Spektroskopie von Laboranalogprodukten des kosmischen Staubes (DFG)

J. Dorschner: Agglomerate und Lichtstreuung. TP10, DFG-FGLA

Th. Henning: Mikrophysikalische Staubentwicklungsprozesse beim protostellaren Kollaps (DFG)

Th. Henning: Astrophysikalische Modellierung – chemische Entwicklung protoplanetarer Scheiben. TP3, DFG-FGLA

Th. Henning/Fr. Huisken: Spektroskopie von Polyaromatischen Kohlenwasserstoffen zur Identifikation der Diffusen Interstellaren Banden (DFG)

Th. Henning/K. M. Menten: Zirkumstellare Scheiben um Herbig Ae/Be-Sterne (DFG)

Th. Henning/H. Mutschke: Struktur, Dynamik und Eigenschaften von Molekülen und Staubteilchen im Weltraum (TMWFK)

Th. Henning/H. Mutschke: Gas-phase spectroscopy of astrophysically relevant molecules and particles (EU)

Th. Henning/A. Poglitsch: Photodissoziationsgebiete im Lichte verbotener FIR-Linien: Abbildende Spektroskopie mit FIFILS auf SOFIA (DFG)

- Th. Henning/G. Rüdiger: Zweidimensionale Akkretionsscheiben im äußeren Magnetfeld (DFG)
- Th. Henning/W. Schmitt: FIRST/PACS-ICC (DLR)
- B. Stecklum/Th. Henning: Hochauflösende polarimetrische Untersuchungen junger stellarer Objekte (DFG)
- Th. Henning/Rens Waters: Theoretical and experimental investigations of light scattering by heterogeneous non-spherical cosmic grains (INTAS)
- W. Kley/Th. Henning: Entstehung von massereichen Planeten in Akkretionsscheiben (DFG)
- H. Mutschke: Infrarot-Spektroskopie isolierter oxidischer Submikrometer-Teilchen. TP9, DFG-FGLA
- H. Mutschke: Berechnung von Extinktionsspektren von Nebeltröpfchen (DaimlerChrysler AG)
- H. Mutschke/Th. Henning: Kohlenstoffstrukturen (Degussa AG)
- H. Mutschke: Gasphasen-Kondensation von Kohlenstoff-Nanopartikeln und ihre strukturelle Charakterisierung. TP8, DFG-FGLA
- W. Pfau/B. Stecklum: Ultrakompakte H II-Gebiete als Indikatoren für den Entstehungsprozeß massereicher Sterne (DFG)
- W. Pfau/B. Stecklum/Th. Henning: 10- $\mu$ m-Weitfeld-Kamerasystem als Meßeinrichtung zur Interferometrie am Large Binocular Telescope (LBT) (BMBF)
- T. Poppe: Stoßexperimente mit Membranen (Bosch GmbH)
- T. Poppe: Menapa II: Anpassung des Partikelanalysators PATRICIA (TU Cottbus)
- T. Poppe/G. Wurm: Technische Realisierung eines kontaktfreien, mikroskopisch abbildenden „one-line“ Partikelanalysators (DLR)
- G. Wurm/J. Dorschner: Messung winkelhängiger Lichtstreuung an mikrometergroßen Staubaggregaten und deren Anwendung in astrophysikalischen Umgebungen (DFG)

## 6 Auswärtige Tätigkeiten

### 6.1 Nationale und internationale Tagungen

- D. Apai:  
 ESO Workshop „VLT View on Star Formation“ (Poster), Garching, April  
 DFG Workshop „Massive Star Formation“ (Vortrag), Weimar, Mai  
 Treff der Nobelpreisträger, Lindau  
 „The Earliest Phases of Massive Star Birth“ (Poster), Boulder, CO, USA, August
- A. Bacmann:  
 DFG Workshop „Massive Star Formation“ (Vortrag), Weimar, Mai  
 HERSCHEL-PACS Consortium Meeting #13, Centre d'Etude de Saclay, Frankreich, Mai
- J. Blum:  
 Landesfachkommissionen Astronomie, Rudolstadt (17.5.01)  
 ESA/PAC Symposium (16.5.–1.6.01), Biarritz, Frankreich (Plenarvortrag)  
 ICCG 13 (31.7.01), Kyoto, Japan  
 DFG-Schwerpunktkolloquium Sternentstehung (12.–13.11.01), Bad Honnef  
 Minisymposium „Extrasolar Planets“ bei JENAM2001 (Vortrag), München, September
- J. Dorschner:  
 JENAM2001, München, September

## Th. Henning:

DFG Workshop „Massive Star Formation“ (Organisation), Weimar, Mai  
 Minisymposium „Extrasolar Planets“ bei JENAM 2001 (Organisation), München, September

## R. Klein:

DFG Workshop „Massive Star Formation“ (Organisation, Vortrag), Weimar, Mai

## I. Pascucci:

ESO Worksp „VLT View on Star Formation“ (Poster), Garching, April  
 DFG Workshop „Massive Star Formation“ (Vortrag), Weimar, Mai  
 Liège International Astrophysical Colloquium (Poster), Juli

## Pfau, W.:

astrobox 2001 – Tagung zur Astronomie und Raumfahrt, Buxtehude, Oktober. Eröffnungsvortrag „Wie lange strahlt die Sonne noch?“ und Leitung Workshop „Auswertung astronomischer Spektren“

## W. Schmitt:

HERSCHEL-PACS Consortium Meeting #12, Observatoire Astronomique de Marseille-Provence, Frankreich, Januar  
 HERSCHEL-PACS Consortium Meeting #13, Centre d'Etude de Saclay, Frankreich, Mai  
 HERSCHEL-PACS Consortium Meeting #14, MPE Garching, September

## K. Schreyer:

Vortrag, Workshop Massive Starformation, Weimar, Mai

## D. Semenov:

All-Russian Astronomical conference 2001 (Poster), St. Petersburg, Rußland, August  
 AIU Workshop (Vortrag), Froschmühle, Oktober  
 NATO advanced research workshop „On the Optics of Cosmic Dust“ (Vortrag), Bratislava, Slowakische Republik, November

## 6.2 Vorträge und Gastaufenthalte

## A. Bacmann:

Observatoire de Bordeaux, Bordeaux, Frankreich, März 01; ESO, Garching, 14.12.01; Osservatorio Astrofisico di Arcetri, Firenze, Italien, 11.12.01.

## J. Blum:

University of Hokkaido, Sapporo, Japan, 27.7.01; University of Kobe, Japan, 2.8.01.

## Th. Henning:

*Eingeladene Vorträge:* Workshop „Astronomie mit Großgeräten“, Potsdam, März; Workshop „Origin and Evolution of Interstellar Silicates“, Leiden, April; ESO Workshop „The Origins of Stars and Planets“, Garching, April; UCL Astronomy Colloquium „Disks in Star and Planet Formation“, London, Juli; Workshop „Massive Star Birth“, Boulder, August; Herschel Workshop, Leiden, Oktober; NATO Adv. Res. Workshop „Optics of Cosmic Dust“, Bratislava, November.  
*Kolloquiumsvorträge:* JPL Pasadena, Februar; Caltech, Februar; Universität Oldenburg, Juli; Konkoly Observatory Budapest, Oktober; Universität Magdeburg, November.

## R. Klein:

Arbeitsaufenthalte am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik: 17.–27.04., 27.08.–07.09. und 25.–26.10.

## W. Pfau:

*Eingeladene Vorträge:* Physikdidaktisches Kolloquium, Universität Erlangen-Nürnberg „Innerer Aufbau und Entwicklung von Sternen“, November; Studium Generale Universität Ulm „Auch Sterne haben eine Geschichte“, Dezember.

W. Schmitt:

Arbeitsaufenthalte am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik:  
30.01.–02.02., 02.–06.04. und 16.–20.07.

### 6.3 Beobachtungsaufenthalte, Meßkampagnen

D. Apai:

Spektroskopische Suche nach massereichen Doppelsternen:  
Calar Alto, 5 Nächte am 2.2-m-Teleskop, Februar und  
Calar Alto, 7 Nächte am 2.2-m-Teleskop, Oktober  
Scheiben um Braune Zwerge: La Silla, Chile, 2 Nächte mit TIMMI2 am 3.6-m-  
Teleskop, Oktober

A. Bacmann:

Suche nach Ausflüssen in massereichen Sternen:  
2 Nächte am SEST, La Silla, Chile, Januar  
Suche nach Klasse-0-Sternen mit TIMMI2 im mittleren Infrarot:  
2 Nächte am 3.6 m, La Silla, Chile, Juni  
Deuterierung von Formaldehyd:  
7 Tage am IRAM-30-m-Teleskop, Pico Veleta, Spanien, August

J. Blum:

Parabelflugkampagne, Bordeaux, Frankreich, 8.–20.10.01

J. Gürtler:

La Silla, Chile, je 2 Nächte mit TIMMI2 am 3.6-m-Teleskop, Januar, September und  
Dezember

R. Klein:

Submillimeter Survey von hellen IRAS-Quellen: 5 Tage am Heinrich-Hertz-Teleskop  
(HHT) Mt. Graham, Arizona, März  
Suche nach massereichen protostellaren Kernen in kalten IRAS-Quellen: 7 Tage am  
Swedisch European Submillimetre Telescope (SEST) La Silla, Chile, Juli

I. Pascucci:

Magnetic fields and star formation: SCUBA am JCMT, Mauna Kea, Hawaii, Septem-  
ber  
Molecular Outflows in a sample of UCHII Regions: IRAM-30-m, Sierra Nevada, Spa-  
nien, Dezember

H. Relke:

Kommissionierung und technische Beobachtung mit TIMMI2 am 3.6-m-Teleskop auf La  
Silla, Chile: jeweils 2 Wochen im Januar, April und Oktober

K. Schreyer:

Beobachtungen am IRAM-30-m-Teleskop, Spanien, Oktober

## 7 Veröffentlichungen

### 7.1 Beiträge in referierten Zeitschriften

Blum, J., Wurm, G.: Drop Tower Experiments on Sticking, Restructuring, and Fragmentation of Preplanetary Dust Aggregates. *Microgravity Sci. Technol.* XIII/1 (2001), 29–34

Fabian, D., Henning, Th., Jäger, C., Mutschke, H., Dorschner, J., Wehrhan, O.: Steps toward interstellar silicate mineralogy. VI. Dependence of crystalline olivine IR spectra on iron content and particle shape. *Astron. Astrophys.* **378** (2001), 228–238

- Fabian, D., Mutschke, H., Posch, T., Kerschbaum, F., Dorschner, J.: Infrared optical Properties of spinels. A study of the carrier of the 13, 17 and 32  $\mu\text{m}$  emission features observed in ISO-SWS spectra of oxygen-rich AGB stars. *Astron. Astrophys.* **373** (2001), 1125–1138
- Grady, C.A., Polomski, E., Henning, Th., Stecklum, B., Woodgate, B., Telesco, C., Pina, R., Plait, P., Gull, T., Boggess, A., Bowers, C., Bruhweiler, F.C., Clampin, M., Danks, A., Green, R. F., Heap, S.R., Hutchings, J.B., Jenkins, E., Kaiser, M., Kimble, R., Kraemer, S., Lindler, D., Linsky, J.L., Maran, S.P., Moos, H.W., Roesler, F., Timothy, J.G., Weistrop, D.: The Disk and Environment of HD 100546. *Am. Astron. Soc. Meeting* **197** (2001), 47.02 = *Astron. J.* **122** (2001), 3396–3406
- Henning, Th., Feldt, M., Stecklum, B., Klein, R.: High-resolution imaging of ultracompact HII regions. III. G11.11–0.40 and G341.21–0.21. *Astron. Astrophys.* **370** (2001), 100–111
- Henning, Th., Lapinoy, A., Schreyer, K., Stecklum, B., Zinchenko, I.: IRAS 12326–6245: Luminous Very Young Stellar Objects with a Massive Molecular Outflow. *Astron. Astrophys.* **364** (2000), 613–624
- Henning, Th., Mutschke, H.: Formation and spectroscopy of carbides. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* **57** (2001), 815–824
- Henning, Th., Wolf, S., Launhardt, R., Waters, R.: Measurements of the Magnetic Field Geometry and Strength in Bok Globules. *Astrophys. J.* **561** (2001), 871–879
- Hofner, P., Wiesemeyer, H., Henning, Th.: A High-Velocity Molecular Outflow from the G9.62+0.19 Star-forming Region. *Astrophys. J.* **549** (2001), 425–432
- Kley, W., D’Angelo, G., Henning, Th.: Three-dimensional Simulations of a Planet Embedded in a Protoplanetary Disk. *Astrophys. J.* **547** (2001), 457–464
- Palomba, E., Poppe, T., Colangeli, L., Palumbo, P., Perrin, J. M., Bussoletti, E., Henning, Th.: The sticking efficiency of quartz crystals for cosmic sub-micron grain collection. *Planet. Space Sci.* **49** (2001), 919–926
- Poppe, T., Schräpler, R., Blum, J.: Collisional Grain Charging and Sticking Efficiency of Cometary Dust on ROSETTA Spacecraft Materials: State of an Experimental Study. *Meteoritics Planet. Sci.* **36** (2001), A164
- Steinacker, A., Henning, Th.: Global Three-dimensional Magnetohydrodynamic Simulations of Accretion Disks and the Surrounding Magnetosphere. *Astrophys. J.* **554** (2001), 514–527
- Tehrani, S., Giovane, F., Blum, J., Xu, Y., Gustafson, B.A.S.: Photophoresis of Micron-sized Particles in the Free-Molecular Regime. *J. Heat Mass Transfer* **44** (2001), 1649–1657
- Wurm, G., Blum, J., Colwell, J. E.: NOTE: A New Mechanism Relevant to the Formation of Planetesimals in the Solar Nebula. *Icarus* **151** (2001), 318–321
- Wurm, G., Blum, J., Colwell, J.: Aerodynamic Sticking of Dust Aggregates. *Phys. Rev. E* **64** (2001), 064301

## 7.2 Eingeladene Übersichtsartikel

- Mukai, T., Blum, J., Nakamura, A., Johnson, R.E., Havnes, O.: Physical Processes on Interplanetary Dust. In: Grün, E., Gustafson, B., Dermott, S., Fechtig, H. (eds.): *Interplanetary Dust*. *Astron. Astrophys. Libr.* (2001), 445–507
- Henning, Th.: Infrared Spectroscopy of Cosmic Grains – Contributions from Laboratory Astrophysics. In: Salama, A., Kessler, M.F., Leech, K., Schulz, B. (eds.): *ISO beyond the peaks: The 2nd ISO workshop on analytical spectroscopy*. ESA-SP 456

Dorschner, J.: Interstellar Dust and Circumstellar Dust Disks. In: Grün, E., Gustafson, B., Dermott, S., Fechtig, H. (eds.): *Interplanetary Dust*. *Astron. Astrophys. Libr.* (2001), 727–786

### 7.3 Konferenzbeiträge

Blum, J.: Steps Towards a Collision Model of Preplanetary Dust Agglomerates. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 39

Blum, J.: Interactions in Cosmic and Atmospheric Particle Systems. ICAPS. ESA SP-454, (2001), 747–753

Blum, J., Wurm, G., Kempf, S.: The Onset of Planetesimal Formation - Results from the Cosmic Dust Aggregation Experiment (CODAG), American Astronomical Society, DPS meeting 32, 53.03

Burfeindt, J., Castegini, R., Seurig, R., Stuffer, T., Blum, J.: The Dust Particle Facility, a Facility for the ISS: Status Report. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 39

Clément, D., Mutschke, H., Henning, Th.: IR Matrix Isolation Spectroscopy of SiC Nanoparticles from Laser-Induced Gas-Pyrolysis. Poster at the Symposium Observation, Analysis and Theory of Astronomical and Laboratory Spectra, Canterbury, UK, Sept. 2000

D'Angelo, G., Henning, Th., Kley, W.: Protoplanets and their Environment. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 148

Fabian, D., Jäger, C., Henning, Th., Dorschner, J., Mutschke, H.: Amorphous to crystalline transition of magnesium silicate and silica nanoparticles. In: Salama, A., Kessler, M.F., Leech, K., Schulz, B. (eds.): *ISO beyond the peaks: The 2nd ISO workshop on analytical spectroscopy*. ESA-SP 456

Klein, R., Henning, Th., Looney, L.W., Geis, N., Genzel, R., Poglitsch, A., Raab, W., Rosenthal, D.: FIFI-LS: The Field-Imaging Far-Infrared Line Spectrometer for SOFIA. In: Ferland, G., Savin, D.W. (eds.): *Spectroscopic Challenges of Photoionized Plasmas*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **247** (2001), 515

Poppe, T., Schräpler, R.: Experiments on Collisional Tribocharging of Cosmic Grains. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 38

Schräpler, R., Henning, Th.: Dust Diffusion in Protoplanetary Disks. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **18** (2001), 149

### 7.4 Populärwissenschaftliche und sonstige Veröffentlichungen

Blum, J.: Planetesimalentstehung im frühen Sonnensystem. *Sterne Weltraum* **40** (2001), 342–348

Henning, Th.: Die Geschichte der Sternentstehung – Ein Blick ins kalte Universum. In: Müller-Krumbhaar, H., Wagner, H.-F. (Hrsg.): *... und Er würfelt doch!* Wiley-VCH, Berlin (2001), 60–69

Pfau, W.: Fremde Planetensysteme im All. *Sterne Weltraum* **40** (2001), 20–27

Pfau, W.: OB- und T-Assoziationen als Orte der Sternentstehung. *Astronomie + Raumfahrt* **38** (2001), Heft 6, 30–33

Thomas Henning

