

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: obs@astro.uni-jena.de; WWW: <http://www.astro.uni-jena.de>

0 Allgemeines

Th. Henning nahm den Ruf auf die C4-Professur für Astrophysik an. Er wurde mit dem Forschungspreis 1998 für Grundlagenforschung des Thüringer Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst ausgezeichnet.

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 (DLR) [-33], Dr. J. Dorschner [-37], Dr. E. Glauche (Thür. Ministerium f. WFK), Dr. J. Gürtler [-16], Dr. C. Jäger (DFG) [-35], Dr. R. Launhardt (BMBF, bis 28.02.98), Dr. B. Michel (DFG, bis 28.02.98), Dr. H. Mutschke (MPG) [-33], Dr. S. Pfalzner (Habil.-stip. DFG) [-48], Dr. H. Relke (BMBF) [-27], Dr. H.-G. Reimann [-15], Dr.-Ing. R. Schielicke [-26], Dr. W. Schmitt (ESA, bis 30.09.98), Dr. K. Schreyer (BMBF bis 31.03.98, danach Landesstelle) [-18], Dr. A. Steinacker (DFG) [-48], Dr. J. Steinacker [-45], Dr. G. Wurm (DLR) [-44].

Doktoranden:

Dipl.-Phys. A. Burkert (MPG, bis 31.08.98), Dipl.-Chem. D. Clément (DFG), Dipl.-Phys. D. Fabian (DFG, ab 15.06.98), Dipl.-Phys. M. Feldt, Dipl.-Phys. M. Ilgner (DFG), Dipl.-Phys. L.-O. Heim (DFG), Dipl.-Phys. A. Heines (MPG), Dipl.-Phys. S. Kempf (DFG, bis 31.07.98), Dipl.-Phys. H. Klahr (MPG, bis 30.06.98), Dipl.-Phys. R. Klein (BMBF), Dipl.-Phys. T. Poppe (Krupp-Stiftung), Dipl.-Phys. M. Schnaiter (Thür. Ministerium f. WFK), Dipl.-Phys. R. Schräpler (DFG), Dipl.-Phys. St. Wagner (BMBF, bis 30.06.98).

Diplomanden:

J. Drosihn, F. Hanel, H. Linz.

Sekretariat und Verwaltung:

A. Holthaus [-31], M. Müller [-01], Dipl.-Übers. A. Schneider (bis 31.01.98).

Technisches Personal:

G. Born (MPG), Dipl.-Phys. W. Teuschel, Dipl.-Phys. U. Weinert (BMBF), Dipl.-Inform. J. Weiprecht.

O. Fischer [-14] arbeitet weiterhin in der Arbeitsgruppe „Didaktik des Physik- und Astronomie-Unterrichts“ der Fakultät an seiner Habilitationsschrift zur Thematik der astronomischen Bildung in der Schule. Er engagiert sich aber daneben bei Lehr- und Forschungsaufgaben des Instituts.

1.2 Instrumente

TIMMI 2

Im Berichtsjahr kam die Detailkonstruktion dieses zum Einsatz am 3.6-m-Teleskop der ESO vorgesehenen Kamerasystems (Thermal Infrared Multimode Instrument) für Abbildung und (Langspalt-)Spektroskopie bei 10 und 20 μm ($\lambda/\Delta\lambda \sim 300$) und für abbildende Polarimetrie bei 10 μm Wellenlänge im wesentlichen zum Abschluß. Der Vakuumbehälter, fast alle optischen Komponenten und die elektrischen und mechanischen Durchführungen wurden angeschafft. In einem Testkryostaten erfolgten Vorversuche u.a. zur Auswahl der Positions- und Temperatursensoren, zur Positioniergenauigkeit der Antriebe und zur Dämpfung der Schwingungen des Kaltkopfes. Verschiedene konstruktive und technische Lösungen konnten von der ESO übernommen werden. Die Konzeption der Datenübernahme und Steuerung der Motorik und Sensorik wurde festgelegt sowie entsprechende Hardware angeschafft und getestet.

Verstärkt vorangetrieben wurde auch die Entwicklung der Software für den Betrieb von TIMMI 2. Das betraf sowohl das Nutzer-Interface als auch die Online-Datenreduktion unter MIDAS. Die Bildverarbeitungssoftware wird in enger Kooperation mit Kollegen der Sternwarte Wien erarbeitet.

Zeitliche Verzögerungen in der Entwicklung ergaben sich vor allem durch Lieferschwierigkeiten bei verschiedenen wichtigen Komponenten, insbesondere dem IR-Array und der Ausleseelektronik.

Der Bau von TIMMI 2 wird durch die Verbundforschung Astronomie/Astrophysik (BMBF) gefördert. (Projektleiter W. Pfau, verantwortlicher Bearbeiter H.-G. Reimann, Mitarbeiter H. Relke, S. Wagner, U. Weinert, Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der ESO in Garching sowie mit J. Hron und M. Sperl, Wien).

FIRST

Im Rahmen der von der ESA geförderten Entwicklung eines GaAs-Detektors (Technologieentwicklung für FIRST) kam die Entwicklung eines *Data Analysis Software*-Systems (basierend auf IDL) zum Abschluß und wurde übergeben (Projektleiter Th. Henning, verantwortlicher Bearbeiter W. Schmitt). Als Co-I des PACS-Instruments für FIRST nahm Th. Henning an verschiedenen Treffen teil und war an der Ausarbeitung des Projektvorschlags beteiligt.

SOFIA-Field-Imaging Far-Infrared Line Spectrometer (FIFI-LS)

Th. Henning ist Co-I des FIFI-Instruments für SOFIA und war an der Gerätedefinition sowie am Projektvorschlag beteiligt. Am MPE Garching haben die Arbeiten an dem Gerät inzwischen begonnen, aus der Jenaer Gruppe kommen Beiträge zur Software-Entwicklung.

Das CODAG-Experiment

Nach etwa 5jähriger Entwicklungszeit stand das Berichtsjahr für das CODAG-Experiment (Cosmic Dust Aggregation) ganz im Zeichen seiner Durchführung. Abschließende Funktionstests und Kalibrierungen wurden in der ersten Hälfte des Jahres ausgeführt. Nach dem Transport in die USA wurde das Experiment einer abschließenden Integration und

Begutachtung durch die NASA unterzogen und Anfang August in einen *Get Away Special* Container eingebaut, um Ende Oktober dann an Bord des Space Shuttles „Discovery“ im Rahmen der STS-95 Mission gestartet zu werden. Geplant waren 10 Einzelexperimente von jeweils 5 Stunden Dauer, in denen eine Staubwolke aus wohldefinierten Partikeln erzeugt werden sollte, um hauptsächlich deren Aggregation aufgrund Brownscher Bewegung mittels zweier orthogonaler Mikroskope und angeschlossener digitaler CCD-Kameras zu beobachten. Die gesamte Experimentsteuerung wurde dabei von einem eigens entwickelten Rechnersystem übernommen. Eine erste Analyse ergab, daß die Batterie für 9 der 10 Experimente Energie lieferte, bevor sie entladen war. Die Temperaturen, denen das Experiment ausgesetzt war, lagen während der gesamten Zeit in moderaten Bereichen um 30°C. Der technische Experimentablauf und die Datenaufnahme funktionierten im wesentlichen wie geplant. Erste Bilder von Staubaggregaten im gemeinsamen Fokus beider Mikroskope konnten gewonnen werden und ermöglichen eine dreidimensionale Rekonstruktion. Derzeit erfolgt die Aufbereitung und Auswertung der etwa 500 000 Bilder (Projektleiter J. Blum).

Zusammenarbeit mit der ESA

Der Versuchsaufbau zur Untersuchung von Staubteilchenstößen auf Targets wurde im Berichtsjahr für die Vorbereitung einer experimentellen Studie im Auftrag der ESA für das Projekt Rosetta verwendet. Ziel der Arbeit war es, die Verwendbarkeit der in Jena entwickelten Apparatur auf ihre Eignung zur Simulation der Effekte, die beim Auftreffen der freigesetzten Kometenstaubteilchen auf die verschiedenen Materialien der Sonde auftreten, zu testen. Die vorhandene experimentelle Technik erwies sich als geeignet, um eine Laborstudie zu dem von der ESA gewünschten Problemkreis zu erstellen. Der ESA wurde ein entsprechendes Angebot unterbreitet (J. Blum, T. Poppe, Th. Henning).

Die an dem von der ESA 1997 eingerichteten „Topical Team“ zum Thema Staubdispergierung und -aggregation mitarbeitenden Kollegen haben an mehreren Treffen (Noordwijk, Monselice, Paris) teilgenommen. Ziel war die Erarbeitung von Vorschlägen für künftige Weltraumexperimente zu diesem Themenkreis. Zur Einreichung an die ESA wurden entsprechende Vorschläge für künftige Mikrogravitationsexperimente und einen entsprechenden Versuchsaufbau auf der Internationalen Raumstation vorbereitet. Sie beinhalten auch Versuche zum Aggregationsverhalten präplanetaren Staubes und zur Ermittlung der optischen und mechanischen Eigenschaften von Regolith (Th. Henning, J. Blum, T. Poppe).

Mitwirkung am Large Binocular Telescope

Zur langfristigen Sicherung unseres Zugangs zu räumlich hochauflösenden Beobachtungen wird weiterhin die Mitwirkung an der Geräteausstattung (PI-Instrumente) des LBT angestrebt. In Abstimmung mit Vertretern der deutschen LBT-Betreibergesellschaft geht es speziell um den Bau eines Weitfeld-Kamerasystems zur interferometrischen Messung (Abbildung, Polarimetrie, GRISM-Spektrometrie) im Wellenlängenbereich des thermischen Infrarot. Zur Realisierung des Vorhabens wurde eine Phase-A-Studie für ein solches Kamerasystem vorbereitet (W. Pfau mit B. Stecklum, Tautenburg).

1.3 Gebäude und Bibliothek

Der Aufbau des Infrarotlabors in der Außenstation Großschwabhausen wurde durch Installation einer zentralen Kühlwasserversorgung (11,4 kW) vorangetrieben. Der Bestand der Bibliothek konnte um 73 Bände, z.T. aus Drittmitteln, erweitert werden. Die WWW-Homepage des Instituts wurde wie bisher durch M. Feldt betreut.

2 Gäste

Für jeweils mindestens eine Woche hielten sich am Institut auf:

- P. Ábrahám, Heidelberg (Juli 98)
- V. Agapitou, London (August bis November 98)
- A. Andersen, Kopenhagen (Juni/Juli 98)
- A. Braatz, Mainz (mehrfach)
- V. Farafonov, St. Petersburg (Oktober 98)
- F. Molster, Amsterdam (Februar/März 98)
- G. Szécsényi-Nagy, Budapest (Februar 1998)
- A. Tadross, Kairo (DAAD, seit November 98)
- N. Voshchinnikov, St. Petersburg (Oktober 98)
- R. Waters, Amsterdam (mehrfach)

3 Lehrtätigkeit und Gremientätigkeit

3.1 Lehrtätigkeiten

- J. Dorschner und J. Gürtler: Das Sonnensystem, WS 1997/98, WS 1998/99 (mit Übungen)
- Th. Henning: Grundkurs Astrophysik I, WS 1997/98 (J. Steinacker: dazu Übungen),
Grundkurs Astrophysik II, SS 1998,
Akkretion in der Astrophysik, WS 1998/99,
Seminar zur Theoretischen Astrophysik, WS 1997/98, SS 1998, WS 1998/99,
- Th. Henning mit J. Solf, Tautenburg: Spezialseminar zum Grundkurs Astrophysik,
SS 1998,
- Th. Henning mit S. Pfalzner: Simulationsmethoden von Vielteilchensystemen, WS 1997/98,
- Th. Henning mit H. Mutschke: Seminar zur Laborastrophysik, WS 1997/98, SS 1998,
WS 1998/99
- W. Pfau: Einführung in die Astronomie, SS 1998, (J. Gürtler: dazu Übungen),
Grundkurs Astrophysik I, WS 1998/99 (J. Steinacker: dazu Übungen),
Interstellare Materie, WS 1997/98,
Sterne in besonderen Entwicklungsphasen, WS 1998/99,
Seminar zur beobachtenden Astrophysik, WS 1997/98, SS 1998, WS 1998/99
- W. Pfau mit O. Fischer: Astronomische Polarimetrie, SS 1998
- W. Pfau mit Th. Henning: Astronomische Computeraufgaben, WS 1997/98, SS 1998,
WS 1998/99,

H.-G. Reimann (als Leiter): Astronomisches Praktikum WS 1997/98, SS 1998, WS 1998/99

M. Feldt, K. Schreyer, J. Steinacker: Mitarbeit im Physikalischen Praktikum im Rahmen der Physikausbildung an der Fakultät.

H.-G. Reimann und O. Fischer betreuten im Rahmen des Fortgeschrittenenpraktikums für Physiker einen Versuch zu den Themen abbildende Polarimetrie mit Savartplatte, Polarisation im visuellen und im mittleren Infrarot und Erstellung und Interpretation von astronomischen Polarisationskarten.

Als Ergebnis unserer mehrjährigen Bemühungen ist im Berichtsjahr im Freistaat Thüringen eine Regelung wirksam geworden, die ausgebildeten Lehrern für das Fach Astronomie nunmehr den Erwerb eines Staatsexamens ermöglicht. Damit ist die Ausbildung von Astronomie-Lehrern in Thüringen wieder auf eine sichere Basis gestellt worden. Die Vorbereitung auf die Staatsprüfung kann an der Friedrich-Schiller-Universität Jena als Ergänzungsstudiengang des Direktstudiums erfolgen. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit eines 4semestrigen Teilzeitstudiums für Lehrer, die sich bereits im Schuldienst befinden. Diese Studienform wird zur Zeit von Lehrern vorwiegend aus Thüringen, aber auch aus Hessen und Niedersachsen genutzt.

Im Rahmen der astronomischen Öffentlichkeitsarbeit, Lehrerfortbildung etc. wurden durch J. Dorschner, Th. Henning, W. Pfau und H.-G. Reimann eine Reihe von Veranstaltungen bestritten.

3.2 Gremientätigkeit

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

J. Dorschner: IAU, Kommissionen 34 und 51

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; Mitglied des Organizing Committee und der

Working Group „Star Formation“

ESO OPC Intergalaktische und interstellare Materie

Mitglied im Programmausschuß des Heinrich-Hertz-Teleskops

Gutachterausschuß „Astronomie/Astrophysik“ (Verbundforschung)

Gutachterausschuß „Extraterrestrische Grundlagenforschung“ (DARA/DLR)

Gutachter SFB 439 „Galaxien im jungen Universum“ (DFG)

Sprecher des DFG-Schwerpunktprogramms „Physik der Sternentstehung“

Mitglied des ESFON-Netzwerkes

ESA Topical Team „Pre-Planetary Dust Aggregation and Related Subjects“

ESO-VLT Instrument Science Team für VISIR

W. Pfau: Vorsitzender der Astronomischen Gesellschaft

IAU, Kommission 25

Fachgutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft

Mitglied im Programmkomitee des DSAZ, Calar-Alto-Observatorium

Mitherausgeber der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“

Jurorentätigkeit beim Bundeswettbewerb „Jugend forscht“

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

4 Wissenschaftliche Arbeiten

4.1 Theoriegruppe

Mehrdimensionaler Kontinuumsstrahlungstransport

Das in den letzten Jahren in der Arbeitsgruppe entwickelte Monte-Carlo-Strahlungstransportprogramm wurde beträchtlich modifiziert und erweitert. In der ursprünglichen Version erlaubte es die Berechnung von Polarisationskarten für axialsymmetrische (2D), zumindest stückweise analytisch beschreibbare Stauidichtekonfigurationen. Die Auswertung der geplanten Polarisationsbeobachtungen junger Doppelsternsysteme, bei denen zwei Strahlungsquellen (Sterne) zu berücksichtigen sind und eine nicht mehr axialsymmetrische, sondern dreidimensionale Dichteverteilung vorliegt, ist hiermit allerdings nicht möglich. Desweiteren muß die Temperaturverteilung in der zirkumstellaren Stauidkonfiguration berechnet werden. Daher wurde das Programm in mehrfacher Hinsicht erweitert: 1. Das Strahlungstransportproblem wird jetzt selbstkonsistent behandelt. Die Stauidtemperatur muß nicht mehr mit anderen Strahlungstransportprogrammen berechnet werden, sondern folgt direkt aus der im Programm behandelten Energiebilanzgleichung. 2. Zusätzlich zur Rayleigh/Mie-Streuung wird Thomson-Streuung betrachtet. 3. Die Dichteverteilung des streuenden Mediums ist beliebig definierbar. Dabei können die Dichteverteilungen mehrerer Streukomponenten (Stauidpartikel, Elektronen) unabhängig voneinander vorgegeben werden. 4. Die räumliche Verteilung, Ausdehnung und spektrale Energieverteilung der Sterne oder anderer Strahlungsquellen (z.B. aktive Akkretionsscheiben) sind frei vorgebar.

5. Zusätzlich zu den Polarisations- und Intensitätskarten kann die spektrale Energieverteilung für beliebige Sichtwinkel auf das modellierte Objekt berechnet werden. – Es liegt somit der *erste* Monte-Carlo-Code für die selbstkonsistente Behandlung des Kontinuumsstrahlungstransports in dreidimensionalen Konfigurationen vor (Th. Henning mit B. Stecklum und S. Wolf, beide Tautenburg).

Das gitterorientierte 3D-Programm STEINRAY wurde mit einem neuen Gittergenerator ausgestattet. Aufgrund der Frequenzabhängigkeit der optischen Tiefe hatten Testläufe große Diskretisierungsfehler aufgedeckt, die durch den Einsatz eines frequenzunabhängigen Gitters entstanden. Der Generator errechnet für jede Frequenz ein adaptives Gitter, dessen linearer Diskretisierungsfehler unter einer gegebenen Schranke liegt. Mit Verwendung eines Finite-Differenzen-Schemas 2. Ordnung ist damit sichergestellt, daß die Diskretisierungsfehler vernachlässigbar sind. Da der Strahlungstransport ein Randwertproblem darstellt, muß die Diskretisierung des Differenzschemas der Strahlrichtung angepaßt werden. Für die neuen adaptiven Gitter wurden Renumerierungsalgorithmen entwickelt, die eine Vorberechnung der Gitter für jede Frequenz zulassen, ohne den Speicherbedarf zu erhöhen. Die selbstkonsistente Bestimmung der Temperatur macht eine Interpolation der Intensitätswerte auf den verschiedenen Gittern bezüglich eines Raumpunktes notwendig. Da die Gitter adaptiv und damit nichtlinear sind, wurde ein 3D-12-Punkte-Interpolationsverfahren zweiter Ordnung implementiert, um die Fehler in der Energiebilanz klein zu halten (J. Steinacker).

Aktive galaktische Kerne

Unter Anwendung des Monte-Carlo-Codes wurde der Strahlungstransport in aktiven galaktischen Kernen (AGN) simuliert. Ein Ziel dieser Untersuchungen war es, aus dem Polarisationsverhalten der von AGN empfangenen Strahlung ($\lambda = 0.1 \dots 1 \mu\text{m}$) Rückschlüsse auf die Struktur des Torus und die Dichteverteilung des Staubes bzw. der freien Elektronen zu ziehen. Es zeigte sich, daß die bei einigen AGN beobachtete Wellenlängenabhängigkeit der linearen Polarisation durch Streuung der Strahlung an Staubpartikeln in den optisch dünnen Öffnungskegeln erklärt werden kann. Die zusätzliche Anwesenheit von Elektronen führt zu einer Erhöhung des Absolutbetrages der Polarisation. Auch wirken sich die Torusgeometrie, das Dichteprofil wie auch die räumliche Verteilung der thermischen Reemission auf den Polarisationsgrad aus. Es wurde herausgefunden, daß Mehrfachstreuung in den Öffnungskegeln nur im Falle optischer Tiefen oberhalb ≈ 0.1 von Bedeutung ist (Th. Henning mit S. Wolf, Tautenburg).

‘Smooth particle hydrodynamics’ für Akkretionsscheiben

In Zusammenarbeit mit R. Speith (Tübingen) wurde ein „Smooth particle code“ (SPH-Code) für Akkretionsscheiben entwickelt. Dieser erlaubt auch die Berechnung der Eigengravitation der Teilchen untereinander. Um eine effiziente Berechnung der langreichweitigen Gravitationskräfte zu gewährleisten, wurde ein hierarchischer *Tree Code* entwickelt. Dabei wird das Verfahren sowohl in seiner üblichen Form verwendet, um langreichweitige Kräfte effizient zu beschreiben, als auch um die hierarchische Datenstruktur zur Suche der nächsten Nachbarn für kurzreichweitige Kräfte zu nutzen. Der *Tree Code* erwies sich als besonders elegante Methode, da die gleiche Datenstruktur für kurz- und langreichweitige Kräfte verwendet werden kann.

Die Codeentwicklung ist inzwischen vollständig abgeschlossen. Obwohl die Ergebnisse, die man mit SPH-Methoden und anderen hydrodynamischen Verfahren erhält, in den wesentlichen Punkten übereinstimmen, gibt es Unterschiede in den Details. Daher wird untersucht werden, welche der Methoden realistischere Ergebnisse liefert. Außerdem wird derzeit schwerpunktmäßig die Signifikanz der Eigengravitation für Akkretionsscheiben mit einem Zentralkörper und der Massenübertrag bei der Kollision zweier Akkretionsscheiben untersucht (S. Pfalzner mit R. Speith, Tübingen).

Globale 3D-MHD-Simulationen von Akkretionsscheiben und der umliegenden Korona

Mit Hilfe des MHD-Codes Nirvana wurde die erste globale 3D-MHD-Simulation einer Akkretionsscheibe unter Berücksichtigung ihrer Wechselwirkung mit der umliegenden Korona über einen Zeitraum von mehreren Keplerperioden am Innenrand der Scheibe durchgeführt. Ausgangspunkt war dabei eine geometrisch dünne Scheibe, die eingebettet ist in eine dünne, heiße Korona, mit der sie sich im hydrostatischen Gleichgewicht befindet. Der Einfluß verschiedener a) Rotationsprofile der Korona, b) Dichtegradienten zwischen Scheibe und Korona und c) Magnetfeldstärken des zur Rotationsachse parallelen Magnetfeldes (dessen Wert jedoch geringer als der Äquipartitionswert ist) auf das System wurden untersucht. Das Kriterium für das Anwachsen der Balbus-Hawley-Instabilität (BHI) war in allen Fällen erfüllt. Zusätzlich wurden Simulationen mit einem rein toroidalen Anfangsmagnetfeld durchgeführt.

Der Übergang von 2D- zu 3D-Modellen führt zu Änderungen sowohl in der Scheibe als auch in dem Ausfluß, der anfänglich durch Druckgradienten des an der Scheibenoberfläche durch Scherung erzeugten toroidalen Magnetfeldes angetrieben wird. Wir folgern, daß die in der Scheibe infolge der BHI entstehende „Kanal-Lösung“ früher in Turbulenz zerfällt, als es die lokalen Simulationen voraussagen, und daß der Zeitpunkt des Zerfalls von den gegebenen physikalischen Parametern abhängt. Das toroidale Magnetfeld unterliegt Vorzeichenänderungen, wann immer sich die Anzahl der Kanäle in einer gegebenen z -Ebene in der Scheibe ändert, eine Konfiguration, die zu Rekonnexion führen und das Anwachsen der Instabilität stoppen kann. Die in der Korona entstehende Magnetfeldkonfiguration begünstigt den Antrieb eines Windes durch den Magnetozenrifugaleffekt und dies selbst dann, wenn die Feldlinien ursprünglich parallel zur Rotationsachse verlaufen. Der entstehende Wind ist zunächst nicht stationär. Von der Scheibenoberfläche breiten sich MHD-Wellen in die Korona mit einer Geschwindigkeit aus, die geringer als die Alfvégeschwindigkeit ist. Die Wellen werden durch Scherung an der Scheibenoberfläche erzeugt. Deren Wellenlänge verhält sich proportional zur Stärke des Hintergrundmagnetfeldes und umgekehrt proportional zur Dichte in der Korona. Die Wahl einer rotierenden Korona führt zu einem späteren Auftreten der Wellen, falls das Anfangsmagnetfeld keine Komponente in azimuthaler Richtung hat. Die Wellen können möglicherweise für den Drehimpulstransport zwischen Scheibe und Korona verantwortlich sein und die Korona heizen. Im Falle eines ursprünglich rein toroidalen Magnetfeldes treten keine Wellen auf, und der geordnete Akkretionsfluß zerfällt in Übereinstimmung mit lokalen Simulationen nach etwa fünf Keplerperioden in turbulente Bewegung, während die Scheibenoberfläche Hinweise für das Auftreten der Parker-Instabilität zeigt (A. Steinacker, Th. Henning).

Chemische Entwicklung in protoplanetaren Akkretionsscheiben

Auf der Basis chemischer Netzwerkrechnungen wurde für den quasistationären Fall die radiale Verteilung der Molekülhäufigkeiten in einer protoplanetaren Akkretionsscheibe für den radialen Bereich zwischen 0,1 und 100 AE bestimmt. Ein stationärer Zustand ist gewährleistet, sobald das Verhältnis zwischen der Zeitskala für die chemische Entwicklung und der diffusiven Zeitskala klein gegen 1 ist. Neben Reaktionen in der Gasphase konnten auch Wechselwirkungen zwischen den Staub- und Gasteilchen berücksichtigt werden. Ferner fanden Desorptionsprozesse und Strahlungsfelder Berücksichtigung.

Weiterhin wurden 1D-Simulationsrechnungen für den nichtstationären Fall durchgeführt. Auf der Grundlage eines Atmosphärenmodells konnte die chemische Entwicklung der Moleküle vertikal aufgelöst betrachtet werden. Aufgrund bestehender vertikaler Konzentrationsgradienten wurde ein Modell entwickelt, welches auf dem „Hintergrund“ des turbulenten Scheibengases diffusive Prozesse berücksichtigt (Th. Henning, H. Klahr, M. Ilgner mit T. Millar, UMIST Manchester/UK und K. Willacy, UMIST Machester/JPL Pasadena).

Staubentwicklung in Akkretionsscheiben

Es wurde die vertikale Sedimentation von Staubteilchen in einer protoplanetaren Akkretionsscheibe betrachtet. Für den dabei wichtigen Diffusionskoeffizienten D standen bisher

nur analytische Abschätzungen zur Verfügung. Wir benutzten einen Diffusionskoeffizienten, der direkt aus der Kontinuitätsgleichung der Verteilungsfunktion des Staubes berechnet wurde, und paßten ihn an ein Turbulenzmodell an. Die Modellrechnungen ergaben, daß Staubteilchen bei Stokeszahlen $> 10^{-3}$ viel besser vom Gas der Akkretionsscheibe entkoppelt sind, als dies bisher angenommen wurde. Die verbesserte Entkopplung führt zu einer Dichteerhöhung in der Mittelebene der Staubscheibe um den Faktor 5 bei Stokeszahlen $St \approx 0.1$. Durch diesen Effekt ergibt sich eine deutliche Beschleunigung des Staubwachstums im Zentimeter- bis Meter-Größenbereich in der Mittelebene der Scheibe. Gegenwärtig wird ein Modell entwickelt, das weitere Staubtransporteffekte und Staubkoagulation berücksichtigen wird (M. Schräpler, Th. Henning).

Zur Untersuchung der frühesten Phasen der Planetenentstehung nutzten wir das im Vorjahr erstellte N-Teilchenmodell `brown2`. Dieses Modell simuliert das Wachstum von Staubteilchen aufgrund ihrer thermischen Bewegung bei sehr kleinen Anzahldichten und geringen Gasdichten. Der neuentwickelte Algorithmus ermöglichte erstmalig eine selbstkonsistente Beschreibung des Wachstums. Wir untersuchten sowohl das Wachstum aufgrund der Brownschen Bewegung als auch das Brownsche Wachstum in einem konstanten, schwachen Gravitationsfeld. Um den Einfluß der anfänglichen Anzahldichte des Staubes n_0 auf das Wachstum analysieren zu können, wurden Simulationen für Anzahldichten zwischen $10^7 \dots 10^9 \text{ m}^{-3}$ ausgeführt.

Es zeigte sich, daß die selbstkonsistente Behandlung des Wachstums für astrophysikalisch relevante Teilchenanzahl-dichten zu wichtigen neuen Erkenntnissen führt: 1. Die fraktale Dimension eines einzelnen Aggregates kann aus prinzipiellen Gründen nicht eindeutig bestimmt werden. Dies hat zur Folge, daß jede Vereinbarung einer Meßvorschrift für die Dimension eine gewisse Willkür beinhaltet. Allerdings wird der Mittelwert der fraktalen Dimensionen aller Cluster zu einem festen Zeitpunkt von der Wahl der Meßvorschrift nicht beeinflusst. 2. Die aus den Simulationsrechnungen des Brownschen Staubwachstums bestimmte fraktale Dimension der Staubteilchen von $D_m \sim 1.8$ hängt nicht von der Staubanzahl-dichte in der Scheibe ab. Auch ein überlagertes konstantes Schwerfeld beeinflusst D_m nicht. 3. Die Verteilung der fraktalen Dimensionen der Staubaggregate zu festen Zeiten ist sehr breit. Ungefähr 10% der Staubteilchen haben eine fraktale Dimension größer als 2. 4. Obwohl die mittlere fraktale Dimension der Staubteilchen kleiner als 2 ist (CCA-Wachstum), wächst die Ankoppelzeit ungefähr wie $R^{1/5}$. Die Ursache hierfür ist, daß die fraktale Dimension der Teilchenoberfläche ~ 1.6 und nicht wie häufig angenommen 2 ist. 5. Das Massenspektrum $n_s(t)$ des Brownschen Staubwachstum entwickelt sich selbstähnlich. Für das Brownsche Staubwachstum wurde aus den simulierten Spektren ermittelt, daß die mittlere Aggregatmasse wie $t^{1.3 \dots 1.8}$ wächst. 6. Die zeitliche Zunahme der Ankoppelzeit der Staubteilchen ist nicht groß genug, um innerhalb der Lebenszeit der protoplanetaren Scheibe an das effektive turbulenzinduzierte Staubwachstum ankoppeln zu können. 7. Für die astrophysikalisch relevanten sehr kleinen Anzahldichten des Staubes wird das Wachstum durch räumliche Dichtefluktuationen beeinflusst. Aus diesem Grund beschreibt die klassische Smoluchowski-Theorie das Brownsche Staubwachstum bei sehr kleinen Dichten ($n_0 \sim 10^9 \text{ m}^{-3}$) nicht korrekt. Dagegen ist die Lösung der Smoluchowski-Gleichung mit dem Kern des ballistischen Wachstums von CCA-Teilchen eine gute Näherung für das Staubwachstum bei mittleren Dichten ($n_0 > 10^9 \text{ m}^{-3}$). 8. Entgegen den Annahmen der klassischen Smoluchowski-Theorie sind die Stoßraten K_{ij} des Brownschen Staubwachstums für Clustermassen $s > 2$ sehr schwach zeitabhängig. 9. Die analytische Form von K_{ij} des Brownschen Staubwachstums bei mittleren Anzahldichten ($n_0 > 10^9 \text{ m}^{-3}$) kann in erster Näherung durch den Kern des ballistischen Cluster-Cluster-Wachstums dargestellt werden (S. Kempf, S. Pfalzner, Th. Henning).

4.2 Beobachtergruppe

Junge stellare Objekte und Sternentstehungsgebiete

Im Rahmen der ISO-Beobachtungen von massereichen Sternentstehungs-Regionen sind besonders die Ergebnisse der CVF-Beobachtungen von M17-Nord (R. Klein, Th. Henning mit

D. Cesarsky, Paris) hervorzuheben. Es wurde ein erstaunlich helles Objekt im mittleren Infrarot entdeckt, bei dem es sich um einen jungen Stern mit einer Scheibe handeln könnte. Aus der räumlichen Verteilung der Emissionslinien von Edelgasen konnte die Existenz eines O-Sterns in M17-Nord abgeleitet und Schlußfolgerungen über die Geometrie des Gebietes gezogen werden.

Ein weiterer Schwerpunkt war die H II-Region N 160 A in der Großen Magellanschen Wolke. Zum ersten Mal ließ sich das junge stellare Objekt N 160 A-IR von den anderen Objekten getrennt im nahen Infrarot darstellen. Ein komplettes Infrarotspektrum (5–45 μm) wurde mit den beiden Spektrometern (SWS/LWS) des Satelliten ISO gemessen. Diese Beobachtungen machten es möglich, ein 1D-Strahlungstransportmodell der Quelle zu erstellen und die Leuchtkraft des eingebetteten massereichen Sterns und die Masse der Wolke und ihre Materieverteilung abzuschätzen (Th. Henning, R. Klein).

Mit ISOPHOT (PHT-S) wurden bei neun jungen Sternen in der Dunkelwolke Cha I die Infrarotbanden gemessen und in Beziehung zu den Eigenschaften der Objekte gestellt. Die Spektren von drei Sternen mit Reflexionsnebeln zeigen starke Banden von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen. Während bei vier Sternen, die als T Tauri-Typ klassifiziert sind, die 10 μm -Silikatbande in Emission beobachtet wird, tritt diese bei dem Stern T 42 in Absorption auf. Eine mögliche Erklärung ist eine Staubscheibe, die von der Kante gesehen wird. Cha IRN ist ein tief eingebettetes junges stellares Objekt, dessen Infrarotspektrum tiefe Absorptionsbanden von interstellaren Eisverbindungen, aber nur eine schwach ausgeprägte Absorptionsbande bei 10 μm zeigt (J. Gürtler, K. Schreyer, Th. Henning).

Bei 29 Sternen vom Typ Herbig Ae/Be und solchen mit Wega-Exzeß als möglichen Vorläufern von Wega-Sternen wurden die umgebenden Molekülwolkenanteile im *N*-Band untersucht. Ziel war die Suche nach weiteren, tief eingebetteten Quellen und Mehrfachsystemen. In der Region CoD-42°11721 wurde eine eingebettete Quelle an der Position des dominierenden mm-Kernes detektiert, HD 34282, V 372 Ori, HD 104237, HR 5999 und KK Oph sind von weiteren MIR-Objekten umgeben, 8 Herbig Ae/Be-Sterne (HD 34282, CQ Tau, MWC 137, HD 104237IR, HR 5999, KK Oph, TY Cra, Par 21), darunter einer (HD 34282) aus vier beobachteten Wega-Exzeß-Sternen, weisen ausgedehnte Emission auf (A. Burkert, Th. Henning).

Im Rahmen eines Programms zum Studium der Langzeitvariabilität von T Tauri-Sternen wurde ein Programmpaket zur Auswertung digitalisierter Photoplatten entwickelt. Erste Anwendungen auf solche Daten an der Sternwarte Sonneberg ergaben, daß die Platten ein geeignetes Medium sind, um die Variabilität einzelner Objekte auf Zeitskalen von Jahrzehnten zu untersuchen (A. Heines).

Am 30-m-Teleskop von IRAM wurden die Umgebungen leuchtkräftiger IRAS-Quellen im 1.3-mm-Kontinuum nach weiteren, tief eingebetteten stellaren Objekten abgesucht. Vier Objekte ließen sich erfolgreich kartieren, der Rest des Programms fiel technischen Problemen am Teleskop zum Opfer (K. Schreyer, Th. Henning, R. Klein mit R. Launhardt, Bonn).

Während eines Arbeitsaufenthalts an der Universität Leiden (E. van Dishoeck) machte sich K. Schreyer mit der Arbeitsweise eines dort entwickelten Strahlungstransportprogramms zur Anpassung von Linienprofilen vertraut. Für eine große Anzahl gemessener Linienübergänge im Sternentstehungsgebiet AFGL 490 bestimmte sie Dichte und Temperatur des Wolkengases.

Mit dem IRAM-Interferometer wurde das Zentrum des Sternentstehungsgebietes NGC 2264 IRS1 mit drei Basislinienkonfigurationen in CS $J = 2 \rightarrow 1$ sowie im Kontinuum bei 97 GHz kartiert. Die beobachteten, breiten Linienflügel lassen auf die Möglichkeit einer detaillierten Untersuchung der Gasausflüsse in Zusammenhang mit dem gefundenen Infrarot-Jet hoffen (K. Schreyer, Th. Henning mit H. Wiesemeyer, St. Martin d'Hères, und R. Launhardt, Bonn).

Zirkumstellare Umgebungen

Erstmalig kam ein System adaptiver Optik (ADONIS am 3.6-m-Teleskop der ESO) umfassend für die Untersuchung ultrakompakter H II-Gebiete zum Einsatz. Intensive Bearbeitung galt den Objekten G45.45+0.06, G5.89-0.39 und G5.97-1.17 bezüglich ihres Gehalts an Sternen, ihren Staubmassen und Ionisationsstrukturen. Hinsichtlich des Sternentstehungsprozesses bestätigte sich, daß massereiche Sterne in Haufen entstehen. Die ultrakompakten H II-Gebiete bilden sich in der Regel aus der Verschmelzung individueller Ionisationszonen, oder sie gehen auf einzelne Mitglieder innerhalb des Haufens zurück (M. Feldt, Th. Henning mit B. Stecklum, Tautenburg).

Der im Optischen in SO-NW-Richtung orientierte Nebel BBW 192E wurden mit Hilfe von NIR- und MIR-Bildern sowie einer 1,3-mm-Kontinuumskarte untersucht. Das Objekt weist im Infraroten eine in NO-SW-Richtung orientierte, bipolare Morphologie auf, deren Ursprung einer nahezu *edge-on* gesehenen Scheibe zugeschrieben wurde. Zentralobjekt ist ein junger Stern mittlerer Masse. Im Zweifarben-Diagramm zeigt sich die Existenz weiterer junger Objekte niedriger Masse in der Region (A. Burkert, Th. Henning, O. Fischer mit B. Stecklum, Tautenburg).

Im Rahmen der Untersuchungen über das Langzeitverhalten des Lichtwechsels junger irregulärer Veränderlicher mit algolähnlichen Minima (UX-Orionis-Sterne) wurden die Sterne BH Cep, BO Cep, SV Cep, VX Cas, WW Vul und RZ Psc vergleichend bearbeitet. Lichtkurven für diese Sterne liegen nunmehr für einen Zeitraum von nahezu 100 Jahren vor. Die statistische Analyse des Materials ergab nur für BO Cep einen periodischen Lichtwechsel. Die abgeleitete Periode von 10 658 Tagen bestätigt damit die Ergebnisse früherer Autoren nunmehr für den gesamten Zeitraum. Für die übrigen Sterne konnten teilweise vermutete Perioden nicht bestätigt werden. Für alle sechs Sterne wurden die Verteilung der Amplituden und Dauern der Minima sowie deren Verteilung über den Beobachtungszeitraum abgeleitet. Die beobachteten Infrarotexzesse wurden durch kugelsymmetrische Staubhüllen modelliert. Für den Exponenten der durch ein Potenzgesetz approximierten radialen Staubdichteverteilung folgen in allen Fällen Werte ≥ -1.5 . Als Ursache der algolähnlichen Minima werden allgemein Bedeckungen des Sterns durch zirkumstellare Staubwolken angenommen. Interpretiert man die Dauer der Minima als Indikator für den Abstand der Wolken vom Stern, so sind die Häufigkeitsverteilung der Dauern und der Dichteabfall in den Hüllen mit der Annahme verträglich, daß die in den Wolken enthaltene Staubmasse und der Wolkendurchmesser nicht vom Abstand vom Stern abhängen (J. Gürtler, Ch. Friedemann, H.-G. Reimann).

Verschiedenes

Für 18 Galaxien mit aktiven Kernen (AGN) wurden am SEST bei $\lambda = 1.3$ mm Kontinuumsflüsse erfolgreich gemessen, bzw. es ergaben sich neue obere Flußgrenzen (K. Schreyer, Th. Henning).

Im Rahmen eines DAAD-Aufenthalts setzte A. L. Tadross (Kairo/Ägypten) seine Untersuchungen an galaktischen Sternhaufen fort. Es geht dabei um die Ableitung eines homogenen Satzes von Haufenparametern (z.B. Position im Sternsystem, Durchmesser, Masse, Verfärbung, Metallhäufigkeit, Alter) aus vorhandenen Daten hoher photometrischer Genauigkeit. Das Material umfaßt fast 100 Haufen und sollte die Ableitung statistischer Zusammenhänge zwischen den Parametern erlauben.

Auf der Basis von Spektren, die am Observatorium auf dem Calar Alto (3.5-m-Teleskop mit Twin-Spektrograph) aufgenommen worden waren, wurden die Äquivalentbreiten und Profile Diffuser Interstellarer Banden (DIBs) in NGC 7023 untersucht. Der Vergleich der DIBs im direkten Licht des Sternes HD 200775 und des umgebenden Reflexionsnebels ergab nicht die systematischen Unterschiede, die nach Strahlungstransportrechnungen (O. Fischer) bei Annahme der Entstehung der DIBs in kleinen Festkörperteilchen zu erwarten wären (F. Hanel).

Am 90-cm-Teleskop der Außenstelle Großschwabhausen wurden mit der im Schmidt-Fokus montierten CCD-Kamera folgende Meßprogramme durchgeführt:

- Fortsetzung der Photometrie an Bedeckungsveränderlichen, die gleichzeitig IRAS-Quellen sind. Ziel ist dabei der eindeutige Nachweis der Koinzidenz von IRAS-Quelle und Veränderlichem (Reimann, Friedemann).
- Photometrie von Herbig Ae/Be-Sternen. Dabei wurden auch Vergleichssterne sequenzen gemessen, die den eingeschalteten AAVSO-Beobachtern die Überwachung der ausgewählten Ae/Be-Sterne ermöglichen (Reimann, Friedemann).
- Polarimetrie (mit Savartplatte) an Standardsternen im Rahmen einer Diplomarbeit. Testmessungen von Polarisationsstandards zeigten große Abweichungen (ca. 1 %), die sich durch die starke Konvergenz im Strahlengang des Schmidt-Teleskops erklären lassen. Eine Folgearbeit wird das optische Problem genauer untersuchen und soll zu einer gerätetechnischen Lösung führen (Reimann mit Fischer, Bödefeld).
- Im Programm der Astrometrie von unnummerierten Planetoiden konnten Positionen von insgesamt fünf Objekten ermittelt werden: 1991 TT13, 1990 TK8, 1991 UE5, 1991 RR4 und 1991 TO13 (Reimann).

4.3 Laboratoriumsastrophysik

Kohlenstoff-Kondensationsexperimente

Nachdem in der Arbeitsgruppe in den vergangenen Jahren die Aufklärung der inneren Struktur von Kohlenstoffteilchen und ihres Einflusses auf die optisch-spektroskopischen Eigenschaften im Mittelpunkt stand, wurden im Berichtsjahr die Voraussetzungen geschaffen, um die Entstehung solcher Festkörperstrukturen detailliert studieren zu können. Dazu erfolgten umfangreiche Tests neuer Partikelquellen. Im einzelnen wurde eine Laserablationsquelle, in der Graphittargets mit Hilfe eines gepulsten Lasers verdampft werden (E. Glauche, D. Fabian), eine Gaspyrolysequelle, in der Kohlenwasserstoffe durch Infrarotlaser-Bestrahlung zersetzt werden (M. Schnaiter, D. Clément) sowie in Zusammenarbeit mit dem Institut für Physikalische Chemie der Universität Jena (W. Vogelsberger, H. Knoll) eine neue Verdampferquelle für feste (z.B. polyzyklische aromatische) Kohlenwasserstoffe untersucht.

In den Tests wurden Parameter wie z.B. Kühlgasdrücke, Laserintensität und Quellengeometrie variiert und die entstandenen Reaktionsprodukte mit spektroskopischen und elektronenmikroskopischen Methoden untersucht (mit R. Schlögl, Fritz-Haber-Institut, Berlin). Dabei wurde z.B. festgestellt, daß das durch Ablation bei hohen Laserintensitäten erzeugte Kohlenstoffplasma äußerst effektiv mit Wasserstoff reagiert, wodurch eine sp^3 -dominierte Kohlenstoffpartikel-Struktur favorisiert wird (M. Schnaiter, D. Fabian).

Bei der laserinduzierten Pyrolyse von Azetylen (mit F. Huisken, MPI für Strömungsforschung Göttingen) wurde eine starke Abhängigkeit der Kohlenstoffpartikel-Struktur von der Temperatur in der Kondensationszone gefunden. Niedrige Temperaturen begünstigen hierbei die Bildung aromatischer Struktureinheiten. Aus dem Vergleich der IR-spektroskopischen Resultate für mit verschiedenen Methoden hergestellte Kohlenstoffpartikel mit Beobachtungsergebnissen von AGB- und Post-AGB-Sternen sowie Planetarischen Nebeln konnte eine Evolutionssequenz für den Kohlenstoffstaub in solchen zirkumstellaren Umgebungen abgeleitet werden (M. Schnaiter, Th. Henning, H. Mutschke).

Für die Untersuchung von Kondensationswegen von Partikeln aus Kohlenstoff, aber auch aus anderen Verbindungen wie SiC, ist der Einsatz spezieller Analysetechnik notwendig. Dazu wurde im vergangenen Jahr mit der Anschaffung eines Flugzeitmassenspektrometers die Grundlage geschaffen. Dieses soll in Verbindung mit der in den vergangenen Jahren etablierten Partikelstrahltechnik und der Matrixisolationsspektroskopie (jetzt auch im IR) die Untersuchung von Zwischenprodukten der Partikelkondensation ermöglichen (H. Mutschke, Th. Henning, W. Teuschel).

Untersuchungen an Siliziumkarbid und -nitrid

Die Fortsetzung der Messungen an Partikeln aus SiCN-Verbindungen brachte interessante Erkenntnisse über die Abhängigkeit des Infrarotspektrums solcher Partikel vom C/N-Verhältnis und der Teilchenmorphologie. Für diese Messungen wurden auch erstmals Proben mit Hilfe der oben erwähnten Gaspyrolysequelle aus den Ausgangsstoffen SiH₄, C₂H₂ und NH₃ synthetisiert. Bei Messungen an diesen und an kommerziellen Proben wurde entdeckt, daß die Stickstoff-Dotierung von SiC zu einer sehr starken breitbandigen Infrarotabsorption durch Plasmonenanregung führt, die auch das Erscheinungsbild der Gitterschwingungsbande bei 10–13 μm beeinflusst. Diese Erkenntnisse und die durchgeführten Untersuchungen zur Abhängigkeit des Bandenprofils von Partikelform und -größe sowie Kristalltyp sind für die Identifikation und Interpretation der zirkumstellaren 11- μm -Emissionsbande von Kohlenstoffsternen von großer Bedeutung (H. Mutschke, D. Clément, Th. Henning).

Die Phononenbanden des Siliziumnitrids zeigen eine große Vielfalt, wobei interessante Koinzidenzen mit zirkumstellaren Emissionsbanden in ISO-SWS-Spektren gefunden wurden. Nähere Untersuchungen dazu sollen in Zusammenarbeit mit dem Astronomischen Institut der Universität Amsterdam (L. Waters) durchgeführt werden (C. Jäger, J. Dorschner, H. Mutschke, D. Clément).

Kristalline/Amorphe Silikate

Die Ergebnisse der ISO-Spektroskopie von jungen und entwickelten Sternen und die wachsende Zahl von Teilchensorten, die aus undifferenzierten Meteoriten isoliert wurden und teils präsolarer Sternstaub, teils frühe Kondensationsprodukte des Sonnennebels sind, haben zu einem erhöhten Bedarf an optischen Konstanten für kristalline Staubanaloge geführt. Sie werden sowohl zur unmittelbaren Interpretation der Beobachtungen als auch zur Berechnung von Opazitäten und Staubtemperaturen in Akkretionsscheiben und im Sonnennebel gebraucht. Dieser Entwicklung wird durch ein neu konzipiertes spektroskopisches Meßprogramm hauptsächlich an Silikaten und Oxiden einschließlich des experimentellen Studiums des Übergangs amorph/kristallin Rechnung getragen, das das Auftreten kristalliner Phasen verständlich, die Übergangsbedingungen quantifizierbar und die Veränderung des Absorptionsverhaltens der Teilchen berechenbar machen soll (J. Dorschner, Th. Henning).

In Zusammenarbeit mit der Gruppe von L. Waters am Astronomischen Institut „Anton Pannekoek“ der Universität von Amsterdam wurden in Jena gewonnene Daten zur Auswertung von ISO-SWS-Spektren sauerstoffreicher zirkumstellarer Hüllen benutzt. Der Vergleich von Modellen optisch dünner Staubbüllen, wobei die aus Labordaten abgeleiteten Absorptionskoeffizienten für kleine Teilchen im Rayleigh-Bereich benutzt wurden, mit dem beobachteten FIR-Spektrum des Post-ABG-Sterns AFGL 4106 zeigt, daß das FIR-Emissionsbandenspektrum durch eine Kombination der Mg-Endglieder der Olivin- und Orthopyroxenserien, Forsterit (Mg₂SiO₄) bzw. Enstatit (MgSiO₃), beschrieben werden kann. Eine Reihe von unidentifizierten Banden deutet das Auftreten weiterer Silikate oder Oxide an. Für die kristallinen Silikate wurde ein Massenanteil am Silikatstaub von 7–15 % abgeschätzt. Als amorphe Silikate passen eisenreiche Olivingläser am besten (C. Jäger, Th. Henning, J. Dorschner).

Neben natürlichen Mineralen wurden erstmals auch künstlich gezüchtete Fayalit-Kristalle (mit W. Aßmuss, Institut für Kristallforschung der Universität Frankfurt/Main) in das Meßprogramm anisotroper Silikate einbezogen. Da die FIR-Beobachtungen z.T. sehr schmale Festkörperbanden zeigen, die möglicherweise von ungewöhnlich reinen Silikaten herrühren, ist die Kristallzüchtung für die Beschaffung guter Laboranaloge interessant (D. Fabian, C. Jäger).

Begonnen wurden Messungen an Mineralen, die in den Hochtemperaturkondensaten des Sonnennebels vorkommen und als CAI (Calcium Aluminum Inclusions) in primitiven Meteoriten auftreten, z.B. Diopsid, Perovskit, Anorthit und Melilith. Die optischen Konstanten werden durch Kramers-Kronig-Analyse aus Reflexionsmessungen polierter Oberflächen abgeleitet (D. Fabian, G. Born).

Amorphe Silikate machen nach wie vor die Hauptmasse des zirkumstellaren Silikatstaubes aus, so daß die Bereitstellung solcher Staubanaloga von Bedeutung bleibt. Da der Weg zu den amorphen oder amorphisierten Silikateilchen noch nicht zuverlässig aufgeklärt ist, wurden amorphe Silikate als Staubanaloga auf verschiedenen experimentellen Wegen hergestellt, neben dem Abschrecken von Schmelzen auch über Sol-Gel-Prozesse und Laserablation. Durchgeführt wurden dabei auch Simulationsexperimente zum Übergang amorph/kristallin (und umgekehrt) in kosmischen Milieus. Dabei wurden erste experimentelle Erfahrungen gesammelt und Aktivierungsenergien und Diffusionskonstanten am System MgO–SiO₂ bestimmt (C. Jäger, D. Fabian, J. Dorschner).

Laborsimulation der präplanetaren Staubaggregation

Fallturmexperimente, in denen die geschwindigkeitsabhängige Haftung, Restrukturierung und Fragmentation in Stößen von Staubaggregaten beobachtet wurden, ergaben Abweichungen zwischen den gemessenen Grenzgeschwindigkeiten und denen von Modellen, die auf theoretischen Werten für die Haftenergie und die Rollreibung beruhen. Übereinstimmung wird allerdings erreicht, wenn man die theoretischen Werte durch die neuen, von L.-O. Heim und T. Poppe experimentell bestimmten Werte dieser beiden Größen ersetzt. Das bisher einzige theoretische Modell konnte damit experimentell widerlegt werden. Da es noch keine neue Theorie gibt, sind die genannten experimentellen Daten die einzige realistische Grundlage für die Betrachtung von Staub-Staub-Stößen, z.B. in protoplanetaren Scheiben (G. Wurm, J. Blum).

Die rasterkraftmikroskopischen Messungen von Adhäsionskräften zwischen individuellen Siliziumdioxid-Partikeln mit reduzierten Radien im Bereich von 0,7–3 μm wurden fortgesetzt. Weiterhin wurden an präparierten Agglomeraten aus SiO₂-Partikeln von 1,9 μm Durchmesser Rollreibungskräfte gemessen. Die dazu verwendeten Strukturen wurden mit dem Experimentaufbau der Jenaer Levitationstrommel erzeugt. Mittels simultaner Videodokumentation der Veränderung der Struktur unter der einwirkenden Belastung konnte über die Auswertung der bei den inneren Bewegungen von den Primärteilchen zurückgelegten Wege auf die Rollreibungskraft geschlossen werden. Beide Untersuchungen wurden an einem speziellen Aufbau zur Kraftmikroskopie in Mainz durchgeführt (L.-O. Heim, J. Blum, G. Wurm).

Mit der Levitationstrommel wurden weitere Experimente zum Studium des Wachstumsverhaltens definierter Staubproben durchgeführt, darunter auch eine Meßkampagne mit der CODAG-SRE-Kammer bei Fokker in Leiden. Die in den vergangenen Jahren in Jena geschaffene einzigartige Möglichkeit zur Erzeugung struktureller Analogagglomerate zu realen kosmischen Staubpartikeln soll nun auch zur Messung von Lichtstreuungseigenschaften benutzt werden. Eine Vorrichtung zum Auffangen der zu definierten Zeitpunkten gewachsenen Agglomerateverteilungen auf IR-transparente Fenster wurde angefertigt. Erfolgversprechende Vorversuche wurden durchgeführt (J. Blum, G. Wurm, L.-O. Heim).

Die Versuche zur Untersuchung von Stößen mikrometergroßer Partikel mit Targets wurden in diesem Jahr abgeschlossen und als Dissertation eingereicht (T. Poppe).

5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

5.1 Diplomarbeiten (abgegeben)

Die im Jahre 1997 abgeschlossene Diplomarbeit „Strahlungstransport in ausgewählten astrophysikalischen Konfigurationen unter Anwendung der Monte-Carlo-Methode“ von S. Wolf wurde im Berichtsjahr mit dem Universitätspreis ausgezeichnet.

5.2 Dissertationen, abgeschlossen

M. Feldt: Hochauflösende Beobachtungen ultrakompakter H II-Gebiete

S. Kempf: Mikrophysik und Dynamik des Brownschen Staubwachstums in protoplanetaren Staubscheiben

H. Klahr: Thermische Konvektion und Staubteilchenverteilung in protoplanetaren Akkretionsscheiben

M. Löwe: Untersuchung des Einflusses der Atmosphäre auf die Strahlvereinigung beim Very Large Telescope Interferometer

V. Manske: 2D-Strahlungstransport mit kleinen Teilchen

T. Poppe: Stoßexperimente zur Entstehung von Planetesimalen aus kleinen Festkörperteilchen

M. Schnaiter: Matrix-Isolationsspektroskopie nanometergroßer Kohlenstoffpartikel

Die im Jahre 1997 abgeschlossene Dissertation „Experimentelle Untersuchungen zu Bewegung und Agglomerationsverhalten mikrometergroßer Teilchen in protoplanetaren Scheiben“ von G. Wurm wurde im Berichtsjahr mit dem Promotionspreis der Friedrich-Schiller-Universität ausgezeichnet.

6 Tagungen, Projekte am Institut und Beobachtungszeiten

6.1 Tagungen und Veranstaltungen

Das Institut organisierte den 5. Workshop zum Thema „Staub in Sternentstehungsgebieten“ in Siegmundsburg/Thüringen (13.–15.01.98).

Auf der Jahrestagung der Astronomischen Gesellschaft in Heidelberg organisierten Splintermeetings: Th. Henning zusammen mit K. Menten, Bonn, („mm-Interferometry“), und J. Steinacker zusammen mit W. Kley, Jena, und W. Duschl, Heidelberg, („Physics of Accretion Disks“).

Im Rahmen des DFG-Schwerpunktes „Physik der Sternentstehung“ organisierte Th. Henning in Jena einen Miniworkshop zum Strahlungstransport (Dezember 1998).

6.2 Projekte

Im Jahr 1998 liefen folgende Drittmittelthemen:

J. Blum: Dust Aggregation and Related Subjects (ESA)

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

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

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

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

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

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

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

Th. Henning: Spektroskopische Untersuchungen an isolierten Festkörperpartikeln (MPG)

Th. Henning: Numerisches Teleskop (MPG)

Th. Henning: Entwicklung eines GaAs-Detektor-Arrays für FIRST (ESA)

- Th. Henning: Aufbau einer lasergestützten Partikelstrahlanlage (Thüringer Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst)
- Th. Henning: Lichtstreuung an kleinen Teilchen: neue Methoden und Techniken (Volkswagenstiftung)
- Th. Henning: Mikrophysikalische Staubeentwicklungsprozesse beim protostellaren Kollaps (Fortsetzung) (DFG)
- Th. Henning/U. Kreibitz, Aachen: Untersuchung der optischen Eigenschaften von Teilchen aus vorwiegend amorphem Kohlenstoff (DFG)
- Th. Henning/W. Pfau: ISO-Beobachtungen der zirkumstellaren Materie um sehr junge und massereiche Sterne (BMBF Verbundforschung)
- Th. Henning/H. Yorke: Staubwachstum in protostellaren Akkretionsscheiben (DFG)
- H. Mutschke/Th. Henning: IR-Matrixisolationsspektroskopie an Siliziumkarbid- und Siliziumnitrid-Nanoteilchen (DFG)
- S. Pfalzner: Simulation stoßdominierter Systeme durch hierarchische *Tree Codes* (DFG)
- W. Pfau: Bau der thermischen Infrarotkamera TIMMI 2 für den Wellenlängenbereich 10 bis 20 μm (BMBF Verbundforschung)
- W. Pfau, B. Stecklum, Tautenburg: Ultrakompakte H II-Gebiete als Indikatoren für den Entstehungsprozeß massereicher Sterne (DFG)
- B. Stecklum, Th. Henning: Hochauflösende polarimetrische Untersuchungen junger stellarer Objekte (DFG)
- A. Steinacker: Dynamik von Staubteilchen in magnetisierten protoplanetaren Akkretionsscheiben (DFG)

7 Auswärtige Tätigkeiten

7.1 Nationale und internationale Tagungen

- M. Feldt, M. Ilgner, H. Klahr, R. Klein, W. Schmitt, K. Schreyer:
„NATO Advanced Study Institute on Physics of Star Formation and Early Stellar Evolution“, Heraklion/Griechenland, Mai/Juni 1998
- Th. Henning: „Protostars & Planets IV“, St. Barbara/USA, Juli 1998
(eingeladener Vortrag)
- IAU-Symposium No. 191, Montpellier/Frankreich, August/September 1998
(eingeladener Vortrag)
- „Dust in the Local Interstellar Medium“, Bern/Schweiz, Oktober 1998
(eingeladener Vortrag)
- ISO-Workshop „Solid Interstellar Matter – The ISO Revolution“,
Les Houches/Frankreich, Februar 1998 (eingeladener Vortrag)
- Jahrestagung der Kernphysiker, Leipzig, Oktober 1998
(eingeladener Vortrag)
- R. Klein: ISO-Workshop „Solid Interstellar Matter – The ISO Revolution“,
Les Houches/Frankreich, Februar 1998
- IRAM mm-Interferometry Summer School, Grenoble/Frankreich, September 1998
- ISO-Konferenz „The Universe as seen by ISO“, Paris, Oktober 1998
- W. Pfau: Calar-Alto-Kolloquium, Heidelberg, März 1998
- Festkolloquium zu Ehren von P. G. Mezger, Bonn, November 1998
- J. Steinacker: „Protostars & Planets IV“, St. Barbara/USA, Juli 1998
- Mehrere Mitarbeiter nahmen mit Vorträgen teil am Calar-Alto-Kolloquium des MPI für Astronomie im März 1998 in Heidelberg und an der Frühjahrs- und der Jahrestagung der Astronomischen Gesellschaft im Mai in Gotha bzw. im September 1998 in Heidelberg.

7.2 Vorträge und Gastaufenthalte

- A. Burkert: Arbeitsaufenthalte zur Auswertung von ISO-Daten, MPIA, Heidelberg, April und September 1998
- J. Dorschner: Studium universale, Universität Leipzig, Januar 1998
 Studium generale, Universität Tübingen, Mai 1998
 Physikalisches Kolloquium, Universität Tübingen, Mai 1998
 Astrophysikalisches Kolloquium, Universität Potsdam, Juni 1998
- Th. Henning: Physikalisches Kolloquium, Universität Köln, April 1998
 MPI für Chemie, Mainz, Institutskolloquium, Juni 1998
 „Tag der Forschung“, Universität Jena, November 1998
- R. Klein: ISOPHOT-Konsortiumstreffen, MPIA, Heidelberg, Juni 1998
 Gastaufenthalt am MPIfR, Bonn, Juni 1998
- W. Pfau: Arbeitstreffen zur Interferometrie am LBT, MPIA, Heidelberg, Januar 1998
 Arbeitstreffen zur Interferometrie am LBT, MPIfR, Bonn, März 1998
- H.-G. Reimann, H. Relke, U. Weinert: Arbeitstreffen zur Entwicklung von TIMMI 2 bei ESO Garching, März 1998, und in Wien, September/Oktober 1998
- H. Relke: Arbeitsaufenthalt zur Entwicklung des Kamerasystems TIMMI 2 bei ESO La Silla, November 1998
- Schreyer, K.: Arbeitsaufenthalt an der Sternwarte Leiden (Niederlande), Februar 1998

7.3 Beobachtungsaufenthalte, Meßkampagnen

- M. Buchner: ESO La Silla (2.2 m, IRAC-2b), Mai/Juni 1998;
 Calar Alto (3.5-m, ALFA), September 1998
- A. Burkert: ESO La Silla (2.2 m, MANIAC), Februar/März 1998
- M. Feldt: Calar Alto (1.23 m), Januar 1998;
 Calar Alto (3.5 m, ALFA), März 1998;
 ESO La Silla (3.6 m, ADONIS), März/April 1998
- Th. Henning: ESO La Silla (SEST), Januar 1998;
 ESO La Silla (2.2 m), März 1998
- R. Klein: ESO La Silla (SEST), März/April 1998;
 IRAM (30 m), Dezember 1998
- Schreyer, K.: ESO La Silla (SEST), Oktober 1998;
 IRAM (30 m), Dezember 1998

8 Veröffentlichungen

8.1 In Zeitschriften und Büchern erschienen

- Ábrahám, P., Leinert, Ch., Burkert, A., Lemke, D., Henning, Th.: Search for cool circumstellar matter in the Ursae Majoris group with ISO. *Astron. Astrophys.* **338** (1998), 91–96
- Ábrahám, P., Leinert, Ch., Lemke, D., Burkert, A., Henning, Th.: Far-infrared photometry of circumstellar matter around intermediate mass stars. *Astrophys. Space Sci.* **255** (1998), 45
- Blum, J., Poppe, T., Henning, Th.: Cometary dust flux simulation facility related to the ROSETTA Mission – Offer for a new experimental setup and the study of effects of dust flux exposure on spacecraft materials during the Comet rendezvous. ESA-Bericht Nr. 172944
- Dorschner, J.: Kosmologie und Schöpfungsglaube zwischen Konfrontation und Konsonanz. In: Dorschner, J. (Hrsg.): *Der Kosmos als Schöpfung. Zum Stand des Gesprächs zwischen Naturwissenschaft und Theologie.* Verlag Friedrich Pustet. Regensburg 1998
- Dorschner, J.: *Astronomie in Thüringen. Skizzen aus acht Jahrhunderten. Mit besonderer Berücksichtigung der DDR-Zeit und der neuen astronomischen Forschungslandschaft im Freistaat Thüringen.* Jenzig-Verlag. Jena 1998

- Feldt, M., Henning, Th., Lagage, P.O., Manske, V., Schreyer, K., Stecklum, B.: The Chamaeleon infrared nebula revisited – Infrared imaging and spectroscopy of a young stellar object. *Astron. Astrophys.* **332** (1998), 849–856
- Feldt, M., Stecklum, B., Henning, Th., Hayward, T.L., Lehmann, Th., Klein, R.: Gas and grain chemistry in a protoplanetary disk. *Astron. Astrophys.* **339** (1998), 759
- Fischer, O., Stecklum, B., Leinert, Ch.: 2D speckle polarimetry of Z CMa. *Astron. Astrophys.* **334** (1998), 969
- Henning, Th.: Chemistry and physics of cosmic nano- and microparticles. *Chem. Soc. Rev.* **27** (1998), 315–321
- 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.* **336** (1998), 565–586
- Henning, Th., Klein, R., Chan, S.J., Fitzpatrick, E.L., Siebenmorgen, R., Stecklum, B.: Properties of the Young Stellar Object N160A-IR. *Astron. Astrophys.* **338** (1998), L51–L54
- Henning, Th., Klein, R., Launhardt, R., Lemke, D., Pfau, W.: The molecular cloud core M17-North: ISO spectroscopy and IR/MM continuum mapping. *Astron. Astrophys.* **332** (1998), 1035–1043
- Henning, Th., Launhardt, R.: Millimetre study of star formation in southern globules. *Astron. Astrophys.* **338** (1998), 223–242
- Henning, Th., Salama, F.: Carbon in the Universe. *Science* **282** (1998), 2204–2210
- Henning, Th., Schnaiter, M.: Carbon – From space to laboratory. In: Ehrenfreund, P., Kochan, H. (eds.): *Laboratory Astrophysics and Space Research*. Kluwer, Dordrecht (1998), 249–278
- Hoff, W., Henning, Th., Pfau, W.: The nature of isolated T Tauri stars. *Astron. Astrophys.* **336** (1998), 242–250
- Jäger, C., Molster, F.J., Dorschner, J., Henning, Th., Mutschke, H., Waters, L.B.F.M.: Steps toward interstellar silicate mineralogy IV. The crystalline revolution. *Astron. Astrophys.* **339** (1998), 904–916
- Jäger, C., Mutschke, H., Henning, Th.: Optical properties of carbonaceous dust analogues. *Astron. Astrophys.* **332** (1998), 291–299
- Launhardt, R., Evans II, N.J., Wang, Y., Clemens, D.P., Henning, Th., Yun, J.L.: CS emission from Bok Globules: Survey results. *Astrophys. J., Suppl. Ser.* **119** (1998), 59–74
- Manske, V., Henning, Th., Men'shchikov, A.B.: Flared dust disks and the IR emission of AGN. *Astron. Astrophys.* **331** (1998), 52–60
- Manske, V., Henning, Th.: Two-dimensional radiative transfer with transiently heated particles: methods and applications. *Astron. Astrophys.* **337** (1998), 85–95
- 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.* **333** (1998), 188–198
- Schnaiter, M., Mutschke, H., Dorschner, J., Henning, Th., Salama, F.: Matrix-isolated nano-sized carbon grains as an analog for the 217.5 nm feature carrier. *Astrophys. J.* **498** (1998), 486–496
- Stecklum, B., Henning, Th., Feldt, M., Hayward, T.L., Hoare, M.G., Hofner, P., Richter, St.: The ultracompact H II region G5.97–1.17 – An evaporating circumstellar disk in M8. *Astron. J.* **115** (1998), 767–776

- Willacy, K., Klahr, H., Millar, T.J., Henning, Th.: Gas and grain chemistry in a protoplanetary disk. *Astron. Astrophys.* **338** (1998), 995–1005
- Wolf, S., Fischer, O., Pfau, W.: Radiative transfer in the clumpy environment of young stellar objects. *Astron. Astrophys.* **340** (1998), 103
- Wurm, G., Blum, J.: Experiments on preplanetary dust aggregation. *Icarus* **132** (1998), 125–136

8.2 Erschienenene Konferenzbeiträge

- Ábrahám 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., Zaal, P.A. (eds.): *ISO's View on Stellar Evolution*. Kluwer, Dordrecht (1998)
- Andersen, A.C., Jorgensen, U.G., Henning, Th., Mutschke, H.: Laboratory study of dust from AGB stars. In: *Asymptotic Giant Branch Stars*. Proc. IAU Symp. **191**, 301
- Banhart, F., Lyutovich, Y., Braatz, A., Jäger, C., Henning, Th., Dorschner, J., Ott, U.: Presolar diamond in unprocessed allende. *Meteoritics Planet. Sci.* **33** (1998), 12
- Braatz, A., Dorschner, J., Henning, Th., Jäger, C., Ott, U.: Infrared spectra of presolar diamonds: The influence of chemical preparation. *Meteoritics Planet. Sci.* **33** (1998), 21
- Buchner, M., Feldt, M., Pfau, W., Stecklum, B.: Infrared observations of young massive stars. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 121
- Burkert A., Ábrahám P., Leinert Ch., Lemke, D., Henning Th.: Far-infrared photometry and mapping of Herbig Ae/Be stars with ISOPHOT. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 128
- Burkert A., Henning, Th., Fischer, O., Stecklum, B.: Multi-wavelength imaging of the peculiar Vela Molecular Ridge nebula BBW 192E. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 10
- Dietzsch, E., Reimann, H.-G.: TIMMI 2: a combined astronomical MIR camera, Spectrometer, and Polarimeter for ESO. In: Gardner, L.R., Thompson, K.P. (eds.): *Proc. SPIE* **3482** (1998), 151–160
- Dorschner, J.: Max Wolf and the Thuringian private astronomer Anton Thraen. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 159
- Dorschner, J., Jäger, C.: Open questions on stardust – Challenge to laboratory astrophysics. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 129
- Feldt M., Henning Th., Stecklum B.: High resolution imaging of the ultracompact H II region G5.89–0.39. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 12
- Geis, N., Genzel, R., Poglitsch, A., Raab, W., Rosenthal, D., Tacconi, L.J., Henning, Th.: FIFI LS – A field-imaging far-infrared line spectrometer for SOFIA. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 155
- Giovane, F.J., Blum, J.: A dust aggregation and concentration system (DACS) for the microgravity space environment. In: *Proc. Fourth Microgravity Fluid Physics & Transportation Phenomena Conf.*, Cleveland (1998), 333–338
- Gürtler, J., Schreyer, K., Kömpe, C., Heske, A.: PHT spectroscopy and imaging of circumstellar dust shells around AGB stars. In: Heras, A.M., Leech, K., Trams, N.R., Perry, M. (eds.): *Analytical Spectroscopy with SWS, LWS, PHT-S, and CAM-CVF*. Proc. First ISO workshop on Vilspa, Madrid, 6–8 Oct. 1997. ESA SP-419 (1997), 269–270
- Heim, L.-O., Blum, J.: Preplanetary drift-induced dust agglomeration – An experimental approach. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 5

- Henning, Th., Klein, R.: The ISO spectrum of the cloud core M17-North. In: Waters, R., Walkens, C., van der Hucht, K.A., Zaal, P.A. (eds.): *ISO's View on Stellar Evolution*. Kluwer, Dordrecht (1998), 53–59
- Henning, Th., Klein, R.: Properties of the LMC Young Stellar Object N 160 A-IR. In: Cox, P., Kessler, M. (eds.): *The Universe seen by ISO*. ESA SP-427 (1999),
- Ilgner, M., Henning, Th.: Vertically stratified chemistry in protoplanetary disks. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 40
- Katterloher, R., Barl, L., Beeman, J.W., Czech, E., Engemann, D., Frenzl, O., Haegel, N.M., Haller, E.E., Henning, Th., Hermans, L., Jakob, G., Konuma, M., Pibratt, G.L.: 4×32 FIRGA array: a pecesetter for a 52×32 element gallium arsenide focal plane array. In: Fowler, A.M. (ed.): *Infrared Astronomical Instrumentation*. Proc. SPIE **3354** (1998), 116
- 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., Pibratt, G.: FIRSA and FIRGA: Development of photoconductor arrays for FIRST: In: *The Far Infrared and Submillimetre Universe*: ESA SP-401 (1997), 393–396
- Käuff, H.U., Launhardt, R., Zinnecker, H., Stanke, T.: A Search for clusters of protostars in Orion Cloud cores. In: Yun, J.L., Liseau, R. (eds.): *Star formation with the Infrared Space Observatory*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **132** (1998), 374
- Klein, R., Henning, Th., Cesarsky, D.: ISOCAM observations of the cloud core M17-North. In: Cox, P., Kessler, M. (eds.): *The Universe seen by ISO*. ESA SP-427 (1999),
- Klein, R., Henning, Th., Cesarsky, D.: ISOCAM observations of the cloud core M17-North. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 128
- Kömpe, C., Lehmann, T., Gürtler, J., Stecklum, B., Kruegel, E.: Mid-infrared imaging of post-AGB objects. In: Habing, H.J., Lamers, H.J.G.L.M. (eds.): *Planetary Nebulae*. Proc. IAU Symp. **180** (1998), 352
- Kömpe, C., Gürtler, J., Begemann, B., Dorschner, J., Henning, Th., Mutschke, H., Nass, R.: Towards the identification of the circumstellar dust feature at $13 \mu\text{m}$. In: Toth, V.L., Kun, M., Szabados, L. (eds.): *The Interaction of Stars with Their Environment*. Proc. Workshop and Spring School, Visegrad, Hungary, 23–25 May 1996. Commun. Konkoly Obs. No. 100 (Vol. 12, Pt. 2) (1997), 323–326
- 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. **132** (1998), 119–124
- Molster, F.J., Waters, L.B.G.M., van Loon, J.Th., de Jong, T., Bouwman, J., Yamamura, I., Trams, L.B.F.M., van Winckel, H., Waelkens, C., Henning, Th.: ISO's view on AFGL 4106. In: Waters, R., Walkens, C., van der Hucht, K.A., Zaal, P.A. (eds.): *ISO's View on Stellar Evolution*. Kluwer, Dordrecht (1998), 469–475
- Molster, F.J., Waters, L.B.G.M., Jäger, C., Henning, Th.: The crystalline silicates of AFGL 4106. In: *Asymptotic Giant Branch Stars*. Proc. IAU Symp. **191**, 311
- Molster, F.J., Waters, L.B.G.M., Jäger, C., Henning, Th.: The crystalline silicates of AFGL 4106. Poster zum IAU Symposium 191, „AGB Stars“, Montpellier, 1998
- Mutschke, H., Henning, Th.: Infrared spectroscopy of cosmic dust analogues at low temperatures: In: J. M. Greenberg (ed.): *Formation and Evolution of Solids in Space*, Kluwer, Dordrecht
- Pfau, W.: Martin Schwarzschild. In: Brosche, P., Dick, W.R., Schwarz, O., Wielen, R. (eds.): *The Message of the Angles – Astrometry from 1798 to 1998*. Proc. Int. Spring Meeting Astron. Ges., Gotha, May 11–15, 1998. Thun, Frankfurt a. M.: Deutsch, 1998. (*Acta Hist. Astron.* **3**), 26–30

- Reimann, H.-G., Weinert, U., Wagner, S.: TIMMI 2: a new MIR multimode instrument for ESO. In: Fowler, A.M. (ed.): *Infrared Astronomical Instrumentation*. Proc. SPIE **3354** (1998), 865–876
- Schielicke, R.E.: 400 years Astronomical Observatory in Jena. In: Brosche, P., Dick, W.R., Schwarz, O., Wielen, R. (eds.): *The Message of the Angles – Astrometry from 1798 to 1998*. Proc. Int. Spring Meeting Astron. Ges., Gotha, May 11–15, 1998. Thun, Frankfurt a.M.: Deutsch, 1998. (*Acta Hist. Astron.* **3**), 245
- Schnaiter, M., Mutschke, H., Dorschner, J., Henning, Th.: Matrix-isolated nano-sized soot grains and their relation to solid carbon in space. In: J. M. Greenberg (ed.): *Formation and Evolution of Solids in Space*, Kluwer, Dordrecht
- Stecklum, B., Henning, Th., Feldt, M., Hofner, P., Hoare, M.G., Hayward, T.L.: Adaptive optics observations of young massive stars. Proc. SPIE **3353** (1998), 398
- Steinacker, A., Henning, Th.: Global 3D MHD simulations of accretion discs. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 37
- Steinacker, J.: 3D-radiative transfer in accretion disks. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 39
- Szczerba, R., Henning, Th., Volk, K., Cox, P.: The future around 30 microns for known post-AGB 21 micron emitters. In: Ossenkopf, V. (ed.): *The Physics and Chemistry of the Interstellar Medium*. Abstr. book 3rd Cologne-Zermatt Symposium, Shaker-Verlag, 1998, 190
- Weise, W., Dorschner, J., Schielicke, R.E.: Wilhelm Winkler (1842–1910) – A Thuringian private Astronomer and mecenas. In: Brosche, P., Dick, W.R., Schwarz, O., Wielen, R. (eds.): *The Message of the Angles – Astrometry from 1798 to 1998*. Proc. Int. Spring Meeting Astron. Ges., Gotha, May 11–15, 1998. Thun, Frankfurt a.M.: Deutsch, 1998. (*Acta Hist. Astron.* **3**), 95
- Wolf, S., Henning, Th.: AGNi polarization models. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 67
- Wolf, S., Pfau, W.: Radiative transfer in the clumpy environment of young stellar objects. In: Schielicke, R.E. (ed.): *Astron. Ges. Abstr. Ser.* **14** (1998), 13

Werner Pfau