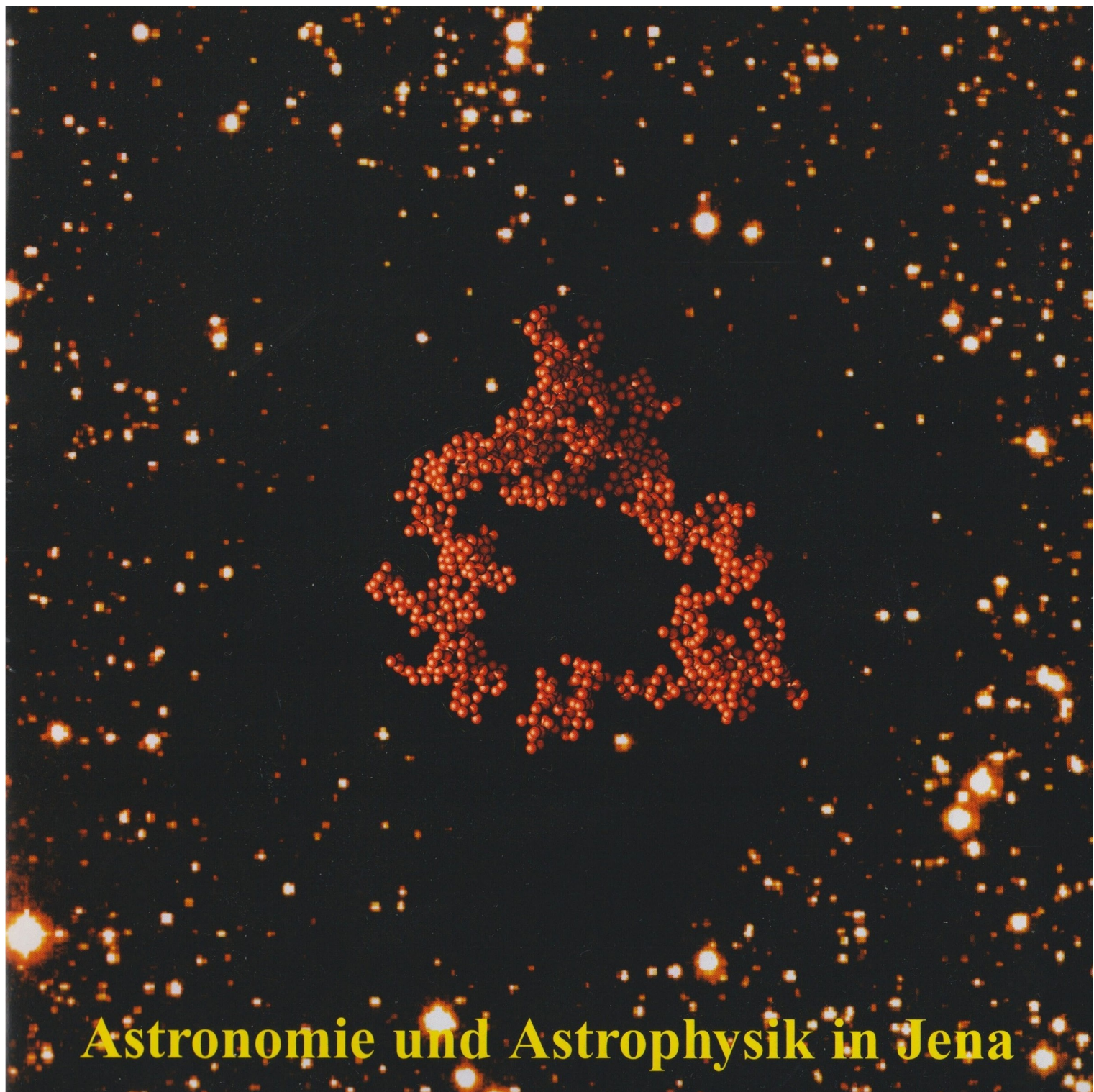
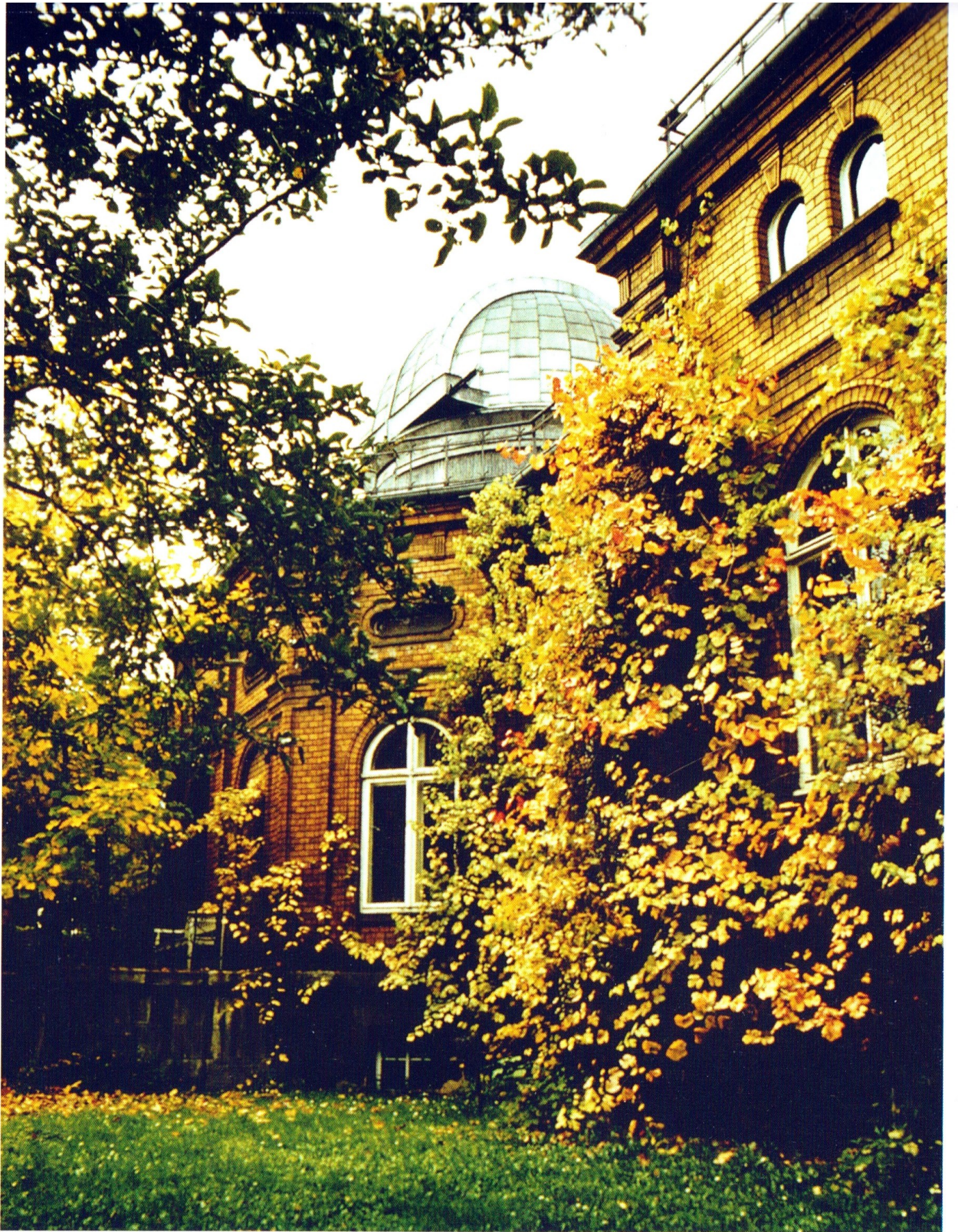




Astronomie und Astrophysik in Jena



Astronomie und Astrophysik in Jena

Lehre und Forschung heute

Astrophysikalisches Institut und Universitätssternwarte

Max-Planck-Gesellschaft

Arbeitsgruppe „Staub in Sternentstehungsgebieten“



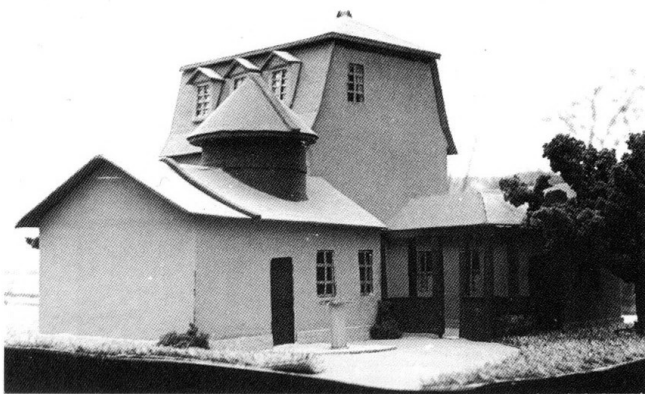
Das Frontispiz in Erhard Weigels „Himmelsspiegel“ von 1661 zeigt im Vordergrund astronomische Geräte und einen Beobachter mit Fernrohr auf dem flachen Dach des Torgebäudes vom Collegium Jenense

Astronomie in Jena – Historischer Streifzug

Jena gehört zu den wenigen deutschen Städten, deren astronomische Tradition nahezu 500 Jahre zurückreicht. Am Ende des 16. Jahrhunderts suchte der junge Johannes Kepler Kontakt zu dem Mathematiker und Astronomen Georg Limnäus, der ihm in einem seiner Briefe mitteilte, er habe in Jena ein kleines astronomisches Observatorium eingerichtet.

Erhard Weigel führte in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts die Jenaer Astronomie zu einem ersten Höhepunkt. Er wurde besonders durch seine Erfindungen bekannt, zu denen auch zwei große begehbbare Himmelsgloben zählten. Weigel warb vor dem Regensburger Reichstag für die Durchsetzung der Kalenderreform und bemühte sich um die Gründung einer wissenschaftlichen Akademie. In beidem hatte er schließlich, wenn auch nur mittelbar, Erfolg.

Auf Veranlassung des Herzogs Carl August von Sachsen-Weimar-Eisenach nahm im Jahre 1813 die „Herzogliche Sternwarte zu Jena“ ihre Tätigkeit auf.

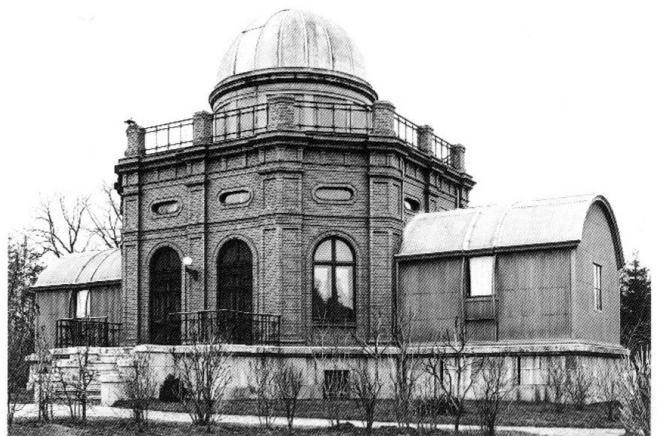


Herzog Carl August von Sachsen-Weimar-Eisenach ließ im Jahre 1813 eine Sternwarte am zuvor von Schiller genutzten Gartenhaus in Jena errichten, sie wurde Goethes Oberraufsicht unterstellt

In diese Zeit fallen auch erste Versuche in Jena, geeignete Glassorten für achromatische Fernrohrobjektive zu erschmelzen.

Ernst Abbe, seit 1863 Privatdozent in Jena und Mitinhaber der Zeiss'schen Werkstätte geworden, willigte 1877 ein, das Direktorat der Sternwarte zu übernehmen. Als Honorarprofessor hielt er regelmäßig Kollegs über geographische Ortsbestimmung und astronomische Instrumente. Der 1889 neu beschaffte Refraktor und der Meridiankreis boten Anlaß zu Überlegungen über die Verbesserung astronomischer Meßtechnik, die schließlich auch in die 1897 gegründete Astro-Abteilung im Zeisswerk einfließen.

Als 1929 Heinrich Vogt den Jenaer Lehrstuhl für Astronomie und das Direktorat der Sternwarte übernahm, wurden mit der Untersuchung von Farbindizes der Sterne, ihres inneren Aufbaus und ihrer Stabilität sowie mit Messungen der Helligkeitsverteilung auf der Sonnenscheibe und des Sonnenspektrums astro-



Ernst Abbe war von 1877 bis 1900 Direktor der Jenaer Sternwarte und ersetzte die Goethesche Sternwarte im Jahre 1889 durch einen Institutsneubau

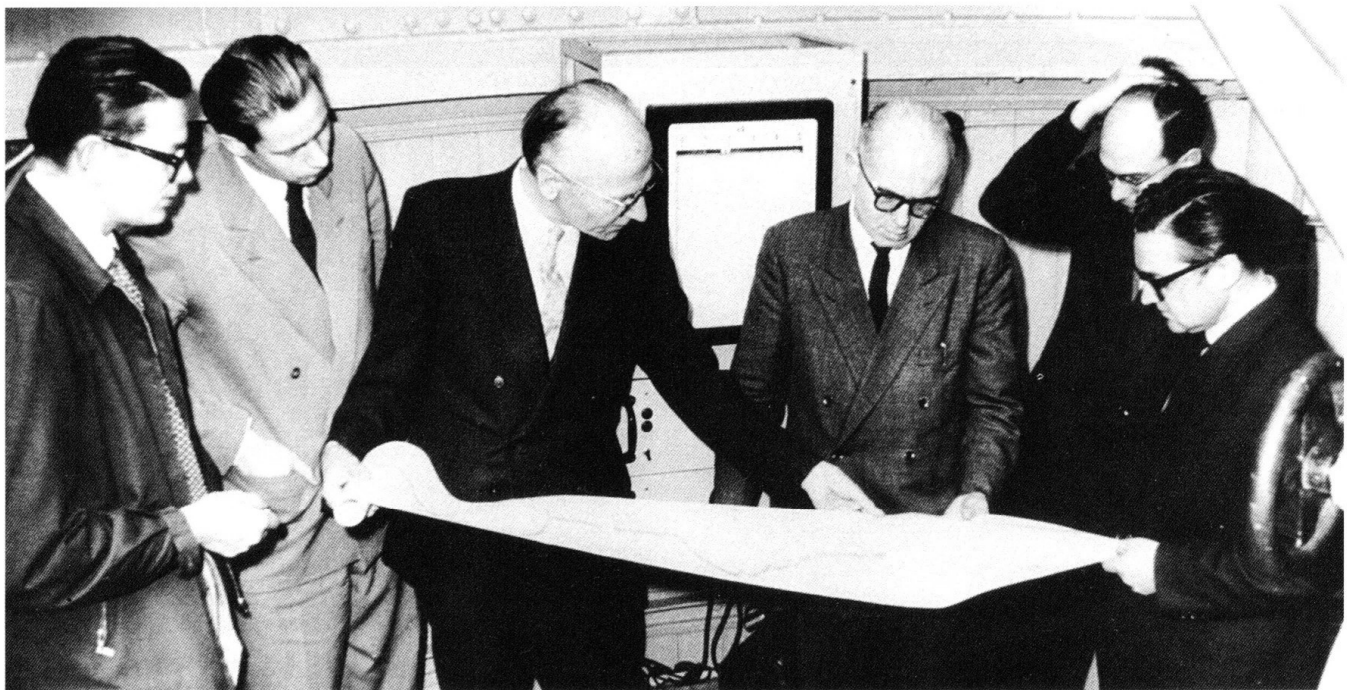
physikalische Fragen bearbeitet. Heinrich Siedentopf, Nachfolger Vogts als Sternwartendirektor von 1933 bis 1945, fand neben seinen theoretisch-astrophysikalischen Untersuchungen das Prinzip des Irisblendenphotometers für die photographische Sternphotometrie und Paul Görlich berichtete über Messungen mit Sekundärelektronenvervielfachern.

Schon einen Monat vor der Wiedereröffnung der Universität Jena im Oktober 1945 war Hermann Lambrecht zum kommissarischen Direktor der Sternwarte berufen worden. Im Jahre 1951 wurde die Astronomie an der Universität Jena eine selbständige Fachrichtung. Bereits in diesen Jahren legten die Jenaer Astronomen den Grundstein für die Forschungsrichtung, die auch heute noch die wissenschaftlichen Untersuchungen prägt: die Erforschung der interstellaren Materie. Untersuchungen zur photographischen und lichtelektrischen Photometrie

Astronomy in Jena – Brief Historical Survey

Jena is one of the few German cities with an astronomical tradition reaching back nearly five hundred years. Names like Georg Limnaeus, Erhard Weigel, Ernst Abbe, Heinrich Vogt, and Heinrich Siedentopf are connected to improvements in observational techniques and in general, to the understanding of stellar properties. After the World War II, Hermann Lambrecht laid the foundation for the current research topic in Jena: interstellar matter.

bildeten den Mittelpunkt beobachtungstechnischer Überlegungen. 1962 konnte die Beobachtungsstation bei Großschwabhausen mit einem 90-cm-Spiegelteleskop in Betrieb genommen werden.



Die wissenschaftlichen Mitarbeiter der Universitäts-Sternwarte Jena im Jahre 1959:
Alfred Weigert, Karl-Heinz Schmidt, Hermann Lambrecht, Johannes Hoppe, Helmut Zimmermann, Erich Bartl

Studium der Astronomie und Astrophysik

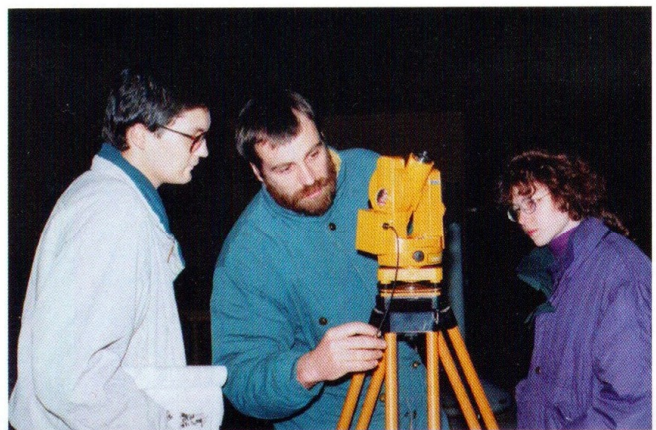
Die Astronomie ist eine der Physik aufs engste verwandte Naturwissenschaft. Sie hat die Aufklärung der Verteilung und der Bewegungen kosmischer Körper im Raum als Aufgabe. Ihr moderner Ableger – die Astrophysik – bemüht sich um ein physikalisches Verständnis der Natur der kosmischen Materie und ihrer Strahlung, seien es Einzelkörper wie Planeten, Sterne oder Galaxien, diffus verteiltes Gas und Festkörperpartikel im interstellaren Raum, Magnetfelder, das allgemeine Strahlungsfeld oder auch der Kosmos als Ganzes. Dabei kommt der zeitlichen Entwicklung eine zentrale Rolle zu.

Das „Laboratorium Kosmos“ gewährt Einblick in irdisch oft nicht realisierbare Zustände extremer Dichte und Temperatur und die unter solchen Bedingungen ablaufenden physikalischen und chemischen Prozesse. Allein daraus resultiert schon eine unlösbare Verflechtung astrophysikalischer Forschung mit Disziplinen wie Atom-, Kern- und Elementarteilchenphysik, Physik kondensierter Materie, Plasmaphysik und Relativitätstheorie. Darüber hinaus tragen Molekülphysik, Thermodynamik und die Optik kleiner Teilchen zum Verständnis kosmischer Objekte bei. Auch Erkenntnisse aus der Mathematik, der Informatik und der Chemie sind beim Studium kosmischer Prozesse von Nutzen.

Der Zugang zu seinem Forschungsgegenstand geht für Astronomen wie Astrophysiker ganz überwiegend über die elektromagnetische Strahlung, wobei die Abdeckung des gesamten Bereichs von der Gamma- und Röntgenstrahlung über

das Ultraviolette, Optische und Infrarote bis hin zu den Millimeter- und Meterwellenlängen des Radiobereichs unabdingbar ist. Charakteristisch ist der Anfall riesiger Datenmengen und die Entwicklung von Methoden zu deren effektiver Verarbeitung. Auf der theoretischen Seite ist die mathematische Modellierung von Sachverhalten ein wichtiges erkenntnistheoretisches Werkzeug der Astronomie und speziell der Astrophysik. Die „community“ der an kosmischen Objekten interessierten Forscher ist klein, die Vertreter betreiben ihre Wissenschaft weltoffen. So sind auch Diplomanden und Doktoranden aus Jena an Beobachtungsprogrammen der ESO in Chile, den Sternwarten auf Hawaii und dem fliegenden Observatorium KAO beteiligt.

Im Rahmen des Physikstudiums an der Physikalisch-Astronomisch-Technikwissenschaftlichen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena kann das Studium der Astronomie und der Astrophysik in Form des Wahlpflichtfaches innerhalb des Physikstudiums betrieben werden.



Nächtliche Beobachtungen im Astronomischen Praktikum

Dieses beinhaltet entsprechende Kurs- und Spezialvorlesungen, Seminare und die Beteiligung an ersten eigenständigen Forschungsaufgaben. Während des Studiums muß ferner ein Astronomisches Praktikum absolviert werden, das Nacht- und Tagbeobachtungen und Auswerteaufgaben unter Nutzung von Laborgeräten umfaßt. In einem astrophysikalischen Numerikum können sich die Studenten in die Inhalte moderner Forschungsschwerpunkte einarbeiten und dazu unter Nutzung modernster Computertechnik numerische Lösungen entwickeln. Das Studium wird nach der Erarbeitung der Diplomarbeit in einer Regelstudienzeit von zehn Semestern mit dem Erwerb des Titels „Diplom-Physiker“ abgeschlossen. Für besonders ausgezeichnete Studenten bietet sich die Möglichkeit der Promotion.

Auszug aus dem Regelstudienplan:

Astronomie und Astrophysik als physikalisches Wahlpflichtfach

	7. Semester	8. Semester
Wahlpflicht- fachvorlesungen	2	2
Forschungs- praktikum	x	
Forschungs- beleg		x
	9. Semester	10. Semester
Wahlpflicht- fachvorlesungen	2	2
Diplomarbeit	x	x

Astronomie und Astrophysik als „nichtphysikalisches“ Wahlpflichtfach

	7. Semester	8. Semester
Wahlpflicht- fachvorlesungen	4	4
	9. Semester	10. Semester
Wahlpflicht- fachvorlesungen	–	–

The Study of Astronomy and Astrophysics

Modern astronomical and astrophysical research deals with a large variety of cosmic structures; i.e. planets, stars, galaxies, gas, dust, magnetic fields, etc. In addition, the study of cosmic processes encompasses an exiting variety of current areas of research such as atomic, nuclear and elementary particle physics, physics of condensed matter, plasma physics etc. and covers the entire spectrum of radiation from gamma to radio frequencies.

As a part of the study of physics at Friedrich-Schiller-University Jena, students can choose special lectures and seminars as well as practical and numerical training in astronomy/astrophysics – resulting in a diploma in physics. Distinguished students may choose to continue their research in the PhD program (usually lasting three years). Additionally, astronomy can be choosen as a subsidiary for scientific students and school teachers.

Die Diplomarbeitsthemen sind aus den aktuellen Forschungsaufgaben des Universitäts-Institutes oder der Max-Planck-Arbeitsgruppe entnommen, können aber auch an der Thüringer Landessternwarte Tautenburg vergeben und betreut werden. Je nach Neigung des Studenten kann das Schwergewicht der Arbeiten auf der theoretischen oder der beobachtenden Seite der Astronomie bzw. der Astrophysik liegen.

Weitere Studienformen sind Astronomie als Nebenfach für Naturwissenschaftler in

den beiden ersten Studienjahren vor dem Vordiplom und das Studium einer Ergänzungsrichtung Astronomie für Lehramtskandidaten.

Das letztgenannte trägt der Tatsache Rechnung, daß in Thüringen wie in weiteren neuen Bundesländern Astronomie Schulfach ist. Zur Ausbildung von bereits im Schuldienst stehenden Lehrern finden deshalb auch Zweijahreskurse zur Lehrerweiterbildung statt, und es werden bedarfsweise Lehrerfortbildungsveranstaltungen organisiert und durchgeführt.

Astronomisches Praktikum

Seit dem Sommersemester 1994 werden in Jena zwei umgestaltete astronomische Praktika angeboten, die sich über jeweils ein Semester erstrecken. Im ersten Praktikum erwerben zukünftige Astronomie-Lehrer grundlegende Kenntnisse über Zeit- und Koordinatensysteme, Aufstellungsmethoden von Teleskopen und deren Leistungsparameter, wie auch über die wichtigsten astrophysikalischen Beobachtungs- und Auswertemethoden. Das zweite Praktikum richtet sich an Studenten mit dem Studienziel Diplom-Physiker und an Nebenfächler. Bei dieser Lehrveranstaltung liegt das Schwergewicht auf dem Kennenlernen der verschiedenen astronomischen Meß- und Auswertemethoden, mit denen die astrophysikalischen Parameter der Beobachtungsobjekte bestimmt werden. Dabei wird großer Wert auf die Vermittlung moderner Verfahren und das Heranführen an eine forschungsnahe Gerätetechnik gelegt.

Bei den im Rahmen der Praktika durchgeführten Nachtbeobachtungen handelt es sich um Messungen an verschiedenen astronomischen Objekten mit Schulfernrohren, Theodoliten und dem 90-cm-Spiegelteleskop. Atmosphärische Refraktion, Interferometrie an Doppelsternen und Sternphotometrie durch Photonen-zählung zählen zu den Aufgaben.

Die Tagbeobachtungen umfassen die geographische Ortsbestimmung, die Messung der Rotationsdauer der Sonne und des wellenlängenabhängigen Verlaufs ihrer Randverdunklung zur Untersuchung der Sonnenatmosphäre. Im Labor werden unter anderem Bahnbestimmungen kleiner Planeten mit Hilfe Tautenburger Schmidtplatten, Helligkeitsabschätzungen veränderlicher Sterne, Bildverarbeitung und verschiedene Computersimulationen durchgeführt.



Astronomisches Praktikum

Training in Practical Astronomy

Since summer 1994, two new courses in practical astronomy after introductions to time and coordinate systems, telescopes, observational methods, and modern observation techniques. Performing night- and day-time observations, the students measure e.g. the rotation period of the sun and the limb darkening. Image processing, computer simulations, and the calculation of the trajectory of small planets complete the practical training.

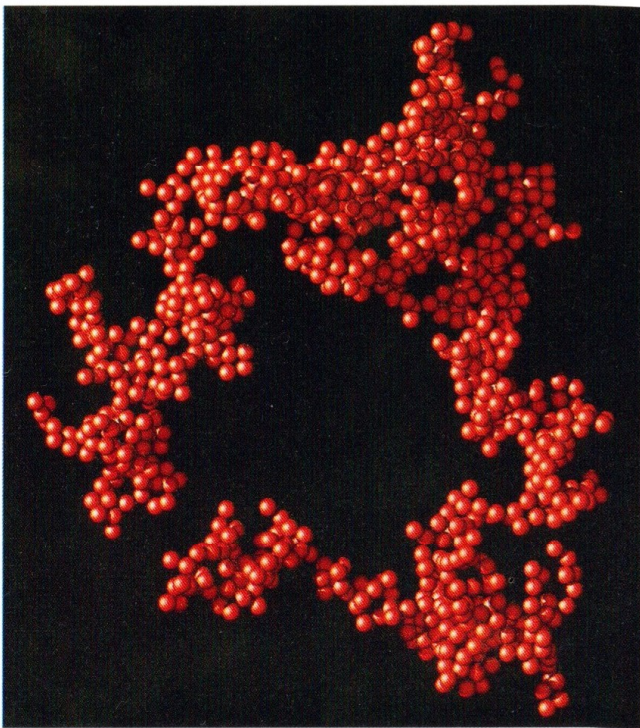
Astrophysikalisches Numerikum

Aktuelle Forschungsarbeit in der Astrophysik ist ohne den Einsatz von Computern kaum mehr denkbar. Regelmäßig wird daher ein astrophysikalisches Numerikum angeboten, in dem Studenten nach Einarbeitung in die Problemstellung konkrete Lösungen am Computer erarbeiten. Der Aufgabenkatalog erstreckt sich über die ganze Vielfalt moderner astrophysikalischer Forschung und richtet sich an Studienanfänger ebenso wie an fortgeschrittene Studenten, soweit Kenntnisse in einer Programmiersprache (FORTRAN 77/90, C/C++ oder PASCAL) vorhanden sind. Als Hardware steht ein Workstation-Cluster aus 64bit-DEC-Alpha-Maschinen (150 MHz, Lichtleitfaser-vernetzt), ein Pool aus SUN- und DEC-Workstations

sowie PC's zur Verfügung. Die erhaltenen Ergebnisse können mit moderner Visualisierungssoftware dargestellt und weiterverarbeitet werden.

Auszug aus dem Aufgabenkatalog:

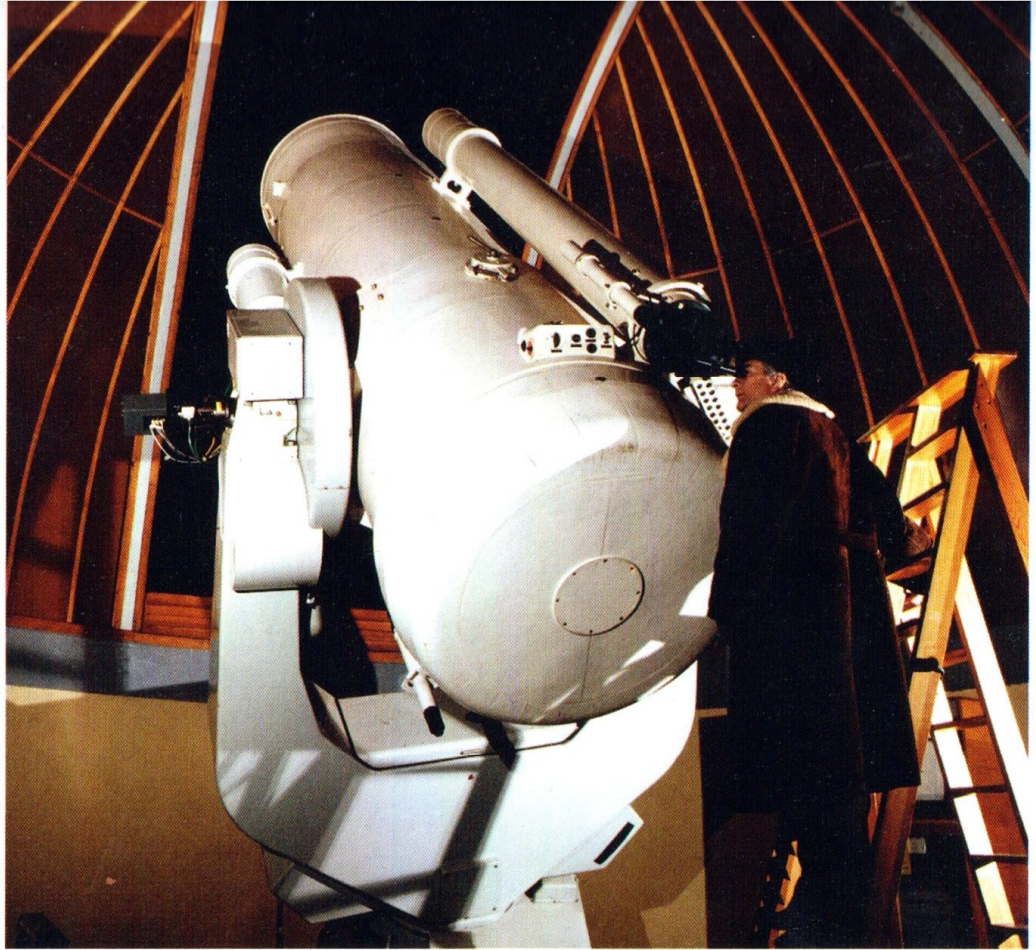
- Strahlungstransport in der Atmosphäre eines A0V-Sterns
- Modellierung von Sternspektren mittels des Metropolis-Algorithmus
- Hydrodynamische Simulation von Supernova-Überresten
- Anwendung eines Maximum-Entropieverfahrens auf Bedeckungslichtkurven
- Simulation von Mehrfachstreuung mit der Monte-Carlo-Methode
- Untersuchung fraktaler Staubteilchen



Granum jenense - mögliche Form eines zufällig gewachsenen, aus einzelnen kugelförmigen Staubteilchen bestehenden Konglomerates

Training in Numerical Astrophysics

Given the enormously increasing importance of computational modelling in astrophysics, students have access to a farm of 64-bit DEC-Alpha workstations with FDDI-network to solve astrophysical problems on the computer. The applications range from radiative transfer codes, hydrodynamical codes, Monte-Carlo and Metropolis solvers to image processing and investigation of fractal particles.



Das 90-cm-Spiegelteleskop, das im Schmidt- und Nasmythfokus genutzt werden kann



Das Institutsgebäude im Zentrum Jenas



Seit 1962 nutzen die Jenaer Astronomen eine Beobachtungsstation außerhalb des Saaletals

Institutionen

Astrophysikalisches Institut und Universitätssternwarte

Das Gebäude der Universitäts-Sternwarte – in Schillers historischem Garten gelegen – beherbergt neben den Arbeitsräumen der wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiter als Zweigstelle der Universitäts-Bibliothek eine umfangreiche Fachbibliothek und den Bereich der Studentenausbildung. Dazu gehört auch die Kuppel mit einem älteren 25-cm-Spiegelteleskop, das nur noch zu Praktikumszwecken genutzt wird. Da unter den Bedingungen der Stadt Jena keine ernsthaften astronomischen Beobachtungen möglich sind, betreibt die Universitäts-Sternwarte seit 1962 die Beobachtungsstation Großschwabhausen. Sie liegt etwa 10 km westlich von Jena auf einer Hochfläche (360 m NN) und bietet erträgliche Bedingungen für die optische Astronomie. Es steht ein 90-cm-Spiegelteleskop von Zeiss Jena zur

Verfügung, das sowohl als Schmidt-Kamera (Durchmesser der Korrekationsplatte 60 cm, Brennweite 180 cm), als auch als Quasi-Cassegrain-System mit 90 cm freier Öffnung genutzt werden kann. Als Zusatzgerät kommen ein Gitterspektrograph, CCD-Kameras und insbesondere ein leistungsfähiges Photonen zählendes Sternphotometer zum Einsatz. Von der Fritz-Thyssen-Stiftung zur Verfügung gestellte Sondermittel erlaubten in jüngster Zeit den Umbau der Teleskopantriebe auf eine automatische Positionseinstellung und -nachführung.

Es sei angemerkt, daß zum Institut auch eine selbständige Arbeitsgruppe „Meteorologie“ gehört. Dort wird unter anderem seit 1816 eine Säkularstation zur regelmäßigen Erfassung und Auswertung von Wetterdaten betrieben.



Der Hauptsitz der Arbeitsgruppe „Staub in Sternentstehungsgebieten“ der Max-Planck-Gesellschaft ist das der Sternwarte benachbarte ehemalige Direktorenwohnhaus

Institutions

Two scientific groups are currently joined in their efforts to investigate interstellar matter, and stellar evolution (both early and late stages). The Institute for Astrophysics is located at the University Observatory, and operates an optical 90-cm telescope on a plateau near Grossschwabhausen. Here and in a nearby building, a research group of the Max Planck Society works on dust particles in laboratories, performs computer simulations using a workstation farm and reduces observational data gained at telescopes all over the world.



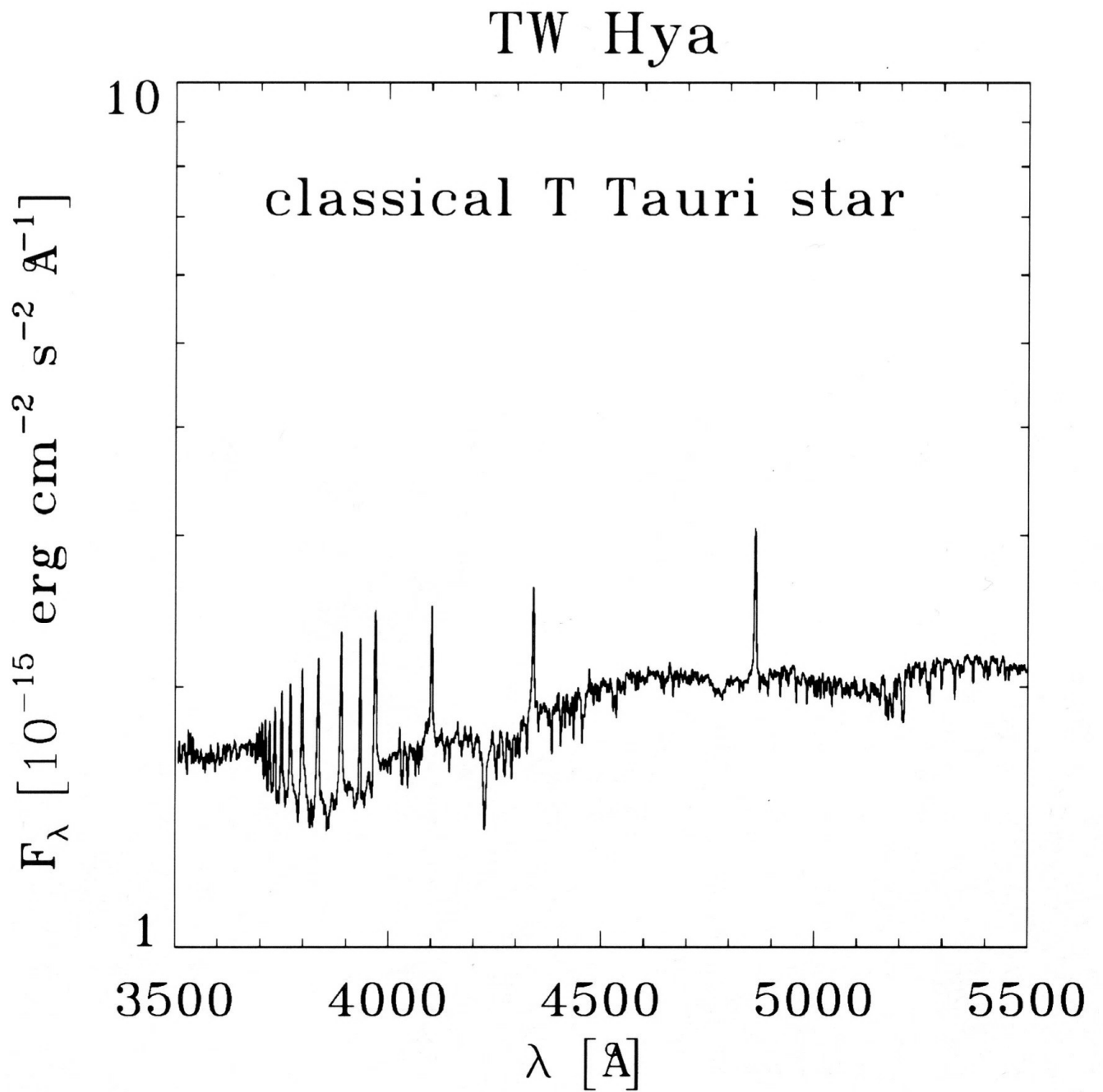
Max-Planck-Gesellschaft Arbeitsgruppe „Staub in Sternentstehungsgebieten“

Mit dem Bestreben, weitere Kernzellen moderner Forschung in den neuen Bundesländern zu schaffen, gründete die Max-Planck-Gesellschaft eine Reihe von wissenschaftlichen Arbeitsgruppen mit einer Laufzeit von 5 Jahren. Ende 1991 hat in Jena die Gruppe um Prof. Dr. Th. Henning ihre Arbeit über die Rolle von kleinen Staubteilchen bei der Bildung neuer Sterne aufgenommen. Die Ansiedlung der Arbeitsgruppe an der Universität Jena ermöglicht eine intensive Zusammenarbeit mit dem Astrophysikalischen Institut, aber auch mit anderen Uni-

versitätsinstituten. Desweiteren arbeitet die Gruppe eng mit den Max-Planck-Instituten für Astronomie, Extraterrestrische Physik, Kernphysik und Radioastronomie zusammen. Verstärkt durch eine Reihe internationaler Gastwissenschaftler erforscht die nun über 30 Personen zählende Gruppe in Laboruntersuchungen, durch Beobachtung an Observatorien in der ganzen Welt und vor allem durch theoretische Untersuchungen den Sternentstehungsprozeß und die Rolle des interstellaren Staubes in den frühen Phasen der Sternentwicklung.



Wissenschaftler im Flugzeuginnenraum des Kuiper Airborn Observatory



Astrophysikalische Forschung

Eine wichtige Erscheinungsform kosmischen Materials ist die interstellare Materie. Es handelt sich um diffus im Raum oder auch in Form von Hüllen um bestimmte Sterntypen angeordnetes Gas mit einer Beimengung von Festkörperpartikeln, dem „interstellaren Staub“.

Die interstellare Materie spielt eine Schlüsselrolle im Kreislauf der Entstehung und Entwicklung von kosmischer Materie unter den verschiedensten Aspekten. Die aktuellen Jenaer Abteilungen zielen auf die Untersuchung von Sternentstehungsgebieten, auf die in den zirkumstellaren Hüllen ablaufenden Pro-

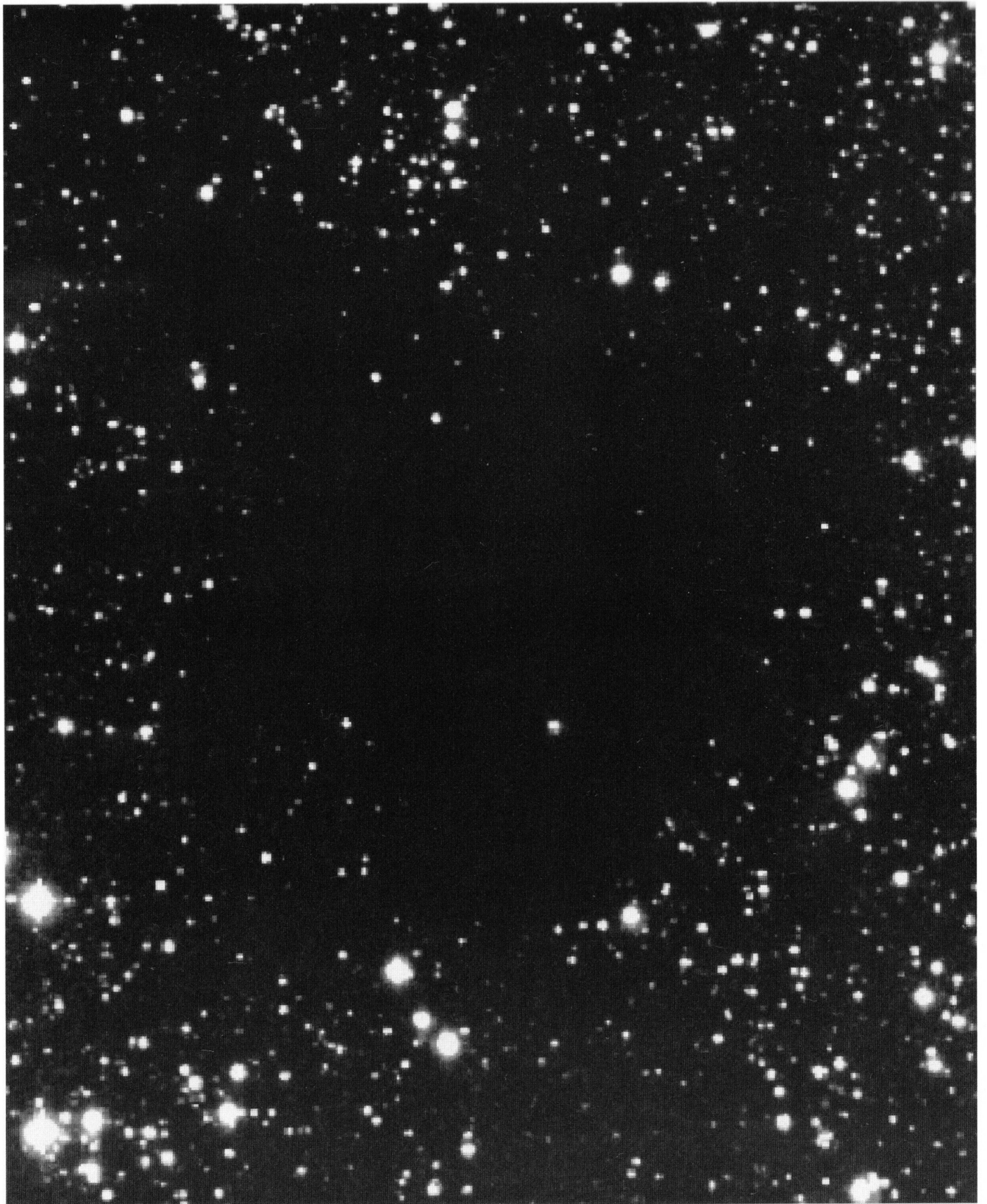
zesse und schließlich auf die Aufklärung der chemisch-mineralogischen Natur der interstellaren Staubpartikel. Die angewendeten Methoden sind der Breite der Zielstellungen entsprechend sehr unterschiedlich. Es müssen Meßdaten in einem breiten, von den Röntgen- bis zu Radiofrequenzen reichenden Spektralbereich gewonnen und bearbeitet werden, auf leistungsfähigen Computern sind theoretische Modellrechnungen durchzuführen und in einem Laboratorium wird versucht, den interstellaren Staub nachzubilden und seine optischen Eigenschaften zu bestimmen.



Schematische Darstellung der Staubverteilung in einer Akkretions-scheibe um einen jungen Stern

Astrophysical Research

Interstellar matter plays a key role in the cycle of formation and evolution of cosmic matter. In Jena, aspects of this cycle are realized in three different research topics: Investigation of star-forming regions, research dealing with envelopes around late-type stars, and the work related to the chemical-mineralogical structure of the interstellar dust particles.



Sternentstehung und Frühphasen der Sternentwicklung

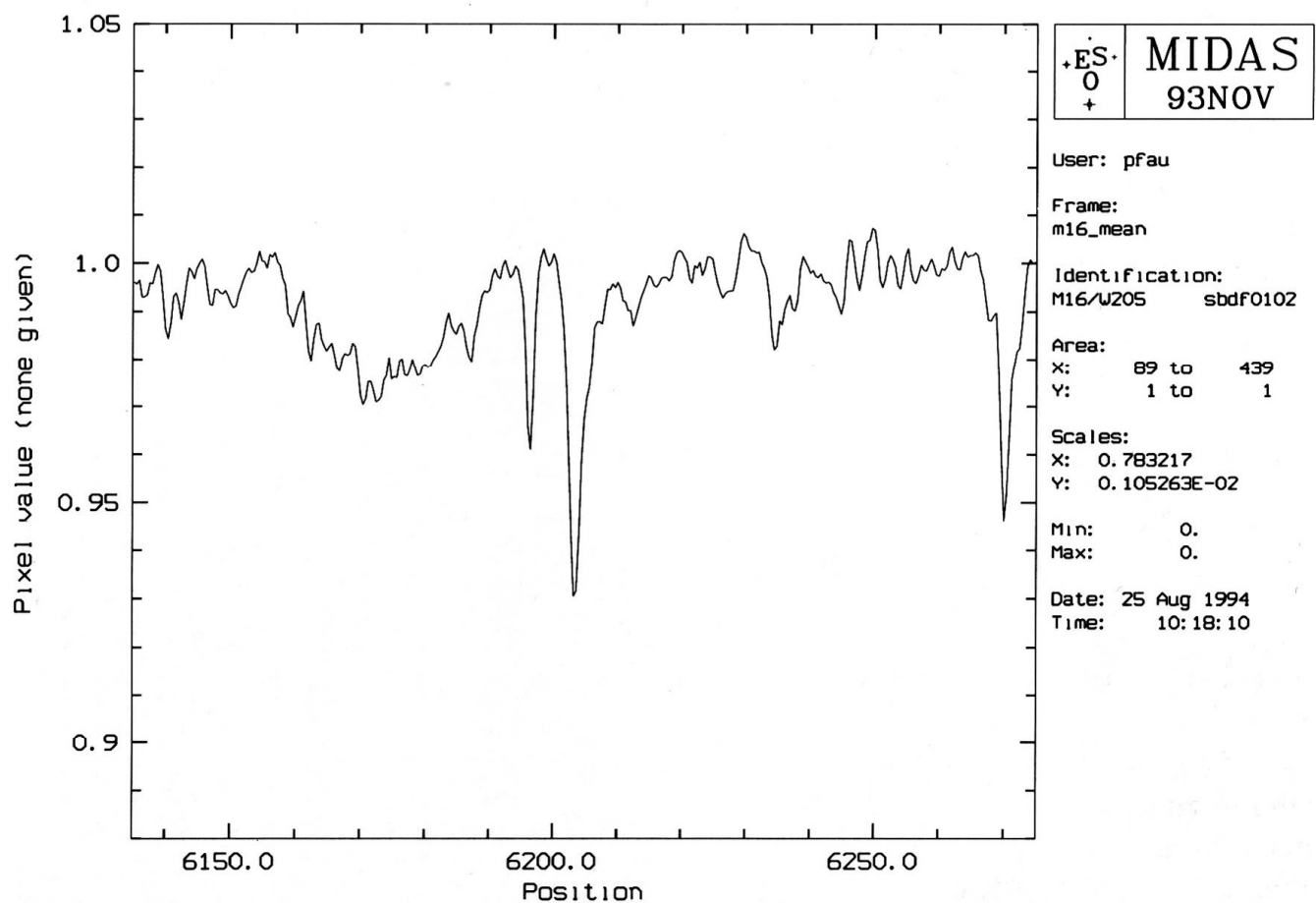
Die Entstehung von Sternen ist ein fundamentaler Prozeß während der Entwicklung des Universums. So werden alle Elemente außer Wasserstoff in Sternen gebildet. Der Kreislauf von Sterngeburt, Sternentwicklung und Sternentod steht in enger Symbiose mit der Entwicklung von Galaxien. Auch unsere eigene Entwicklung, die Entwicklung der Erde und des Menschen, ist mit der Problemstellung verbunden, ist doch die Bildung der Sonne ein spezielles Beispiel für den Sternentstehungsprozeß.

Obwohl die Sternentstehung damit zu einem der wichtigsten Grundprozesse der Astrophysik zählt, ist sie immer noch

ungenügend verstanden. Zum großen Teil liegt dies an der Komplexität des Problems. Berücksichtigt man Rotation, Magnetfelder, Turbulenz, Eigengravitation, chemische Vorgänge und den Transport von Energie, so wird schnell klar, daß der Prozeß der Entstehung von Sternen keine einfache Implosion einer Gaswolke ist. Jüngste Fortschritte im Bereich der Beobachtungen bei Infrarot- und Radiowellenlängen, an denen auch Jenaer Wissenschaftler beteiligt sind, erlauben uns erstmals einen Blick in die sonst durch dicke Staubschichten verhüllten Geburtsstätten der Sterne und rücken die Entdeckung protoplanetarer Scheiben in greifbare Nähe.

Star Formation and Early Phases of the Star Evolution

The star formation process occurs in optically invisible dark clouds, where a complicated interplay of rotation, magnetic fields, turbulence, self-gravity, chemical processes, and transport of energy leads to the birth of a new star. Hence, radio and infrared observations share importance in the study of the first years in the lifetime of a star, and in the possible creation of new planets in circumstellar disks.



Interstellare Materie

Ein wichtiges Mittel zur Charakterisierung der interstellaren Staubteilchen ist die Veränderung der spektralen Energieverteilung der Sternstrahlung, wenn diese „als Sonde“ interstellares Material durchsetzt. Diese Veränderung hat eine mit der Wellenlänge kontinuierliche Komponente („Verrötung“).

Das photoelektrische Sternphotometer am 90-cm-Teleskop der Beobachtungsstation Großschwabhausen ist unter anderem darauf ausgerichtet, diese Veränderungen bei standardisierten Wellenlängen im Vergleich zu anderen Sternen zu messen. Es lassen sich daraus zum Beispiel Aussagen über die Dichte des interstellaren Staubes entlang der Sichtlinie gewinnen.

Den Sternspektren werden aber auch diskrete Strukturen aufgeprägt. Diese sollten besonders aussagekräftig hinsichtlich der physikalischen und chemisch-mineralogischen Eigenschaften der Teilchen sein. Der Phänomenologie nach unterscheidet man zwei Arten solcher Strukturen.

Einmal kennt man seit den 30er Jahren die sogenannten „Diffusen Interstellaren Banden“, DIB, die recht intensiv und zahlreich bei Wellenlängen oberhalb von 443 nm auftreten. Tatsächlich ist die Natur der Absorber dieser Banden bis heute nicht geklärt. Am Institut werden auf der Basis von spektroskopischen Beobachtungen die Bandenstärken in Beziehung zu anderen charakteristischen Eigenschaften der vorgelagerten Staubregionen, etwa der Dichte, der kontinuierlichen Extinktionswirkung, dem dort herrschenden Strahlungsfeld und anderen

Größen gesetzt, um so zur Klärung des Rätsels dieser Absorption beizutragen.

Das andere, wenn auch weniger auffällige Merkmal, sind die im Vergleich zu den DIB breiteren „Very Broad Band Structures“, VBS, die ebenfalls im optischen Spektralbereich, aber als besondere Struktur in Emission, auftreten. Auch hier fehlt noch eine physikalische Erklärung. Möglicherweise handelt es sich um eine Fluoreszenzerscheinung an den Festkörperteilchen des interstellaren Staubes. Als Untersuchungsmethode wird in diesem Fall eine am Institut entwickelte photometrische Methode eingesetzt. Dabei wird am 90-cm-Teleskop die Sternhelligkeit in signifikanten und schmalbandigen Wellenlängenbereichen photoelektrisch gemessen. Untersucht wurde bisher die interstellare Materie in einigen ausgewählten galaktischen Sternhaufen.

Interstellar Matter

Stellar light is continuously reddened by interstellar dust particles and can be used to trace the interstellar dust distribution. Moreover, discrete non-source intrinsic features indicating absorption by some yet unknown mechanism can be found in different spectra at different wavelengths. The origin of very broad band structures, which appear in emission and might result from a fluorescence process on the surface of the dust particles, is also unknown.



Laborphysik und Weltraumexperimente

Wenn man echte kosmische Staubteilchen im Labor zur Verfügung hätte, könnte man alle benötigten Materialdaten, z. B. Form und Größe, chemische Zusammensetzung, innere Materialstruktur, katalytische Eigenschaften ihrer Oberflächen für chemische Reaktionen u. a. m. direkt messen. Leider sind sie Lichtjahre weit von uns entfernt, und die astronomischen Beobachtungen verraten nur sehr wenig über ihre geometrischen und stofflichen Eigenschaften, ihre Entstehung und ihre Entwicklung in interstellaren Molekülwolken, zirkumstellaren Staubhüllen und Protosternen. Die in den Labors arbeitenden Chemiker, Physiker und Labortechniker versuchen daher, das Material, aus dem die interstellaren und zirkumstellaren Staubteilchen bestehen

sollten, aber auch die Teilchen selbst, nachzuahmen. So werden auf dem Wege der chemischen Präparation Laboranalogprodukte für einzelne bisher festgestellte kosmische Staubkomponenten (z. B. Silikate, Kohlenstoff, Sulfide) hergestellt und ihre optischen Eigenschaften mit Hilfe spektroskopischer Methoden bestimmt und über theoretische Modelle mit den astronomischen Beobachtungsergebnissen verglichen.

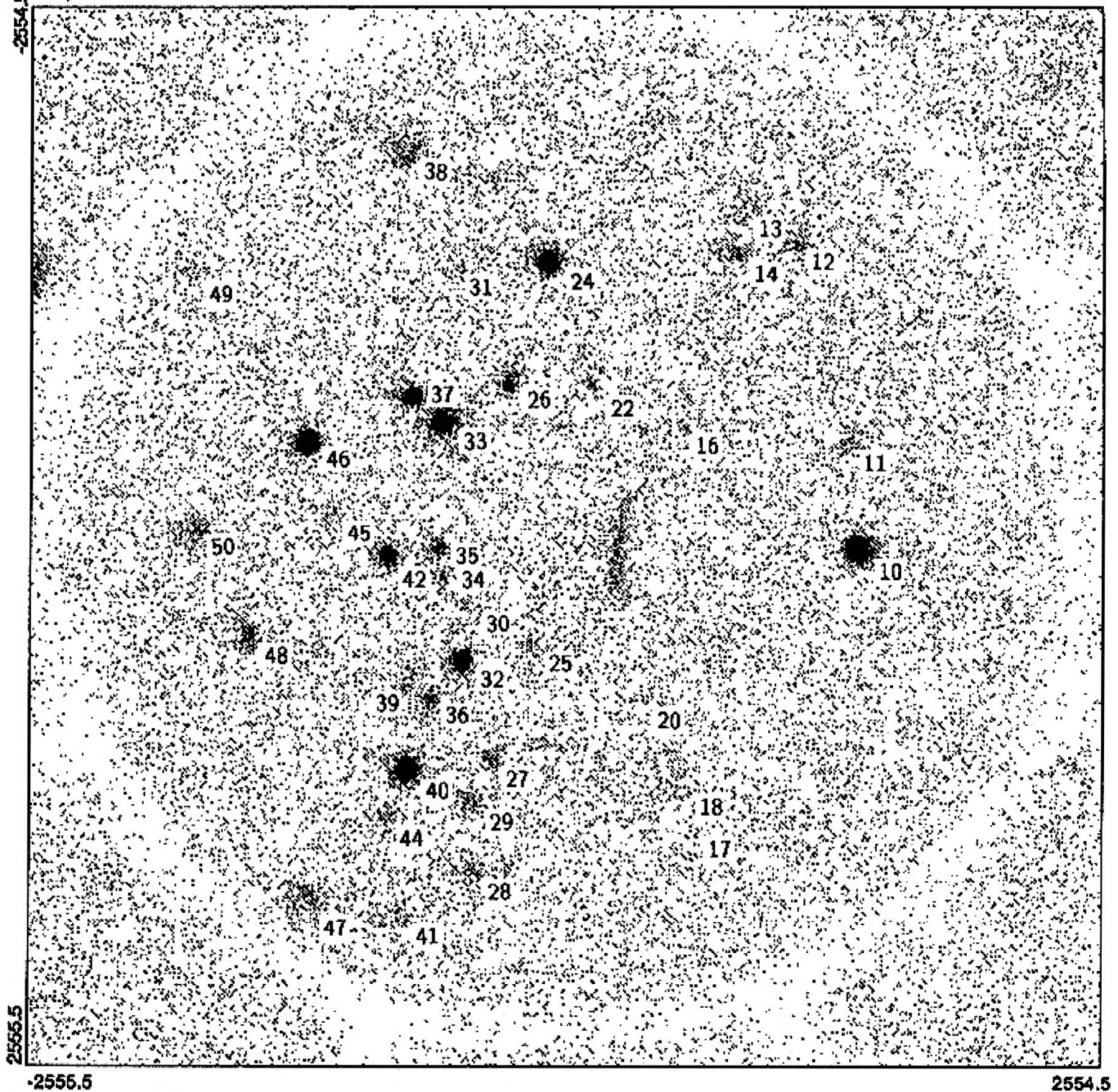
Zum experimentellen Studium des Teilchenwachstums durch Zusammenballung – eines ungelösten Schlüsselproblems beispielsweise der Planetenentstehung – wird in den Labors sogar ein Weltraumexperiment vorbereitet, weil dazu die beim Raumflug erreichte Schwerelosigkeit eine wichtige Voraussetzung ist.

Laboratory Physics and Space Experiments

There is still limited knowledge about the precise shape and size, chemical composition and optical properties of the interstellar dust particles. In order to provide model calculations with realistic data, "dust analogues" have to be created and measured in the laboratory. Since this needs micro gravity in some cases, space experiments are under construction, simulating the growth of dust particles in space.

Th, 09 Jan 1992 09:40:53

MIDAS version: 91MA\



Das Zentralfeld mit Röntgenquellen in Chamaeleon I, gemessen mit dem Röntgenteleskop ROSAT

Röntgenastronomie

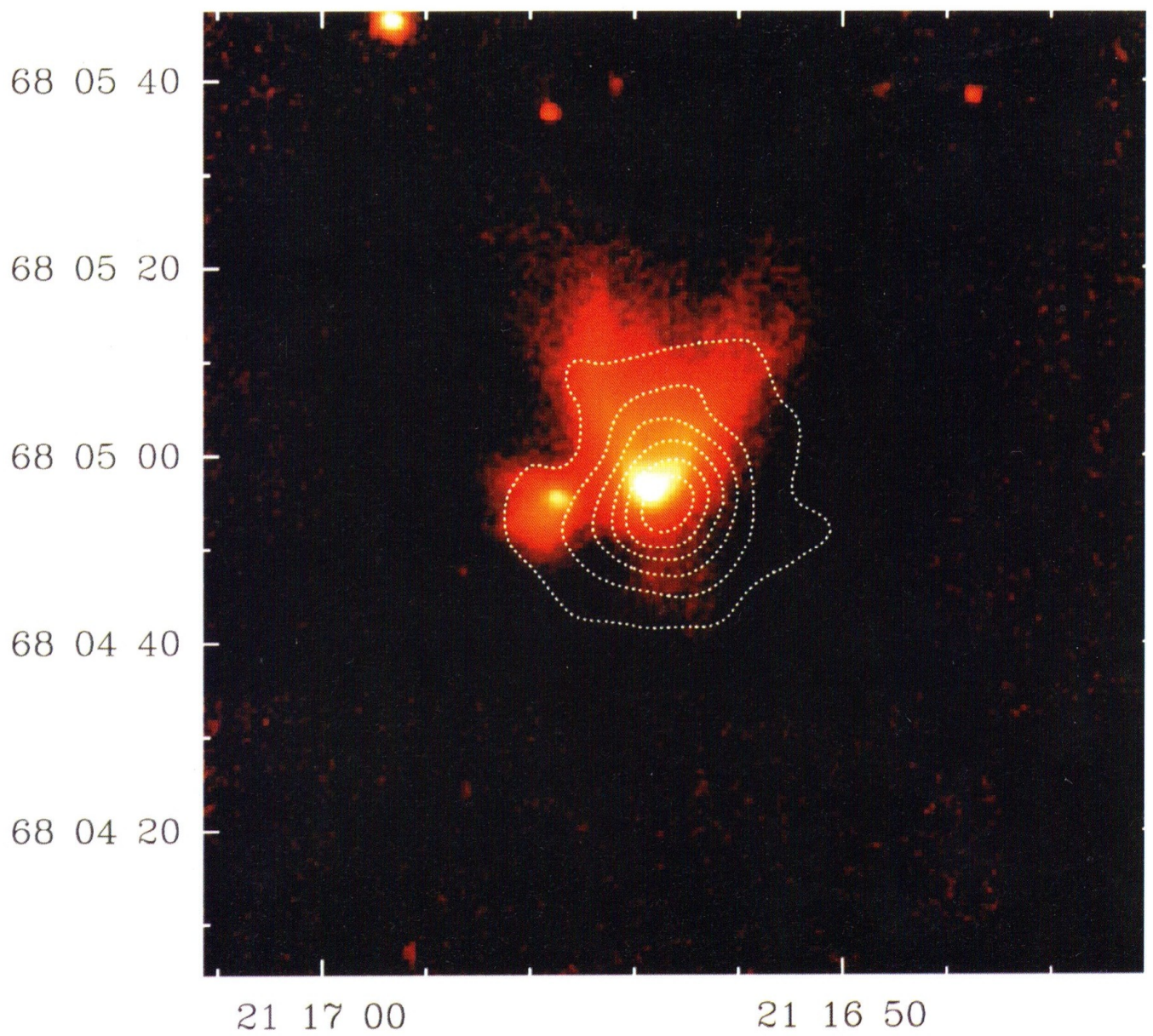
Nahezu alle Typen von Sternen emittieren – wenn auch auf Grund teilweise unterschiedlicher Prozesse – im Wellenlängenbereich unterhalb von etwa 10 nm, d. h. im Röntgenbereich. In das Jenaer Forschungsprofil fallen dabei besonders die letzten Phasen der Entstehung massearmer Sterne. Diese weisen in ihrem Vorhauptreihenstadium im allgemeinen eine besonders hohe, auf heißes Plasma in der äußeren Sternatmosphäre zurückgehende Röntgenaktivität auf.

In jüngerer Zeit nutzen wir Meßdaten vom Röntgensatelliten ROSAT, um massearme Röntgenquellen in Sternentstehungsgebieten zu entdecken, ihre Strahlungsleistung und zeitliche Variabilität zu bestimmen und nach einem Entwicklungsschema innerhalb dieser Objektgruppe zu suchen.

Die nachträgliche Aufnahme von Spektren im optischen Spektralbereich diente dazu, die Natur der Quellen unabhängig zu überprüfen.

X-Ray Astronomy

High energetic X-Ray emission observed by the satellite ROSAT can be used as a tracer for low-mass stars at the end of their formation process, since at this stage hot plasma processes take place in the outer stellar atmosphere.



Moderne Beobachtungsmethoden

Die Beobachtungen konzentrieren sich auf die Messung der spektralen Energieverteilung junger stellarer Objekte (z. B. von Bok-Globulen), die Bestimmung von Molekülhäufigkeiten in Sternentstehungsgebieten, die Erfassung der Dynamik von Molekülwolken und den Nachweis zirkumstellarer Staubstrukturen mit hoher räumlicher Auflösung. Dabei ist die Möglichkeit der Nutzung modernster Beob-

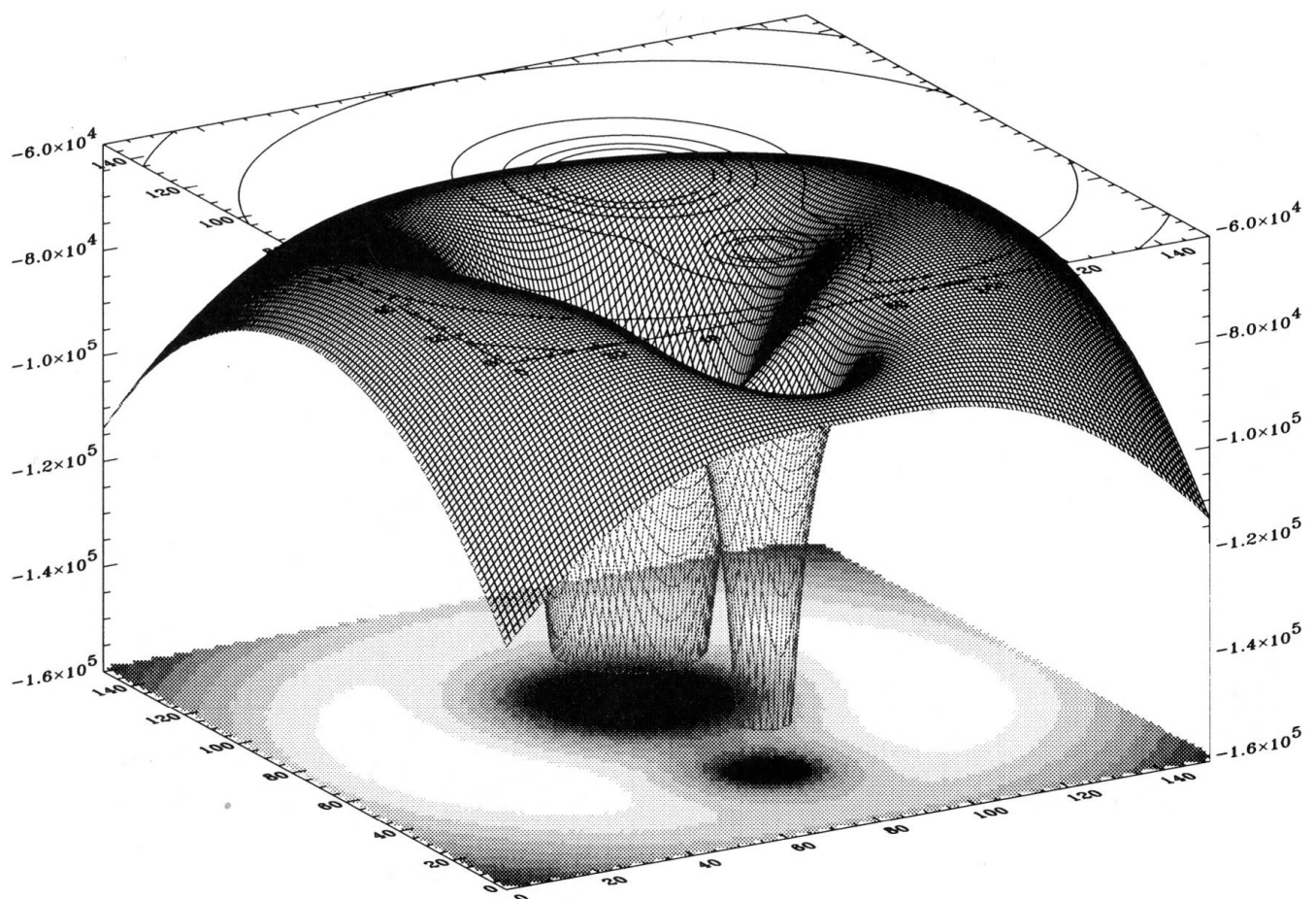
achtungstechnik von ausschlaggebender Bedeutung. So wurden z. B. Messungen mit dem Flugzeugteleskop KAO, dem Radiointerferometer des IRAM und dem adaptiven Optiksistem der ESO durchgeführt.

Bei der Vorbereitung und Auswertung der Messungen spielen astronomische Datenbanken und geeignete Softwarepakete eine wesentliche Rolle.

Modern Observational Techniques

To study spectral energy distributions of young stellar objects, the molecular abundances in the associated star-forming regions, the dynamics of galactic molecular clouds in general, and circumstellar dust configurations, modern observation techniques have to be applied.

Among these, observations using the airborne telescope KAO, the radio interferometer of IRAM and the adaptive optics system of the ESO have revealed exciting new astrophysical insights.



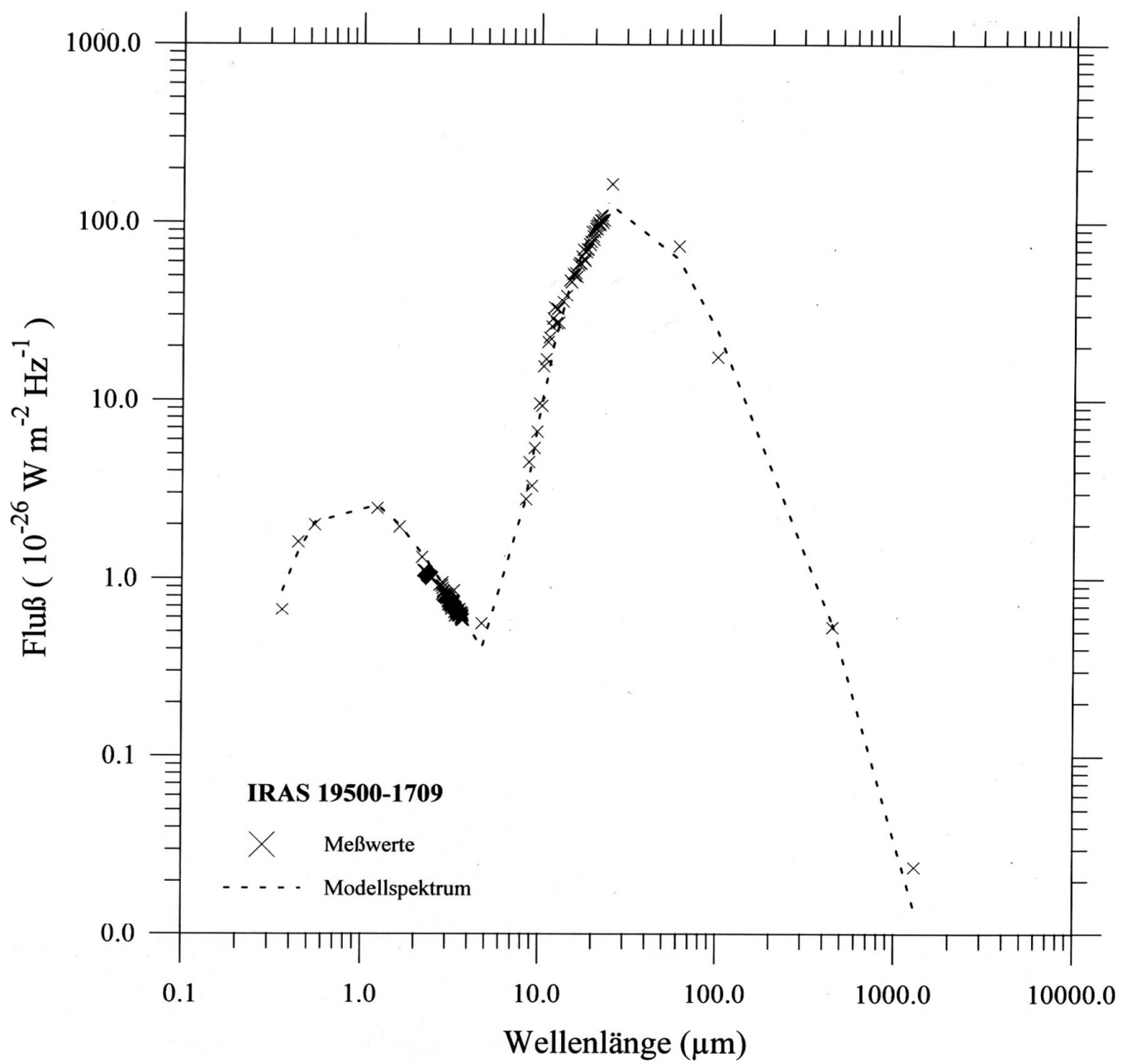
Numerische Methoden in der Astrophysik

Bei der Geburt eines Sterns vollziehen sich derart komplexe Vorgänge, daß für halbwegs realistische Modelle keine analytischen Lösungen mehr gefunden werden können. An ihre Stelle treten moderne numerische Verfahren, bei denen auf flexibel angelegten Gittern die relevanten Gleichungen gelöst werden, oft unter Berücksichtigung von vielen tausend Unbekannten. Hochleistungsrechner sind erforderlich, um die Zusammenballung der anfänglichen Gaswolke zu einem

Stern, das Verhalten der auf den jungen Stern zuströmenden Materie, das Wachstum von Staubteilchen und die Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Staubkörnern beliebiger Form sowie den Transport der Strahlung in den dichten Staubhüllen oder -scheiben zu berechnen. Die Entwicklung von schnellen Algorithmen gehört hier ebenso zur täglichen Arbeit des Theoretikers wie die effiziente Analyse und Bildauswertung großer Datenmengen durch den Beobachter.

Numerical Methods in Astrophysics

The realistic description of complex scenarios like the formation of a new star and planetary systems or the interaction of electromagnetic waves with complicated shaped dust particles can be given only numerically. High-Performance Computers are used to handle the complicated solution of differential equations and the simulation of dynamics by applying modern algorithms.



Untersuchungen von Staub- und Gashüllen um entwickelte Sterne

Das Studium der ausgedehnten Hüllen um entwickelte Sterne ist Teil eines umfassenderen Projekts, dessen Ziel die vergleichende Untersuchung der zirkumstellaren Materie um entwickelte und um junge Sterne ist. Einen besonderen Schwerpunkt bilden dabei die Staubteilchen.

Die Hüllen um entwickelte Sterne entstehen, wenn Sterne eines bestimmten Massebereichs im Rote-Riesen-Stadium einen substantiellen Teil ihrer Masse in Form eines intensiven Sternwindes verlieren. Im abströmenden Gas kondensieren kleine feste Teilchen (Staub) aus, und es bilden sich Moleküle. Die Natur dieses Gas-Staub-Gemisches ist durch die chemische Zusammensetzung der Sternatmosphäre und die physikalischen Bedingungen in der Hülle bestimmt. Die Staubteilchen gelangen mit dem Sternwind in den interstellaren Raum und wer-

den zu einer Hauptquelle des interstellaren Staubes.

Die Untersuchung von Hüllen geschieht mit Hilfe von Beobachtungen der Linienstrahlung der Moleküle (vorzugsweise im Radio- und Millimeterwellenbereich) sowie der thermischen Emission der Staubteilchen (überwiegend im Infrarotbereich). Diese Beobachtungen werden mit theoretischen Spektren konfrontiert, die auf Grund von Modellvorstellungen über den Aufbau der Hüllen und die Eigenschaften der Staubteilchen berechnet wurden.

Das Bild zeigt das Ergebnis eines solchen Vergleichs. Auf diese Weise sollen Informationen über die Stärke des Sternwindes und seine Dauer, die Dichte- und Temperaturverteilung in der Hülle, die Menge und Natur der Staubteilchen u. a. m. abgeleitet werden.

Investigation of dust and gas envelopes around late-type stars

Red Giant Stars in a special mass range tend to eject part of their atmosphere in a certain stage of their evolution in the form of a strong wind. Here, molecules and dust particles can form new interstellar matter. Observation of the stellar envelopes at frequencies close to the molecular emission lines (or in the infrared thermal emission range of the dust), can be use fully compared to theoretical models; providing important insights into, for example, the density and temperature structure of dust particle distribution.



Universitätsstadt Jena

Große Namen, gewichtige Traditionen, intelligenzintensive Produktion, tiefgreifende Umgestaltung und reizvolle Landschaft – das kennzeichnet das Jena von heute.

Im 9. Jahrhundert als „Iani“ erwähnt, brachte der erfolgreiche Weinanbau und der Handel damit Jena als gewerblichem Mittelpunkt einen gewissen Wohlstand. Während der Reformation war hier eines ihrer Zentren. Nach dem Schmalkaldischen Krieg ging den Ernestinern die Universität Wittenberg verloren, und so gründete Johann Friedrich von Sachsen im Jahre 1548 in Jena eine Hohe Schule, die zehn Jahre später in den Rang einer Universität erhoben wurde. Die Hochschule erreichte in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts einen ersten Höhepunkt: sie gehörte neben Leipzig, Wittenberg und Göttingen zu den bedeutendsten deutschen Universitäten.

Zur Hauptstadt der klassischen deutschen Philosophie wurde Jena um die Wende zum 19. Jahrhundert, dafür stehen Namen wie Schiller, Fichte, Hufeland, Schelling und Hegel. Um die in Jena wirkenden Gebrüder Schlegel, um Tieck, Brentano, Novalis und Hölderlin scharten sich die deutschen Romantiker. Im Jahre 1806 schlug Napoleon in der Schlacht bei Jena und Auerstedt das preußisch-sächsische Heer: Keim zur wenige Jahre später aufflammenden Befreiungsbewegung und schließlich zur Gründung der Jenaer Urburschenschaft.

Auf Anregung von Carl Zeiß, der im Jahre 1846 in Jena eine Werkstatt für Brillen, Lupen und Thermometer eröffnet

hatte, fand Ernst Abbe die theoretischen Grundlagen für die Mikroskopabbildung. Er begründete 1889 die Carl-Zeiss-Stiftung. Nicht nur das Zeiss-Werk wuchs schnell, für die Entwicklung und Herstellung optischer Gläser fand Abbe in Otto Schott einen befähigten Chemiker, der die sich entwickelnde feinmechanisch-optische Industrie in Jena durch den Aufbau des Glaswerks komplettierte.

Heute bildet die ostthüringische Großstadt Jena mit über 100 000 Einwohnern ein sich schnell entwickelndes Zentrum für Lehre und Forschung durch Universität und Fachhochschule, für feinmechanisch-optisch-elektronischen Gerätebau durch Carl Zeiss und Jenoptik, für mittelständische Unternehmen und Dienstleistungseinrichtungen.

Das kulturelle Leben wird geprägt durch das Theaterhaus, die Jenaer Philharmonie, zahlreiche Gedenkstätten und Museen – von denen hier neben dem interessant gestalteten Stadtmuseum das Optische Museum genannt werden soll, das kulturgeschichtliche und technische Entwicklungslinien optischer Instrumente aus fünf Jahrhunderten präsentiert – durch die Urania-Volkssternwarte und nicht zuletzt das Zeiss-Planetarium, das mit modernster Technik populärwissenschaftliche Vorführungen, Kinderprogramme, aber auch Laser- und Multivisionsshows bietet. Schließlich prägen zahlreiche Ausflugsgaststätten und kleinere Restaurants, Cafés und Bars in der Stadt, aber auch Studentenklubs das kulturelle Umfeld in der Studentenstadt Jena, wobei die Studentenzahlen auch in den nächsten



Jahren an der Fachhochschule nicht über 3500, an der Universität nicht über 12000 steigen sollen; die Universität möchte eine Hochburg der Wissenschaft in überschaubarem Rahmen sein.

An der Universität selbst bieten unter anderen die Akademische Orchestervereinigung, der Studentenchor, die Singakademie, das Pantomime-Ensemble und der Universitätsfilmclub kulturelle, der Uni-

versitätssportclub die verschiedensten sportlichen Betätigungsmöglichkeiten. Auch das Fluidum der großen Vergangenheit früherer Jahrhunderte, die reizvolle Landschaft, die interessante Umgebung mit idealen Wandermöglichkeiten, die Lage am Kreuzungspunkt zweier wichtiger Bahnlinien und die Nähe zweier Autobahnen bewirken, daß Jena heute zu den attraktivsten Studienorten Deutschlands gehört.

University town Jena

Looking back at a long tradition of university life, Jena belonged several times to the group of most important universities in Germany. Today, this historical atmosphere continues to be clearly seen and felt, and provides a remarkable contrast to Jena's rapid development as a center for the opto-electronic industry. The beautiful landscape, as well as the variety of cultural institutions and events, help to attract the more than ten thousand young people currently studying at Friedrich-Schiller-University Jena.

Ansprechpartner

Studium der Astronomie in Jena:

Prof. Dr. Pfau

Theorie:

Prof. Dr. Henning, Dr. Steinacker

Beobachtung:

Prof. Dr. Pfau, Dr. Stecklum

Labor:

Dr. Dorschner

Adressen

Astrophysikalisches Institut und Universitätssternwarte

Schillergäßchen 2

D-07745 Jena

GERMANY

Telefon: 03641/630323

Telefax: 03641/630417

Telex: 331 506 uni d

Email: obs@betty.astro.uni-jena.de

Max-Planck-Gesellschaft

Arbeitsgruppe „Staub in Sternentstehungsgebieten“

Schillergäßchen 2-3

D-07745 Jena

GERMANY

Telefon: 03641/55593

Telefax: 03641/55594

Telex: 331 506 uni d

Email: Mail@fred.astro.uni-jena.de

Impressum:

Herausgeber:

Astrophysikalisches Institut und Universitäts-Sternwarte Jena und
Arbeitsgruppe „Staub in Sternentstehungsgebieten“ der Max-Planck-Gesellschaft

Redaktion: Dr. Reinhard Schielicke und Dr. Jürgen Steinacker

Englische Texte unter Mithilfe von Elisabeth Kley

Layout und Druck: Druckerei Friedrich Kühn, Apolda

Jena, im Oktober 1994



Die Mitarbeiter beider astronomischer Institutionen an historischem Platz im Schillergarten

(von links nach rechts):

Johann Dorschner, Birgit Begemann, Gabriele Born, Rastislav Mucha, Eike Thamm, Volker Ossenkopf, Jürgen Steinacker, Helga Krausse, Günter Rohn, Ralf Stognienko, Monika Müller, Walter Teuschel, Barbara Busse, Harald Mutschke, Gerhard Wurm, Katarina Schreyer, Götz Tänzer, Hubert Klar, Jouni Peltoniemi, Ralf Sablotny, Joachim Gürtler, Jürgen Weiprecht, Christian Friedemann, Thomas Henning, Olaf Fischer, Hans-Georg Reimann, Jürgen Blum, Angela Schneider, Sascha Kempf, Werner Pfau, Alexander Menshchikov, Reinhard Schielicke

(zum Fototermin nicht anwesend: Wilhelm Hoff, Cornelia Jäger, Anneliese Kästner, Carsten Kömpe, Andrea Kübel, Ralf Launhardt, Wolfgang Schmitt, Bringfried Stecklum, Alexander Welz)

