

# Heidelberg

## Astronomisches Rechen-Institut

Mönchhofstraße 12–14, 69120 Heidelberg  
Telefon (06221) 405-0, Telefax: (06221) 405-297  
Internet: <http://www.ari.uni-heidelberg.de>

### 0 Allgemeines

Das Astronomische Rechen-Institut wurde in Berlin gegründet. Es hat seinen Ursprung im „Kalenderpatent“ vom 10. Mai 1700. In diesem Erlaß, von dem das Institut noch einen Originaldruck besitzt, verließ der brandenburgische Kurfürst Friedrich III. (der spätere König Friedrich I. in Preußen) ein Monopol auf die Herausgabe von Kalendern in seinem Staate und bestimmte, daß die neu einzustellenden Astronomen diesen Kalender astronomisch richtig berechnen und auch eigene Beobachtungen anstellen sollten. Noch heute werden vom Institut traditionsgemäß die „Astronomischen Grundlagen für den Kalender“ für die Bundesrepublik Deutschland berechnet und veröffentlicht. Zum Beispiel stammen die in Kalendern veröffentlichten Auf- und Untergangszeiten von Sonne und Mond meistens aus dieser Publikation des Instituts.

1874 wurde das Institut organisatorisch von der Berliner Sternwarte in Berlin-Kreuzberg getrennt und erhielt 1896 als „Königliches Astronomisches Rechen-Institut“ seine volle Selbstständigkeit. 1912 wurde ein Neubau in Berlin-Dahlem bezogen. 1944 wurde das Institut der Kriegsmarine unterstellt und wegen der Bombengefahr nach Sermuth in Sachsen verlegt. Amerikanische Truppen brachten das Institut dann nach Heidelberg, wo es seit 1945 seinen Sitz hat.

Das Astronomische Rechen-Institut ist ein Forschungsinstitut des Landes Baden-Württemberg. Das Institut war stets eng mit der jeweiligen Universität verbunden. Insbesondere hat der Direktor des Instituts zugleich den Lehrstuhl für theoretische Astronomie der Universität Heidelberg inne.

Hauptarbeitsgebiete des Instituts sind die Astrometrie, die Stelldynamik und astronomische Dienstleistungen in Form von Jahrbüchern und Literaturnachweisen. Dabei stehen umfangreiche und langfristige Vorhaben im Mittelpunkt, z. B. die Erstellung astrometrischer Kataloge, die Auswertung der Beobachtungen des europäischen Astrometrie-Satelliten HIPPARCOS, die Planung und Vorbereitung neuer astrometrischer Satellitenprojekte (DIVA, GAIA), die Untersuchung sonnennaher Sterne, die Kinematik und Dynamik von Galaxien, numerische Simulationen von Sternsystemen und Nachweise astronomischer Literatur.

## 1 Personal und Ausstattung

### 1.1 Personalstand

#### *Direktor:*

Prof. Dr. R. Wielen [-122]

#### *Astronomiedirektoren:*

Dr. L. D. Schmadel [-155], Prof. Dr. H. Schwan [-118].

#### *Oberastronomieräte:*

Dr. H.-H. Bernstein [-252], Dr. R. Bien [-120], Dr. G. Burkhardt [-156], Dipl.-Math. U. Esser [-149], Dipl.-Math. I. Heinrich [-137], Dr. H. Jahreis [-119], Prof. Dr. R. Spurzem [-230].

#### *Astronomieräte:*

Dipl.-Phys. C. Dettbarn [-131], Dipl.-Phys. R. Jährling [-257], Dr. H. Lenhardt [-251].

#### *Wissenschaftliche Angestellte:*

P. Amaro Seoane (SFB 439) [-147], Dr. U. Bastian [-152], Dr. S. Deiters (SFB 439, bis 31.1.2003), Dr. M. Freitag (SFB 439, seit 1.1.2003), Dr. S. Frink (BMBF/DLR, bis 13.6.2003), Prof. Dr. B. Fuchs [-126], Dr. H. Hefele [-127], Dipl.-Phys. R. Hering [-157], Dr. S. Hirte (BMBF/DLR) [-214], Dr. W. Hofmann [-125], Priv.-Doz. Dr. A. Just [-129], Dr. V. R. Matas [-144], J. Peñarrubia Garrido (SFB 439, 1.-30.6.2003), Dr. S. Röser [-158], Dr. E. Schilbach [-258], Dr. P. Schwekendiek [-128], Dr. T. Tsuchiya (Humboldt-Stipendiat, bis 15.1.2003), Dr. G. Zech [-138].

#### *Freiwillige wissenschaftliche Mitarbeiter ohne Vergütung:*

Dr. E. Ardi (bis 15.1.2003), Dr. S. Deiters (1.2.-30.6.2003), Dr. E. Khalisi [-241], J. Peñarrubia Garrido (1.-31.5.2003 und 1.7.-31.12.2003), Prof. Dr. J. Schubart [-134], Prof. Dr. H.G. Walter [-134].

#### *Wissenschaftliche Hilfskräfte:*

Dipl.-Phys. J. Fiestas Iquira [-261], Dipl.-Phys. P. Glaschke (1.3.-31.10.2003), J. Peñarrubia Garrido (bis 30.4.2003), K. Warnick (seit 1.11.2003) [-241].

#### *Programmierer, technische Angestellte, Fremdsprachensekretärinnen und Angestellte im Schreibdienst:*

H. Ballmann [-139], M. Kohl [-239], S. Matyssek [-169], A. Meßmer [-140], D. Möricke [-116], E. Röhl [-154], I. Seckel [-223], K. Seibel [-215].

#### *Verwaltung:*

Dipl.-Betriebswirt (FH) D. Schwalbe (Leiterin) [-150], S. Mayer [-145], H. Pisch [-148].

#### *Hausmeister:*

G. Frankhauser [-113], S. Leitner [-213].

#### *Reinigungspersonal:*

Die Reinigung des Instituts erfolgt jetzt vollständig durch Fremdfirmen.

Die Zahl in eckigen Klammern hinter dem Namen gibt für die direkte Telefon-Durchwahl die an die Sammelnummer 405 anzuhängende Apparate-Nummer an.

Das Institut wird vermutlich im Laufe des Jahres 2004 eine neue Telefonanlage erhalten. Dadurch können sich alle Apparate-Nummern im Institut und eventuell auch die Sammelnummer des Instituts ändern. Anrufer werden gebeten, gegebenenfalls die entsprechenden Internetseiten des Instituts bezüglich der neuen Nummern zu konsultieren.

## 1.2 Personelle Veränderungen

Am 13. November 2003 verstarb im 100. Lebensjahr Herr Professor Dr. Friedrich Gondolatsch. Er hat dem Institut seit 1927 angehört, zuletzt als Hauptobservator und stellvertretender Direktor des Instituts. Auch nach seiner 1969 erfolgten Pensionierung blieb er der Astronomie und dem Institut eng verbunden.

Ausgeschieden sind Frau Dr. S. Frink am 13.6.2003 und Herr Dr. J. Peñarrubia Garrido am 31.12.2003. Eingestellt wurde Herr Dr. M. Freitag am 1.1.2003 als wissenschaftlicher Mitarbeiter des SFB 439. Herrn Priv.-Doz. Dr. R. Spurzem wurde am 16.12.2003 von der Universität Heidelberg die Bezeichnung „Außerplanmäßiger Professor“ verliehen.

## 1.3 Datenverarbeitung

Die Datenverarbeitung des Instituts ist eng mit dem Rechenzentrum der Universität Heidelberg (URZ) verbunden. Über das Heidelberger Glasfasernetz ist das Institut sowohl an die Rechenanlagen des URZ als auch an andere Heidelberger Netzwerke und Rechenanlagen angeschlossen. Über das URZ besteht eine permanente breitbandige Anbindung an das Internet.

An größeren Zugängen sind zu nennen: 1 Server Pentium 4 Dual, 1 Diskarray 4TB, 11 Arbeitsplatzrechner vom Typ Pentium-4, 1 Notebook vom Typ Pentium-Centrino, 5 Arbeitsplatzdrucker, 1 Abteilungsdrucker, 1 Monitor 21", 1 Monitor 19", 5 Flachbildschirme 19".

Das Institut verfügt damit über 9 zentrale Rechner: 1 Myrinet-Beowulf-Cluster vom Typ Intel-Pentium-4, 1 Rechner vom Typ Intel-Dual-Pentium-4, 4 Rechner vom Typ Intel-Dual-Pentium-III, 1 Rechner vom Typ Intel-Dual-Pentium-II, 1 Firewall vom Typ Intel-Pentium-III (alle Linux), 1 RAID-Festplattensubsystem 4 TB, sowie 1 RAID-Festplattensubsystem 110 GB.

An den Arbeitsplätzen befinden sich 73 Rechner: 69 Personal-Computer der Typen AMD-Athlon, Intel-Pentium, Intel-Celeron und Intel-486 sowie 4 X-Terminals. Ferner verfügt das Institut über eine größere Zahl von Peripheriegeräten. Die Geräte sind überwiegend miteinander vernetzt (P. Schwekendiek, R. Spurzem, G. Burkhardt, H. Schwan; technische Mitarbeiter: D. Möricke, E. Röhl).

## 1.4 Internet-Angebote

Das Institut ist mit mehreren Tausend WWW-Seiten im Internet vertreten. Die URL-Kennung der Homepage des Instituts lautet <http://www.ari.uni-heidelberg.de>. Die speziellen Internet-Datenbanken des Instituts werden an den entsprechenden Stellen dieses Berichts beschrieben: ARIAPFS (4.1.2), ARIBIB (4.1.3), ARICNS (4.2.2.1), ARIPRINT (4.1.4), ARIGFH (4.2.1.1.3). Im Internet werden ferner Daten-Files für den FK6 (4.2.1.1.1), den ARIHIP-Katalog (4.2.1.1.2) und für  $\Delta\mu$ -Doppelsterne (4.2.1.1.2) zur Verfügung gestellt (R. Wielen, H. Schwan).

## 1.5 Bibliothek

Der Bestand der Bibliothek erhöhte sich um 600 auf ca. 29 440 Bände. Das Institut erhält zur Zeit 77 laufende Zeitschriften. Die EDV-Katalogisierung der Bibliotheksbestände wurde fortgeführt. Insbesondere wurde der Bestand an Original-Publikationen und Reprint-Serien von Observatorien und Instituten in einem separaten EDV-Katalog vollständig erfasst (H. Hefe, I. Heinrich, G. Burkhardt; Verwaltung und technische Mitarbeiterin: A. Mekmer).

## 2 Gäste

Als Gäste hielten sich am Institut auf: I. Ahn (Seoul, Korea), H. Baumgardt (Tokio, Japan), M. Bondarescu (CalTech, USA), P.T. de Zeeuw (Leiden, Niederlande), W. Frings (Jülich), M. Giersz (Warschau, Polen), A. Gürkan (Evanston, USA), U. Heber (Bamberg), S. Jordan

(Tübingen), H.M. Lee (Seoul, Korea), D.N.C. Lin (Santa Cruz, USA), M. Metz (Bonn), K.S. Oh (Chungnam, Korea), C. Omarov (Almaty, Kasachstan), E.M. Pauli (Bamberg), M. Perryman (Noordwijk, Niederlande), M. Preto (New Brunswick, USA), J. Scharwächter (Köln), L. Subr (Prag, Tschechische Republik), C. Theis (Kiel). Hinzu kamen eine größere Zahl kürzerer Besuche von Gästen im Rahmen des GAIA-Projektes.

### 3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

#### 3.1 Lehrtätigkeiten

Lehraufgaben an der Universität Heidelberg nahmen wahr: R. Wielen als Ordinarius, B. Fuchs, H. Schwan und R. Spurzem als außerplanmäßige Professoren, und A. Just als Privat-Dozent.

#### 3.2 Prüfungen

Diplom-Prüfungen wurden im Nebenfach Astronomie und im Wahlpflichtfach Astrophysik abgenommen (R. Wielen (5), B. Fuchs (5)). An Doktorprüfungen waren beteiligt R. Wielen (4), B. Fuchs (1) und A. Just (1).

#### 3.3 Gremientätigkeit

Bastian, U.: Mitglied des GAIA Science Teams der ESA.

Freitag, M.: Leitung der Arbeitsgruppe „Stellar Collisions“ der internationalen MODEST Kollaboration.

Jahreiß, H.: Mitglied der Nearby Stars Database Science Working Group des NASA Ames Research Center.

Röser, S.: Mitglied des Organizing Committee der IAU Commission 8 (Astrometry) bis Juli 2003.

Schilbach, E.: Mitglied des Organizing Committee der IAU Commission 8 (Astrometry) bis Juli 2003.

Schmadel, L.D.: Mitglied des ‘Committee on Small Bodies Nomenclature’ der IAU Division III.

Schwan, H.: Mitglied des Organizing Committee der IAU Commission 4 (Ephemerides) und bis Juli 2003 des Organizing Committee der IAU Commission 8 (Astrometry).

Spurzem, R.: Mitglied des Organizing Committee der IAU Commission 37 (Star Clusters and Associations) bis Juli 2003; ab Juli 2003 Vizepräsident dieser Kommission. Leitung der Arbeitsgruppe „Stellar Dynamics“ der internationalen MODEST Kollaboration (<http://www.ari.uni-heidelberg.de/modest/>).

Wielen, R.: Mitglied des Organizing Committee der IAU Commission 5 (Documentation and Astronomical Data) und von Gremien der Universität Heidelberg.

#### 3.4 Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Instituts sind zahlreiche Anfragen über Kalenderprobleme und Ephemeridenrechnung beantwortet worden. Ferner wurden eine Reihe von Interviews, z. B. zur Osterfestberechnung, gegeben. (R. Bien, R. Jährling, R. Wielen).

Im Rahmen eines institutsübergreifenden „berufsorientierenden Praktikums am Gymnasium“ wurden 16 Schüler eine Woche lang betreut (U. Bastian, zusammen mit MPIA Heidelberg und LSW Heidelberg).

Am 7. Mai 2003 konnten mehrere hundert Besucher den Merkurdurchgang beobachten (U. Bastian, zusammen mit LSW Heidelberg).

Das Astronomische Praktikum für Gymnasiallehrer wurde an der Landessternwarte durchgeführt (U. Bastian, mit H. Mandel, M. Camenzind und M. Maintz (LSW Heidelberg)).

Für eine Radiosendung in HR2 über Astronomie für Kinder (Eine Radioreise durchs Weltall: Rote Riesen und Schwarze Löcher) wurde ein Interview gegeben (A. Just).

## 4 Wissenschaftliche Arbeiten

### 4.1 Astronomische Jahrbücher und bibliographische Datenbanken

#### 4.1.1 *Astronomische Grundlagen für den Kalender*

Das Institut gibt jährlich die „Astronomischen Grundlagen für den Kalender“ in Deutschland heraus. Im Berichtsjahr erschienen die „Kalendergrundlagen 2005“, die als LATEX-File in druckfertiger Form vorgelegt wurden. Die Daten sind auch auf Diskette erhältlich. Die Herstellung des Manuskripts für das Jahr 2006 ist weitgehend abgeschlossen (R. Bien, R. Jährling).

Das Programmpaket Hemera dient nicht nur zur Kalenderberechnung, sondern kann auch allgemein zur Ephemeridenrechnung, etwa bei historischen Fragen, eingesetzt werden. An dieser Aufgabe wurde weiter gearbeitet. Insbesondere konnten im Jahr 2003 Programme erstellt und getestet werden, die zur Bestimmung topozentrischer Daten dienen (R. Bien).

#### 4.1.2 *Apparent Places of Fundamental Stars (APFS)*

Das Institut berechnet die scheinbaren Örter von Fundamentalsternen und stellt diese in vollem Umfang über das Internet unter der URL <http://www.ari.uni-heidelberg.de/ariapfs> zur Verfügung. Beginnend mit dem Jahrgang 2000 wurde die Publikation der früheren umfangreichen Bände „Apparent Places of Fundamental Stars (APFS)“ aus wissenschaftlichen und ökonomischen Gründen stark reduziert. Es werden in gedruckter Form nur noch die scheinbaren Örter für ausgewählte Sterne in dem Heft „Apparent Places of Fundamental Stars for 54 stars selected from the Sixth Catalogue of Fundamental Stars“ publiziert. Das Heft erscheint jährlich und wird durch das Heft „Apparent Places of Fundamental Stars: Time-independent Auxiliary Tables“, welches die von der Zeit unabhängigen Hilfsgrößen enthält, ergänzt. Gleichzeitig werden vom Jahrgang 2000 an als Ausgangsdaten für die Berechnung der scheinbaren Sternörter die Daten aus dem „Sixth Catalogue of Fundamental Stars“ und alternativ aus dem HIPPARCOS-Katalog benutzt. Wegen der hohen Genauigkeit dieser Kataloge wird vom Jahrgang 2000 an eine Dezimalstelle mehr gegeben. Die scheinbaren Örter werden im Internet täglich und außerdem alternativ mit bzw. ohne Einschluß der kurzperiodischen Nutation tabelliert.

Die Berechnung der mittleren und scheinbaren Örter erfolgt in Übereinstimmung mit den IAU-Empfehlungen von 1976 und 1982. Diese Empfehlungen betreffen insbesondere die Einführung des IAU(1976)-Systems der astronomischen Konstanten und der IAU(1980)-Theorie der Nutation, den von der Exzentrizität der Erdbahn abhängigen Teil der Aberration, sowie die strenge Reduktion auf den scheinbaren Ort unter Einschluß relativistischer Effekte.

Dem Kommissions-Verlag werden druckfertige Vorlagen geliefert. Die hierfür notwendige Software wurde am Institut entwickelt. Die APFS für 2004 wurden herausgegeben; mit der Bearbeitung des Jahrgangs 2005 wurde begonnen.

Im international vereinbarten Datenaustausch erhielten andere Ephemeriden-Institute mittlere und scheinbare Sternörter.

Es wurde damit begonnen, die Umstellung der APFS auf die neuen IAU-Konventionen vorzunehmen, wobei insbesondere der Übergang zum „non-rotating origin“ in Rektaszension wichtig ist. Wegen der heute hohen Ausgabegenauigkeit und der Verwendung von PCs zur Ephemeridenrechnung scheint eine weitere Modellierung der sogenannten „Independent Day Numbers“ nicht mehr erforderlich (H. Schwan).

#### 4.1.3 Bibliographische Datenbank (ARIBIB)

Das Institut bietet im Internet die bibliographische Datenbank ARIBIB on-line an. Die ARIBIB weist (so vollständig wie möglich) die gesamte astronomische Literatur vom Altertum bis zur ersten Hälfte des Jahres 2000 nach.

Die ARIBIB beruht für die modernere Literatur auf Dokumentationseinheiten, die in der gedruckten Bibliographie AAA enthalten sind und dem Institut maschinenlesbar vorliegen. Die ARIBIB enthält diese Dokumentationseinheiten im sogenannten Referenzformat, das Autoren, Titel der Arbeit, bibliographische Angaben der Quelle und Schlagworte umfaßt.

Die ältere Literatur wird in der ARIBIB zur Zeit überwiegend im sogenannten Image-Format nachgewiesen. Dabei können Autoren, gewisse Schlagworte und Jahreszahlen maschinell gesucht werden. Ist eine Arbeit so gefunden worden, dann gibt die ARIBIB einen direkten Verweis (on-line-Link) zu einer Abbildung (GIF-File) derjenigen Seite der gedruckten Bibliographie, auf der die Arbeit voll zitiert ist. Hierzu wurden alle Bände des „Astronomischen Jahresberichts (AJB)“ von 1899 bis 1968 und die Bände der ‘Astronomy and Astrophysics Abstracts’ von 1969 bis 1982 gescannt und in die ARIPRINT (siehe 4.1.4) eingespeichert. Die alte Literatur ist durch die Benutzung der gescannten Bibliographien von Houzeau-Lancaster (erschienen 1882–89) und von Lalande (1803) für die ARIBIB erschlossen.

Im Rahmen der Bearbeitung der älteren astronomischen Literatur wurden die bislang nur im Image-Format existierenden Dokumente der AAA-Bände 14 bis 20 der Jahre 1975 bis 1977 im Referenzformat maschinenlesbar erfaßt und weitestgehend in die ARIBIB integriert. Die Arbeiten an AAA-Band 13 wurden begonnen.

Zur Erprobung für die maschinelle Erfassung der AJB-Bände ist der AJB-Band 68 komplett im Referenzformat in die ARIBIB integriert.

In Bezug auf die alte Literatur wurden weitere Vorbereitungen zur Einspeicherung (im Image-Format) der astronomischen Bibliographie von Johann Friedrich Weidler von 1755 getroffen.

Zur Erhöhung der Vollständigkeit der NASA-Datenbank ADS werden seit 2001 speziell Arbeiten aus Symposien und schwer zugänglicher Literatur dem ADS zur Aufnahme in den ADS Abstract Service zugeliefert. Im Jahr 2003 handelte es sich dabei um ca. 3570 Dokumentationseinheiten (G. Burkhardt, U. Esser, I. Heinrich, M. Kohl, S. Matyssek, L.D. Schmadel, R. Wielen, G. Zech).

#### 4.1.4 Datenbank der Institutspublikationen (ARIPRINT)

Seit 1997 bietet das Institut die Internet-Datenbank ARIPRINT an, die alle Publikationen des Instituts auflistet und für möglichst viele dieser Publikationen Zusammenfassungen und Volltexte anbietet. Die ARIPRINT enthält Preprints, erschienene Arbeiten, Mitteilungen, Veröffentlichungen, Verlagspublikationen und Tätigkeitsberichte des Instituts, einschließlich der früher in Berlin herausgegebenen. Der Zugang kann über Jahreslisten, Autorenlisten oder spezielle Listen für Tätigkeitsberichte, Preprints usw. erfolgen. Der Ausbau der ARIPRINT wurde insbesondere durch das Scannen, Erschließen und Einspeichern älterer Publikationen intensiv fortgesetzt (A. Just, H. Hefele, I. Heinrich, R. Jährling, R. Wielen; Erfassung: J. Peñarrubia, E. Röhl, K. Seibel).

## 4.2 Wissenschaftliche Forschungsarbeiten

### 4.2.1 Astrometrie

Die Astrometrie stellt das erste Hauptarbeitsgebiet des Instituts dar. Die wissenschaftliche Forschung in diesem Arbeitsbereich konzentriert sich zur Zeit auf die Erstellung astrometrischer Kataloge, auf den Aufbau der astrometrischen Datenbank ARIGFH, auf die Auswertung der Beobachtungen des europäischen Astrometrie-Satelliten HIPPARCOS und auf die Satellitenprojekte DIVA und GAIA.

#### 4.2.1.1 Astrometrische Kataloge

##### 4.2.1.1.1 Kataloge von Fundamentalsternen

Die Arbeiten zur Aufstellung verbesserter Kataloge der Fundamentalsterne wurden fortgeführt. Ziel ist die bestmögliche Bestimmung astrometrischer Parameter aus einer Kombination der HIPPARCOS-Resultate mit Positionen und Eigenbewegungen aus erdgebundenen Messungen. Das Projekt FK6 liefert durch eine direkte Kombination der HIPPARCOS-Resultate mit den im FK5 gegebenen erdgebundenen Resultaten verbesserte Eigenbewegungen der Fundamentalsterne. Für einen nachfolgenden FK7 sollen die erdgebundenen Beobachtungen dann nicht, wie zunächst im FK6, pauschal mit Hilfe des FK5 mit den HIPPARCOS-Daten kombiniert werden. Für den FK7 sollen vielmehr die relevanten erdgebundenen Beobachtungskataloge einzeln neu diskutiert und auf das HIPPARCOS-System reduziert werden und erst dann mit den HIPPARCOS-Resultaten kombiniert werden. Hierfür wird unter anderem die ARIGFH (siehe 4.2.1.1.3) benötigt.

Der erste Teil des FK6 wurde 1999, der dritte Teil im Jahre 2000 publiziert. Diese beiden Teile enthalten zusammen 4150 Sterne mit direkten Lösungen. Die FK6-Eigenbewegungen in den Teilen I und III stellen die zur Zeit genauesten Eigenbewegungen dieser Sterne dar.

Die Arbeiten am zweiten Teil des FK6, der hauptsächlich die Doppelsterne unter den Basic Fundamental Stars enthalten wird, wurden fortgesetzt.

Der vierte Teil des FK6 soll die Resultate für die Doppelsterne unter den zusätzlichen Fundamentalsternen bereitstellen (R. Wielen, H. Schwan, C. Dettbarn, R. Jähring, H. Jahreiß, H. Lenhardt, B. Fuchs, J. Schubart, J. Fiestas, E. Khalisi).

Eine schon bei der Kompilierung des FK5 verwendete Maximum-Likelihood-Methode zur Bestimmung von Beobachtungsgewichten astrometrischer Daten wurde neu bearbeitet und getestet. Sie soll für das Projekt FK7 eingesetzt werden (R. Bien, H. Schwan, R. Wielen).

##### 4.2.1.1.2 Sonstige astrometrische Kataloge

Analog zur Kombination des FK5 mit HIPPARCOS (siehe 4.2.1.1.1) wurden auch der General Catalog (GC) von B. Boss et al. (1937) und der TYCHO-2-Katalog (TYC2) von E. Høg et al. (2000) mit dem HIPPARCOS-Katalog kombiniert. Die Gesamtheit aller Sterne mit Kombinationslösungen wurde in einem weiteren Katalog (ARIHIP) zusammengestellt. Der ARIHIP-Katalog enthält 90 842 Sterne mit direkten Lösungen. Gegenüber dem ursprünglichen HIPPARCOS-Katalog hat der ARIHIP-Katalog drei wesentliche Vorteile: (1) Die Eigenbewegungen des ARIHIP sind wegen der eingearbeiteten erdgebundenen Beobachtungen genauer, (2) alle ARIHIP-Sterne tragen Flaggen über einen möglichen Doppelsterncharakter und (3) Sterne mit starken Abweichungen zwischen den langzeitgemittelten, erdgebundenen Eigenbewegungen und den quasi-instantanen HIPPARCOS-Eigenbewegungen sind als  $\Delta\mu$ -Doppelsterne identifiziert. Im Jahr 2003 wurde die datenmäßige Bereitstellung des ARIHIP-Katalogs weiter verbessert. Insbesondere werden Daten-Files angeboten, die im Format weitgehend mit dem originalen HIPPARCOS-Katalog übereinstimmen und somit die Nutzung des ARIHIP-Katalogs sehr erleichtern (R. Wielen, C. Dettbarn, H. Jahreiß, H. Lenhardt, H. Schwan, E. Khalisi).

Die im ARIHIP-Katalog gegebenen astrometrischen Daten werden auch für den Katalog stellarer Raumgeschwindigkeiten (ARIVEL, siehe 4.2.2.5) benutzt.

Die Arbeiten zur Aufstellung von Katalogen von  $\Delta\mu$ -Doppelsternen wurden fortgeführt. Astrometrisch beruht die Identifizierung von  $\Delta\mu$ -Doppelsternen auf den Arbeiten an den Kombinationen FK5+HIP, GC+HIP und TYC2+HIP, die individuell pro Stern den Vergleich der von HIPPARCOS 'instantan' gemessenen Eigenbewegung mit der über längere Zeit gemittelten Eigenbewegung, die mit Hilfe erdgebundener Beobachtungen bestimmt wird, ermöglichen. Wenn die instantane Eigenbewegung signifikant (bezüglich der bekannten Meßfehler) von der mittleren Eigenbewegung eines Sterns abweicht, ist dies ein Zeichen für die Doppelsternnatur des Objekts. Wir bezeichnen die so gefundenen Doppelsterne als „ $\Delta\mu$ -Doppelsterne“. Datenfiles zu den gefundenen  $\Delta\mu$ -Doppelsternen werden

im Internet unter der URL <http://www.ari.uni-heidelberg.de/dmubin> zur Verfügung gestellt. Diese Listen sollen vor allem zu Nachfolge-Beobachtungen (direkte Bilder, Speckle-Interferometrie, Radialgeschwindigkeitsüberwachung) anregen. Sie stellen aber auch Warnhinweise auf die wahrscheinliche Doppelsternnatur der Objekte dar. Für viele der gefundenen  $\Delta\mu$ -Doppelsterne wurden die bereits aus anderen Quellen bekannten Hinweise auf Duplizität zusammengestellt und die aus den  $\Delta\mu$  ableitbaren Eigenschaften der Doppelsternsysteme abgeleitet (R. Wielen, C. Dettbarn, H. Jahreiß, H. Lenhardt, H. Schwan, J. Fiestas, E. Khalisi).

#### 4.2.1.1.3 Astrometrische Datenbank (ARIGFH) und astrometrischer Generalkatalog

Das Institut hat den Aufbau einer umfassenden astrometrischen Datenbank (ARIGFH) für Positionen und Eigenbewegungen von Sternen fortgesetzt. Die astrometrische Datenbank wird eine hervorragende Grundlage sein für die Ableitung von genauen Eigenbewegungen und Positionen für eine große Zahl von Sternen. Langfristig wird die Aufstellung und laufende Verbesserung eines astrometrischen Generalkatalogs (ARIGC) angestrebt, der für möglichst viele Sterne die bestmögliche Eigenbewegung und Position aus einer Auswertung der in der Datenbank verfügbaren Beobachtungen liefert. Es werden aber auch Teilmengen von Sternen, z. B. solche von höchster Genauigkeit oder von speziellem astrophysikalischem Interesse, gezielt bearbeitet werden. Die Erfassung älterer Beobachtungskataloge in maschinenlesbarer Form ist weitgehend abgeschlossen. Zur Zeit liegen insgesamt über 1400 Kataloge mit ca. 10 Millionen Einträgen vor.

Die Programme zur Identifikation von Beobachtungskatalogen mit dem Masterkatalog, zur Bestimmung von Systemdifferenzen sowie zum Aufbau der Datenbank wurden auf die neuen EDV-Anlagen unter dem Betriebssystem LINUX umgestellt. Bisher wurden fast eine Million Beobachtungen aus ca. 250 Katalogen überprüft, falls notwendig neu identifiziert, in die Datenbank eingespeist und auf das System des HIPPARCOS reduziert. Zum Einspeisen in die Datenbank wurde ein neues Verfahren angewandt, bei dem nur die astrometrisch exzellenten Sterne zur Bestimmung der systematischen Fehler des Beobachtungskatalogs benutzt werden. Ferner wird jetzt der Katalogvergleich auf dem mittleren Katalog-Äquinoktium durchgeführt.

Die ARIGFH ist einerseits als Arbeitshilfsmittel des Instituts für die Erstellung astrometrischer Kataloge gedacht. Andererseits sind Teile davon sicher auch für andere Astronomen von Wert. Das Institut wird daher die wichtigsten Teile der ARIGFH über das Internet allgemein zugänglich machen. Dabei soll dem Benutzer (a) der jeweils „beste“ Wert der Position und Eigenbewegung eines Sterns angezeigt werden, (b) weitere genaue oder aus anderen Gründen interessante Werte der Position und Eigenbewegung direkt bzw. als Differenzen zum „besten“ Wert und (c) alle astrometrischen Beobachtungs- und Kompilationskataloge, in denen der Stern enthalten ist, aufgelistet werden. Die Daten sollen dabei wahlweise im HIPPARCOS-System oder im originalen System gegeben werden (H. Schwan, R. Hering, R. Jähring, R. Wielen; technische Mitarbeiter: S. Matyssek, D. Mörnicke, E. Röhl, K. Seibel).

#### 4.2.1.2 Nachauswertungen der Daten des europäischen Satelliten HIPPARCOS

Der Astrometrie-Satellit HIPPARCOS der europäischen Raumfahrtbehörde ESA war 1989 gestartet worden. Er arbeitete bis 1993 sehr erfolgreich. Das Institut war an der Vorbereitung, der Durchführung und der Datenreduktion von HIPPARCOS in großem Umfang beteiligt. Im Jahre 1997 erfolgte durch die ESA die Veröffentlichung der Kataloge für über 118 000 HIPPARCOS-Sterne und für mehr als 1 Million TYCHO-Sterne. Alle bisherigen Untersuchungen zeigen, daß die Resultate der HIPPARCOS-Mission von hohem wissenschaftlichen Wert sind.

Wegen der Terminvorgaben der ESA für die Fertigstellung des HIPPARCOS-Katalogs konnten manche speziellen Aspekte der Reduktion der Beobachtungsdaten des Satelliten nicht in der Breite und Tiefe bearbeitet werden, die eigentlich möglich gewesen wären. Dies gilt insbesondere für viele Arten von astrometrischen Doppelsternen. Das Institut



führt daher die Auswertung der HIPPARCOS-Rohdaten für eine Reihe von Objektklassen fort, insbesondere von astrometrisch-spektroskopischen Doppelsternen (H.-H. Bernstein, R. Bien, C. Dettbarn, H. Lenhardt, V.R. Matas, R. Wielen).

#### 4.2.1.3 Astrometrische Satelliten-Projekte

##### 4.2.1.3.1 DIVA-Projekt

Am Anfang des Jahres 2003 teilte der Vorstand des DLR mit, daß er das DIVA-Projekt (Astrometrie-Satellit) aufgrund einer Finanzierungslücke von 15 Millionen Euro zum Ende des Jahres 2002 eingestellt habe. Damit war der Versuch, eine eigenständige wissenschaftliche Weltraummission unter deutscher Führung durchzuführen, gescheitert.

Ausgehend von der aktuellen Situation des DIVA-Projekts im Berichtsjahr 2003 sind mehrere Untersuchungen zur Datenreduktion, die im Zusammenhang mit DIVA durchgeführt wurden, mit Blick auf zukünftige Weltraumastrometriemissionen weiterentwickelt worden. Im Rahmen der Pixelverarbeitung wurden verschiedene Zentrieralgorithmen statistisch miteinander verglichen und eine optimale Methode zur Bestimmung von Bildparametern ausgewählt (DIVA-TD0305-01).

Das Konzept eines Expertensystems zur Qualitätsanalyse der am Boden ankommenden Beobachtungsdaten und zur Bestimmung entsprechender Diagnostiken und Reaktionen (z. B. Science Quick Look (SQL) und First Look (FL)) wurde entwickelt. Für die Tests des Expertensystems wurden Simulationen von Rohdaten (DIVA bzw. GAIA) angefertigt. Mit der Herstellung eines umfassenden Katalogs von typischen Fehlern, die während der Mission in einer schnellen Analyse von Beobachtungsdaten gefunden werden müssen, wurde begonnen.

Die Arbeiten zur Schaffung einer leistungsfähigen quasi-Echtzeit-Datenbank für sehr große Mengen astrometrischer und photometrischer Daten, die durch das Scannen des Himmels mit einem astrometrischen Satelliten (DIVA bzw. GAIA) gewonnen werden, wurden fortgesetzt. Der kritische Punkt für ein entsprechendes DPC (Data Processing Center) besteht in der schnellen Bearbeitung und Archivierung von Rohdaten und von Zwischenergebnissen in jedem Beobachtungszyklus (für DIVA: innerhalb von je 6 Stunden – 1.5 GB (4.5 Mio. Records), 32 Gflops). Für GAIA sind die entsprechenden Zahlen anzupassen. Im Jahr 2003 wurde eine adäquate Time Cost Function (TCF) entwickelt und eine Testserie zur optimalen Datenverteilung auf die verschiedenen Knoten des Beowulf-Clusters am Institut durchgeführt (S. Hirte, S. Röser, E. Schilbach sowie A. Belikov und A. Pavlov (Stipendiaten an der Universität Mannheim)).

In Abstimmung mit dem DLR hatten sich Teile des ehemaligen DIVA-Teams mit amerikanischen Kollegen zusammengefunden, um der NASA im Rahmen des SMEX-Programms eine Weltraum-Astrometrie-Mission nach dem Vorbild von DIVA vorzuschlagen. Zur Vorbereitung dieses Programms waren S. Röser und E. Schilbach drei Monate an die Landessternwarte Heidelberg abgeordnet. In diesem Zeitraum wurde ein Konzept für den deutschen Anteil an dieser AMEX-Mission entwickelt. Trotz einer positiven Bewertung der Mission AMEX wurde die Mission im November dennoch von der NASA nicht für eine anstehende Phase A ausgewählt (S. Röser, E. Schilbach).

##### 4.2.1.3.2 GAIA-Projekt

Eine europäische Wissenschaftlergruppe unter Beteiligung des Instituts hat 1994 der Europäischen Weltraum-Behörde ESA ein Projekt unter dem Namen GAIA (Global Astrometric Interferometer for Astrophysics) zur Entwicklung eines Astrometriesatelliten vorgeschlagen, der grundsätzlich ähnliche Ziele wie HIPPARCOS verfolgt, aber in der quantitativen Zielsetzung deutlich über diesen hinausgeht. Es sollen ungefähr eine Milliarde Sterne bis  $V = 20$  vermessen werden, wobei für  $V = 15$  eine Genauigkeit von 0.01 mas erreicht werden soll. Im September und Oktober 2000 wurde GAIA von den zuständigen ESA-Gremien als eine der Cornerstone-Missionen der ESA ausgewählt und die Realisierung von GAIA bis spätestens zum Jahr 2012 beschlossen.

Das Institut ist mit mehreren Wissenschaftlern in den vom ESA Project Scientist koordinierten wissenschaftlichen Arbeitsgruppen zu verschiedenen Aspekten der GAIA-Mission vertreten. Darüber hinaus berät U. Bastian als Mitglied des GAIA Science Teams das ESA Project Team. Technische Mitarbeiter: H. Ballmann, D. Möricke.

In einer analytischen Studie wurde die genaue astrometrische Bedeutung und Interpretation der CCD-Daten von GAIA untersucht. Es stellte sich heraus, daß die effektive astrometrische Attitude, die aus den Daten abgeleitet werden kann, von der physikalischen Attitude des Satelliten wesentlich verschieden ist. Konsequenzen für die Modellierung des Meßprozesses und die Datenauswertung wurden herausgearbeitet (U. Bastian, mit M. Biermann (LSW Heidelberg)).

Im Rahmen des Projekts „GAIA Data Access and Analysis System (GDAAS)“, einer wissenschaftlich-industriellen Prototyp-Studie für die GAIA-Datenauswertung, wurde ein Programm zur „Detailed Geometric Calibration“ entwickelt und in das GDAAS implementiert (H. Lenhardt).

Im Rahmen der Double and Multiple Stars Working Group und der Planetary Systems Working Group wurden Programme zur Entdeckung und Parametrisierung astrometrischer Doppelsterne und extrasolarer Planetensysteme aus GAIA-Daten entwickelt und einem Blindtest mit simulierten Daten unterzogen (H.-H. Bernstein).

In Zusammenarbeit mit dem ESA Project Team wurden deutschsprachige Populärmedien über GAIA erstellt (W. Hofmann).

Im Auftrag des GAIA Science Teams wurde ein projektweit verbindliches Dokument über Terminologien, Koordinatensysteme, Notationen und andere notwendige Konventionen erstellt (U. Bastian).

Eine größere Studie über die Möglichkeit eines „Science Quick Look“ für GAIA wurde in Angriff genommen. Ihr Hintergrund ist die Tatsache, daß das bei HIPPARCOS angewandte Verfahren der sogenannten Großkreisreduktion zur schnellen Verifikation der inhärenten Meßgenauigkeit bei GAIA nicht funktioniert. Andererseits wäre es viel zu riskant, 6 bis 9 Monate bis zur Durchführung einer Global Iterative Solution abzuwarten. Deshalb muß ein völlig neues Verfahren entwickelt werden (U. Bastian, H. Lenhardt, mit M. Biermann (LSW Heidelberg) und S. Jordan (Tübingen)).

Außerdem arbeitete das Institut wesentlich an folgenden Aspekten des GAIA-Projekts mit: GAIA Parameter Database (H. Lenhardt, H. Hefele), Pixel-Daten-Verarbeitung (S. Hirte), System Requirements Document, Global Iterative Solution (im Rahmen des GDAAS Technical Review), Ground Calibration Requirements (U. Bastian).

#### 4.2.1.3.3 Next Generation Space Telescope

Im Rahmen des DLR-Projekts „Einsatzmodi und Optimierung des Next Generation Space Telescope (NGST) im Hinblick auf Kinematik und Dynamik der Milchstraße und naher Galaxien“ wurde weiter daran gearbeitet, Anforderungen an die Spezifikationen der für das NGST vorgesehenen Instrumente NIRSpec und NIRCам aus der wissenschaftlichen Fragestellung nach der Kinematik und Dynamik der Milchstraße heraus zu entwickeln und mit den tatsächlichen Spezifikationen zu vergleichen. Diese Anforderungen ergeben sich hauptsächlich aus der Genauigkeit, mit der Sternparameter wie Alter, Metallgehalt und Eigenbewegung gemessen werden können (S. Frink, U. Bastian).

#### 4.2.1.4 Sonstige Astrometrie

Eine Studie wurde begonnen mit dem Ziel, die Diskrepanz zu erklären, die zwischen der Verbesserung der Luni-Solar-Präzession aus VLBI-Beobachtungen an Quasaren einerseits und dem Vergleich von HIPPARCOS- und FK5-Eigenbewegungen andererseits besteht. Als vorläufiges Ergebnis scheint festzustehen, daß Fehler des Anschlusses des HIPPARCOS-Systems an das ICRF für die Diskrepanz erst in zweiter Linie verantwortlich gemacht werden können (R. Hering, H.G. Walter).

#### 4.2.2 Struktur, Kinematik, Dynamik und Entwicklung von Sternsystemen

Die Untersuchung von Sternsystemen („Stellardynamik“ im weiteren Sinne) stellt das zweite Hauptarbeitsgebiet des Instituts in der wissenschaftlichen Forschung dar. Die Thematik reicht von sonnennahen Sternen über Sternhaufen, Milchstraße, Galaxien und Galaxienhaufen bis hin zu kosmologischen Fragestellungen.

##### 4.2.2.1 Sonnennahe Sterne

Die Datensammlung der sonnennahen Sterne, die inzwischen auf ca. 6 200 Objekte angewachsen ist, konnte weiter vervollständigt werden. Zahlreiche neue astrometrische, photometrische und spektroskopische Daten wurden erfasst und, soweit möglich, auf einheitliche Systeme gebracht.

Durch die Verfügbarkeit des nun vollständigen 2MASS-Surveys und der erheblich erweiterten zweiten Ausgabe des DENIS-Surveys am Südhimmel war es möglich, für viele Sterne nicht nur verbesserte photometrische Entfernungen, sondern auch, in Kombination mit astrometrischen Surveys, verbesserte Positionen und Eigenbewegungen zu bestimmen.

Die Suche nach nahen roten Sternen hoher Eigenbewegung aus dem LHS und NLTT durch Spektroskopie von vorausgewählten (2MASS-Farben) Kandidaten wurde erfolgreich weitergeführt und auf Kandidaten ausgedehnt, die im DENIS-Survey gefunden wurden (H. Jahreiß, mit F. Crifo (Paris), R. Scholz (Potsdam) und H. Meusinger (Tautenburg)).

Ein Beobachtungsprogramm zur Vervollständigung der Radialgeschwindigkeiten naher K- und M-Zwerges wurde fortgesetzt mit dem Ziel, ein vollständiges Sample zu erhalten, um dessen kinematische Eigenschaften ohne Auswahl effekte studieren zu können (H. Jahreiß, mit A.R. Uppgren (Wesleyan University), J. Sperauskas (Vilnius), R.P. Boyle (Vatican Observatory) und J. Harlow (University of the Pacific)).

Die Untersuchung der Doppelsternhäufigkeit von Subzwerges wurde fortgesetzt. Die vor einigen Jahren durch Speckle-Interferometrie gefundenen Begleiter sollen durch weitere zusätzliche Beobachtungen als echte Begleiter verifiziert werden (H. Jahreiß, mit R. Koehler, Ch. Leinert (MPIA Heidelberg) und H. Zinnecker (Potsdam)).

Abgeschlossen wurde die Untersuchung der von Carney et al. (1994) katalogisierten Stichprobe von Unterzwerges. Durch Identifizierung mit HIPPARCOS-Sternen konnten für über 600 Objekte sehr genaue Entfernungen und Raumgeschwindigkeiten abgeleitet werden. Dabei zeigte sich, daß die photometrischen Entfernungen um 11 % nach oben korrigiert werden müssen. Nach dieser Korrektur der Entfernungen der restlichen Sterne des Carney et al.-Katalogs wurde die Kinematik der Sterne insbesondere in Abhängigkeit von der Metallhäufigkeit diskutiert. Die weitaus meisten Sterne mit  $[Fe/H] > -1.0$  erwiesen sich durch ihre galaktischen Rotationsgeschwindigkeiten als Mitglieder der dicken Scheibenpopulation der Milchstraße. Der extrem metallarme Halo ( $[Fe/H] < -1.6$ ) weist keinerlei Rotation um das galaktische Zentrum auf. Im mittleren Metallhäufigkeitsbereich  $-1.6 < [Fe/H] < -1.0$  läßt sich mit jetzt im Vergleich zu unseren früheren Arbeiten deutlich besserer statistischer Signifikanz zusätzlich zu den Halo-Sternen eine Population von Sternen isolieren, die mit etwa 100 km/s um das galaktische Zentrum rotiert. Diese Sterne lassen sich sehr gut als ein metallarmer, dynamisch heißer Ausläufer der Population der dicken Scheibe interpretieren (I. Arifyanto, B. Fuchs, H. Jahreiß, R. Wielen).

Auf der Grundlage neu publizierter Ca H+K-Emissionsflußmaße sonnennaher Sterne, die als Altersindikatoren genutzt werden können, wurde mit der Diskussion der Sternentstehungsgeschichte der Milchstraße begonnen (B. Fuchs, H. Jahreiß, mit C. Flynn (Tuorla Observatory)).

##### 4.2.2.2 Sternhaufen

Direkte N-Körper-Simulationen von Sternhaufen wurden mit Kontinuumsmodellen (anisotropes Gasmodell und direkte numerische Lösung der orbitgemittelten Fokker-Planck-Gleichung) verglichen, um die Gültigkeit der verwendeten Approximationen zu testen. Die Arbeiten zur Optimierung des parallelen Aarseth-Integrators NBODY6++ für die CRAY

T3E wurden im Berichtsjahr fortgesetzt. Auf dem neuen Parallelrechner des SFB 439 am Institut können inzwischen mehr als 100 000 Sterne direkt simuliert werden (R. Spurzem, E. Khalisi, E. Ardi, P. Glaschke, mit S.J. Aarseth (Cambridge, England), Ch. Omarov (Almaty), J. Makino (Tokio), D. Merritt (New Jersey)).

Gemeinsam mit Kollegen der Fachrichtung Informatik der Universität Mannheim und dem MPIA Heidelberg wird weiter an der Implementation des SPH-Algorithmus auf rekonfigurierbarer Hardware (FPGA) gearbeitet. Durch Kopplung eines der neuen GRAPE-6-Boards, das ausschließlich Keplersche Gravitationskräfte berechnen kann, mit einer flexiblen, reprogrammierbaren Hardware (FPGA) kann in der Gesamt-Rechengeschwindigkeit des gekoppelten Systems eine erhebliche Steigerung erzielt werden. Dies gilt insbesondere für typische Anwendungsprogramme mit Nachbarschema, wie das NBODY6++-Programm (Ahmad-Cohen-Nachbarschema) und das in der astrophysikalischen Gasdynamik viel verwendete SPH-Verfahren. Ein entsprechender Projektantrag unter dem neuen Titel GRACE befindet sich in der Begutachtung bei der Volkswagenstiftung (R. Spurzem, R. Wielen, mit A. Kugel, R. Männer, G. Lienhart (Mannheim), A. Burkert, M. Wetzstein (MPIA Heidelberg, jetzt München), J. Makino, T. Fukushige (Tokio)).

Das stochastische Verfahren zur Beschreibung der individuellen Entwicklung vieler Doppelsterne im Rahmen eines anisotropen Gasmodells von Sternhaufen wird weiterentwickelt. Es wurden die direkte Integration der Bahnen von Doppelsternen bei Streuungen mit anderen Sternen bearbeitet, außerdem die Berücksichtigung von Gezeiteneffekten der Muttergalaxis und eines Modells der Sternentwicklung (R. Spurzem, mit M. Giersz (Warschau), S. Deiters (Edinburgh), J. Hurley (Melbourne)).

Die Effekte der Massensegregation von Einzel- und Doppelsternen in Sternhaufen mit verschiedenen Massenspektren wurden quantitativ untersucht, auch unter Berücksichtigung einer anfänglichen Massensegregation (E. Khalisi, R. Spurzem, mit D.N.C. Lin (Santa Cruz)).

Die Modelle der Entwicklung rotierender Sternsysteme wurden fortgeführt und weiterentwickelt für Sternsysteme mit Massenspektrum und zentralem Schwarzen Loch. Ferner wurden Vergleiche zwischen den verwendeten Methoden (Fokker-Planck- und N-Körper-Methode) durchgeführt. Zu den theoretischen Modelldaten befindet sich eine Datenbank im Internet <http://www.ari.uni-heidelberg.de/clusterdata> im Aufbau (J. Fiestas, R. Spurzem, E. Kim (Harvard University, USA), H.M. Lee (Seoul)).

#### 4.2.2.3 Milchstraße

Ein Teilprojekt des CADIS-Programms am MPIA (Heidelberg), das Sternzählungen gewidmet ist, konnte inzwischen weitgehend abgeschlossen werden. Diese zwischenzeitlich um viele Himmels-Felder erweiterten Sternzählungen dienen zur Beschreibung des vertikalen Aufbaus der Milchstraße. Hierzu wurden theoretische Modelle für die verschiedenen Komponenten (dünne und dicke Scheibe, stellarer Halo) vorbereitet und an die Daten angepaßt, um die verschiedenen Komponenten quantitativ zu beschreiben. Daten über Sterndichten in der unmittelbaren Sonnenumgebung wurden zur unabhängigen Kontrolle der abgeleiteten lokalen Dichten herangezogen (B. Fuchs, H. Jahreiß, mit S. Phleps, S. Drepper, K. Meisenheimer (MPIA Heidelberg)).

Mit selbstkonsistenten Modellen des vertikalen Aufbaus der galaktischen Scheibe kann man aus der Alters-Geschwindigkeitsdispersions-Relation und der Geschwindigkeitsverteilungsfunktionen der Hauptreihensterne die lokale Sternentstehungsgeschichte bestimmen. Die Modelle liefern eine Sternentstehungsrate mit moderatem „Star burst“ in der Frühphase der Scheibenentwicklung. Darauf aufbauend kann man aus der Leuchtkraftfunktion der Sonnenumgebung auf die Initial-Mass-Function (IMF) rückschließen. Eine konsistente Aktualisierung der Bestimmung der lokalen Sterndichten der verschiedenen Sterntypen ist für eine robuste Bestimmung der IMF notwendig (A. Just, B. Fuchs, H. Jahreiß).

#### 4.2.2.4 Galaxien

Die Untersuchungen zur Dynamik von Spiralarmdichtewellen in normalen Spiralgalaxien wurden intensiv fortgeführt. Auf der Grundlage des stellardynamischen Analogon der Goldreich-Lynden-Bell-Scheibe wurde der dynamische Einfluß eines dunklen Halos näher untersucht. Wird der dunkle Halo nicht als statisches Hintergrundpotential, sondern als dynamisch reagierendes Medium beschrieben, so führt dies zu einer überraschenden Verstärkung der nicht-axialsymmetrischen Strukturen in galaktischen Scheiben (B. Fuchs).

Weiter entwickelt wurde die theoretische Beschreibung nicht-linearer Rückkopplungseffekte bei verschierenden Dichtewellen, sowie deren numerischer Simulation unter Verwendung eines SCF-Codes (B. Fuchs, T. Tsuchiya).

Im Rahmen der angewandten Spiralarmdichtewellentheorie wurde die Zerlegung beobachteter Rotationskurven von Spiralgalaxien in die Scheibenbeiträge bzw. Beiträge von den dunklen Halos präzisiert. Hierzu wurde ein Beobachtungsprogramm zur Gewinnung von kinematischen Daten von Spiralgalaxien begonnen. Erste Resultate für NGC 6070 liegen vor (B. Fuchs, mit J. Fried (MPIA Heidelberg) und U. Klein (Bonn)).

Im Rahmen der Multi-Phasen-Chemodynamik der Galaxienentstehung wurde ein SPH (smoothed particle hydrodynamics)-Programm entwickelt, das verschiedene stellare Komponenten und drei Gasphasen unterschiedlicher Temperatur und physikalischer Struktur (kühle Wolken, warme Übergangszone, heißes interstellares Medium) berücksichtigt. Es wurde angewendet auf die Entstehung von Zwerg- und Scheibengalaxien. Ein Vergleich mit Gittercodes und anderen SPH-Verfahren wurde durchgeführt (P. Berczik, R. Spurzem, mit G. Hensler, Ch. Theis (Kiel) und N. Nakasato (Tokio)).

Untersucht wurden dynamische Modelle der Entstehung und Entwicklung von Galaxienkernen mit direkten N-Körper-Methoden, insbesondere mit einem oder mehreren massereichen Zentralobjekten. Der Drehimpulsaustausch zwischen diesem und dem Sternsystem wurde studiert (R. Spurzem, mit M. Preto, D. Merritt (New Jersey)).

Die dynamische Entwicklung eines zentralen Sternhaufens in Galaxienkernen unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen von Sternen mit einer gasförmigen Akkretionsscheibe wurde untersucht (R. Spurzem, A. Just, mit Ch. Omarov, E. Vilkoviski (Almaty)).

Weiterentwickelt wurde ein neues Monte-Carlo-Verfahren, um die säkulare Entwicklung von dichten Galaxienkernen zu untersuchen. Es liefert eine selbstkonsistente Lösung für die Massenverteilung und berücksichtigt alle notwendigen weiteren physikalischen Prozesse wie Relaxation, Sternkollisionen, ein zentrales Schwarzes Loch und Sternentwicklung. Die Resultate von Sternkollisionen werden durch einen umfassenden Satz von direkten SPH-Modellen bestimmt (M. Freitag).

Eine verbesserte Modellierung der Sternentwicklung im Monte-Carlo-Verfahren durch das SeBa-Programmpaket wurde bearbeitet (M. Freitag, mit S. Portegies Zwart (Amsterdam)).

Untersucht wurde die Bildung von Schwarzen Löchern mittlerer Masse in dichten Sternsystemen durch beschleunigtes Wachstum beim Verschmelzen massereicher Sterne. Die Resultate des neuen Monte-Carlo-Codes und von direkten N-Körper-Rechnungen wurden verglichen (M. Freitag, R. Spurzem, mit A. Gürkan, F. Rasio (Evanston)).

Der Kernkollaps von dichten Sternsystemen mit Massenspektrum und zentralem, sternakkretierendem Schwarzen Loch wurde studiert. Hierzu wird das besonders effiziente anisotrope Gasmodell von Sternsystemen mit Zusatztermen für die Sternakkretion auf Schwarze Löcher und die Verlustkegeldiffusion verwendet (P. Amaro-Seoane, M. Freitag, R. Spurzem).

Analytische und numerische Modelle der Gravitationswellenabstrahlung durch nahe Vorübergänge von Sternen an einem zentralen Schwarzen Loch werden verwendet, um detektierbare Ereignisse für den LISA-Satelliten vorherzusagen, sowohl aus dem Zentrum der Milchstraße als auch allgemein aus galaktischen Zentren (M. Freitag, mit S. Larson (Caltech)).

Die Parameterabhängigkeit der Dynamischen Reibung in inhomogenen Systemen wurde analysiert. Sie führt zu einem orts- und geschwindigkeitsabhängigen „Coulomb-Logarithmus“. Der Einfluß auf die Bahnentwicklung von Satellitengalaxien oder von Supermassereichen Schwarzen Löchern in Galaxienzentren wurde weiter untersucht (A. Just, J. Peñarrubia, R. Spurzem).

Die Untersuchungen zur dynamischen Entwicklung von Satellitengalaxien in Dunklen Halos (sphärisch oder abgeplattet) wurden weitergeführt. Die Anisotropie der Halopartikel führt zu einer Abnahme der Bahnneigung und damit auch Beschleunigung des Energie- und Drehimpulsverlusts (J. Peñarrubia, A. Just, T. Tsuchiya, mit P. Kroupa (Kiel)).

Die quantitative Bestimmung des Coulomb-Logarithmus und der effektiven Masse bei der Dynamischen Reibung von Satellitengalaxien durch Vergleich von N-Körper-Rechnungen (Superbox)-Code mit semianalytischen Bahnrechnungen wurde ausgeweitet (A. Just, K. Warnick, J. Peñarrubia).

#### 4.2.2.5 Katalog stellarer Raumgeschwindigkeiten (ARIVEL)

Die Arbeiten an einem umfassenden Katalog stellarer Raumgeschwindigkeiten (ARIVEL) wurden fortgesetzt. Der ARIVEL-Katalog zeichnet sich besonders dadurch aus, daß alle bekannten Korrelationen zwischen den beiden Eigenbewegungskomponenten untereinander und mit der Parallaxe berücksichtigt werden. Die für die Raumgeschwindigkeiten benötigten Eigenbewegungen werden überwiegend aus dem ARIHIP-Katalog (siehe 4.2.1.1.2) entnommen. Für Sterne mit signifikanten HIPPARCOS-Parallaxen und mit bekannter Radialgeschwindigkeit werden direkt die galaktischen Komponenten U, V, W der Raumgeschwindigkeiten der Sterne, ihre Fehler und ihre Korrelationskoeffizienten im ARIVEL gegeben. Für Sterne ohne bekannte Radialgeschwindigkeit oder mit insignifikanter HIPPARCOS-Parallaxe werden sogenannte „Bausteine“ gegeben, die auf einfache Art die Bestimmung von U, V, W, ihrer Fehler und Korrelationen erlauben, sobald eine Radialgeschwindigkeitsmessung verfügbar ist oder wenn eine photometrische Entfernung eingesetzt wird. Für wichtige Teilmengen von Objekten (insbesondere Cepheiden, RR-Lyrae-Sterne und offene Sternhaufen) werden die Raumgeschwindigkeiten an Hand geeigneter photometrischer Parallaxen abgeleitet (R. Wielen, C. Dettbarn, B. Fuchs, H. Jahreiß, H. Lenhardt, H. Schwan).

#### 4.2.3 Himmelsmechanik

Die Untersuchungen von Asteroidenbahnen im Bereich der 3/2-Resonanz wurden fortgesetzt. Ein neu entwickeltes Programm erlaubt jetzt für fast alle Hilda-Objekte die Bestimmung von zwei der drei Parameter, die die langfristige Bahnentwicklung charakterisieren, und zwar gleichzeitig für alle Bahnen in einem Rechengang. Einige Objekte erforderten eine spezielle Behandlung. Bei (15626) und (41351) wurde eine sekundäre Resonanz zwischen zwei auftretenden langen Perioden festgestellt (J. Schubart).

Der seit 1937 verlorene Apollo-Asteroid Hermes wurde im Oktober 2003 in USA wiederentdeckt. Es stellte sich heraus, daß die am Institut vor mehreren Jahren errechneten Suchlinien am Himmel für 2001 und 2003 der Wahrheit ziemlich nahe gekommen waren. Glücklicherweise hatten die Störungen durch Erde und Venus gerade so gewirkt, daß die wahre Bahn den hier verwendeten Bahnen immer ähnlicher geworden war. So ergab das in Australien entlang der Linie für 2001 durchgeführte Suchprojekt jetzt einen nachträglichen Erfolg: Unweit der Linie fanden sich drei schwache Spuren des Hermes vom 9. Aug. 2001 (L.D. Schmadel, J. Schubart, mit R.H. McNaught (Siding Spring Observatory, Australien)).

Die insgesamt 500 neu entdeckten Kleinen Planeten der in den Jahren 1990–1993 durchgeführten Surveys mit dem Tautenburg Schmidt-Teleskop wurden weiter bearbeitet. Von den davon bereits nummerierten 385 Kleinen Planeten sind bislang 182 Entdeckungen den KSO-ARI-Surveys zugeschrieben worden. Die Gesamtzahl der zu erwartenden Nummerierungen aus den Surveys liegt damit weiterhin bei knapp 50 % aller Funde. Zum Jahresende 2003 sind noch weitere 42 mit prinzipiellen Bezeichnungen versehene Kleine Planeten, die

in mehreren Oppositionen beobachtet wurden, den Tautenburg-Surveys zuerkannt worden (L.D. Schmadel, mit F. Börngen (Tautenburg)).

Die IAU-Publikation „Dictionary of Minor Planet Names“ (DMPN) wurde weiter bearbeitet. Die laufend ergänzte Datenbank enthält die Informationen zu allen bis November 2003 nummerierten 73 636 Planeten, von denen nun 11 008 Objekte mit einem Namen versehen worden sind. Anfang 2003 erschien die 5. Auflage des DMPN, die detaillierte Informationen zu allen 10 038 bis dahin mit einem Namen versehenen nummerierten Planeten enthält. Künftig werden im dreijährigen Turnus der IAU-Generalversammlungen Ergänzungsbände (Addenda and Corrigenda) des jeweil letzten Trienniums erscheinen (L.D. Schmadel).

Die Datensammlung zum Projekt „Biography of Minor Planet Discoverers“ wurde weitergeführt und auf alle individuellen Entdecker der beiden letzten Jahrhunderte seit Piazzi (1801) ausgedehnt (L.D. Schmadel).

Im Rahmen des Projekts ALE (Astrometric Literature Extraction) des Minor Planet Center wurden zahlreiche und bislang nicht ausgewertete Beobachtungen von Kleinen Planeten und Kometen, die zwischen 1801 und 1939 publiziert worden sind, in maschinenlesbarer Form aus den Originalquellen erfaßt. Diese Daten werden am MPC unter Verwendung moderner Positionen und Eigenbewegungen neu in das J2000.0-System reduziert, um die Elemente durch große Epochendifferenzen z. T. deutlich verbessern zu können (L.D. Schmadel).

#### 4.2.4. Extrasolare Planeten

Begonnen wurde mit der Erstellung von Modellen für die Entstehung von Protoplaneten aus Kondensationskeimen im protosolaren Nebel. Dazu werden in direkten N-Körper-Modellen das beschleunigte und oligarchische Wachstum von Planetesimalen und die durch Agglomeration entstehenden Protoplaneten untersucht. Verwendet wird eine spezialisierte Variante des parallelen direkten N-Körper-Codes NBODY6++. Neu im Vergleich zu bisherigen Modellen ist es, den Effekt der Fragmentation von Planetesimalen mit einem einfachen Modell zu beschreiben (P. Glaschke, R. Spurzem, mit S. Ida (Tokio)).

Untersucht wurde die Entwicklung von Planetenbahnen in Sternhaufen unter dem Einfluß gravitativer Streuungen mit Feldsternen (R. Spurzem, mit D.N.C. Lin (Santa Cruz), M. Giersz (Warschau)).

#### 4.2.5. Sonstiges

Seit Gauß (1800) sind erstaunlich viele Osteralgorithmen veröffentlicht worden. Eine Publikation über die Geschichte und die Konstruktionsprinzipien dieser Algorithmen wurde fertig gestellt und befindet sich inzwischen im Druck (R. Bien).

Es wurde damit begonnen, die astronomischen Arbeiten von François Viète (1540–1603), der eher als Mathematiker bekannt ist, näher zu untersuchen (R. Bien).

## 5 Diplomarbeiten und Dissertationen

### 5.1 Diplomarbeiten

Als Diplomanden arbeiteten am Institut C. Eichhorn (seit 24.10.2003), S. Quanz (seit 1.5.2003) und K. Warnick (seit 30.10.2003).

### 5.2 Dissertationen

Als Doktoranden arbeiteten am Institut P. Amaro Seoane, I. Arifyanto (Stipendiat des DAAD), J. Fiestas, P. Glaschke (seit März 2003, ab 1.11.2003 Stipendiat der Studienstiftung des Deutschen Volkes).

Promoviert wurde J. Peñarrubia Garrido am 30.4.2003.

## 6 Spezielle Kooperationen

Am Sonderforschungsbereich 439 der Universität Heidelberg über „Galaxien im jungen Universum“ beteiligte sich das Institut intensiv. Leiter von Teilprojekten des SFB 439 sind B. Fuchs (Teilprojekt B2: „Morphologie und Dynamik junger Spiralgalaxien“), und A. Just und R. Spurzem (Teilprojekt A5: „Bildung Schwarzer Löcher in Galaxienkernen“). B. Fuchs und R. Wielen sind Mitglieder des Vorstands des SFB 439.

Die sonstigen Kooperationen mit anderen Instituten, Organisationen und Firmen sind unter den wissenschaftlichen Arbeiten (Kapitel 4) aufgeführt.

## 7 Auswärtige Tätigkeiten, Tagungen und Vorträge

An folgenden Tagungen und Sitzungen nahmen Mitarbeiter des Instituts teil (überwiegend mit Vorträgen):

Forschungsaufenthalt (Extrasolare Planeten) an der UC Santa Cruz, USA (12.–24.1.): R. Spurzem.

Arbeitsgespräche (Stellardynamik) an der Dr. Reimis Sternwarte Bamberg und Kolloquiumsvortrag an der Universität Erlangen-Nürnberg (23.–24.1.): B. Fuchs.

Tagung über „Globular Clusters: Formation, Evolution and the Role of Compact Objects“ in Santa Barbara, USA (27.–31.1.): M. Freitag.

Forschungsaufenthalt (Gravitationswellen und Stellardynamik) im CalTech und Northwestern University Evanston, USA (10.–17.2.): M. Freitag.

Forschungsaufenthalt (Stellardynamik) am Department of Astronomy, University of Seoul, Korea (15.2.–15.3.): J. Fiestas.

Workshop über Planetenbildung, das Sonnensystem und extrasolare Planeten in Weimar (19.–21.2.): P. Glaschke, R. Spurzem.

Forschungsaufenthalt (Stellardynamik) am Observatoire de Strasbourg, Frankreich (6.–14.3.): R. Spurzem.

GAIA Photometry Working Group Meeting in Heidelberg (10.–11.3.): U. Bastian.

GAIA Science Team Meetings in Heidelberg (12.–13.3.) und in Noordwijk, Niederlande (25.–26.6., 7.–8.10.): U. Bastian.

Forschungsbesuch (Sternkollisionen, Planetensysteme) an der Universität Bern, Schweiz (24.3.): M. Freitag.

Arbeitsgespräche (Stellardynamik) und Kolloquiumsvortrag am Observatoire Astronomique de Marseille-Provence in Marseille, Frankreich (5.–9.4.): B. Fuchs.

GAIA Data Processing Workshop in Barcelona, Spanien (8.–9.4.): U. Bastian.

Tagung über „Towards Other Earths: Darwin, TPF and the Search for Extrasolar Terrestrial Planets“ in Heidelberg (22.–25.4.): U. Bastian, P. Glaschke, R. Spurzem.

Tagung über „The Astrophysics of Gravitational Wave Sources“, University of Maryland, USA (24.–26.4.): M. Freitag.

Forschungsaufenthalt (Stellardynamik) an der Northwestern University Evanston, USA (29.4.–10.5.): M. Freitag.

Teilnahme am Kolloquium der Japan Society for the Promotion of Science in Würzburg (9.–10.5.): R. Spurzem.

Arbeitsgespräche zur Vorbereitung eines Europäischen Netzwerkes „Globular Clusters“ in Potsdam (18.–19.5.): S. Deiters, M. Freitag, R. Spurzem.

Arbeitsgespräche zur Vorbereitung eines europäischen Integrierten Projektes (IP) „Scientific Parallel Computing“ (SciParc) an der Universität Paris-Orsay, Frankreich (21.–23.5.): R. Spurzem.



Sitzung des Rates Deutscher Sternwarten in Heidelberg (17.6.): R. Wielen.

Forschungsaufenthalt (Stellardynamik) am Institute of Astronomy, University of Cambridge, England (19.–28.6.): R. Spurzem.

Tagung über „The Formation and Early Evolution of Galaxies“ in Irsee (30.6.–4.7.): P. Amaro-Seoane, M. Freitag, A. Just.

MODEST-3 Workshop (Modelling Dense Stellar Systems) an der Monash University in Melbourne, Australien (8.–11.7.): R. Spurzem.

GCD-5 Workshop (Galactic Chemodynamics) an der Swinburne University in Melbourne, Australien (9.–11.7.): R. Spurzem.

Generalversammlung der Internationalen Astronomischen Union in Sydney, Australien (13.–22.7.): A. Just, R. Spurzem.

Tenth Marcel Grossmann Meeting on General Relativity in Rio de Janeiro, Brasilien (20.–26.7.): B. Fuchs.

IAU Symposium No. 220 über „Dark Matter in Galaxies“ in Sydney, Australien (21.–25.7.): A. Just.

Forschungsaufenthalt (Stellardynamik) am Yukawa Institut der Universität Kyoto, Japan (23.–25.7.): R. Spurzem.

Forschungsaufenthalt (Extrasolare Planetensysteme) an der University of California in Santa Cruz, USA (30.7.–13.8.): R. Spurzem.

Forschungsaufenthalt (Stellardynamik und Sternentwicklung) an der Universität Amsterdam, Niederlande (13.–16.8.): M. Freitag.

JENAM 2003 „New Deal in European Astronomy: Trends and Perspectives“ in Budapest, Ungarn (25.–30.8.): I. Arifyanto, P. Glaschke, J. Fiestas, M. Freitag, A. Just, R. Spurzem.

Sommerschule und Tagung über „Sources of Gravitational Waves“ in Triest, Italien (14.–27.9.): M. Freitag.

Sitzung des Rates Deutscher Sternwarten in Freiburg (15.9.): U. Bastian.

Herbsttagung der Astronomischen Gesellschaft in Freiburg i.B. (15.–19.9.): C. Dettbarn, R. Hering, J. Schubart.

Forschungsaufenthalt (Stellardynamik) an der Rutgers University in New Jersey, USA (24.9.–15.10.): R. Spurzem.

Review des GAIA Data Access and Analysis System (GDAAS) in Barcelona, Spanien (3.–6.10.): U. Bastian.

Tagung über „High Performance Computing in Science and Engineering“ in Stuttgart (6.–7.10.): M. Freitag.

GAIA Photometry Working Group Meeting in Leiden, Niederlande (9.10.): U. Bastian.

Tagung über „Globular Cluster Dynamics and Gravitational Radiation“ an der Pennsylvania State University, USA (16.–21.10.): M. Freitag, R. Spurzem.

Forschungsaufenthalt (Gravitationswellen und Stellardynamik) an der Pennsylvania State University und der Northwestern University Evanston, USA (20.10.–26.11.): M. Freitag.

DFG-Rundgespräch über „The evolution of structure in the universe“ in Bad Honnef (19.–20.11.): B. Fuchs.

11. Treffen des Graduiertenkollegs 787 über „Galaxy Groups as Laboratories for Baryonic and Dark Matter“ in Bad Honnef (4.–5.12.): B. Fuchs.

Auf Einladung des Instituts hielten in Heidelberg astronomische Kolloquiumsvorträge: M. Bondarescu (CalTech, USA), P.T. de Zeeuw (Leiden, Niederlande), A. Gürkan (Evanston, USA), S. Ida (Tokio, Japan), M. Metz (Bonn), K.S. Oh (Chungnam, Korea), E.M. Pauli (Bamberg), J. Scharwächter (Köln), C. Theis (Kiel).

Auswärtige Vorträge außerhalb der oben angeführten Reisen hielten: U. Bastian in Edingen, M. Freitag in Basel (Schweiz), Genf (Schweiz) und Köln, und R. Spurzem in Wuppertal.

## 8 Veröffentlichungen

Vom Astronomischen Rechen-Institut herausgegebene Verlagswerke:

Astronomische Grundlagen für den Kalender 2005. DRW-Verlag Weinbrenner, G. Braun Buchverlag, Karlsruhe, 147 Seiten (2003)

Astronomische Grundlagen für den Kalender 2005, EDV-Version (3.5"-Diskette). DRW-Verlag Weinbrenner, G. Braun Buchverlag, Karlsruhe (2003)

Apparent Places of Fundamental Stars 2004, for 54 stars selected from the Sixth Catalogue of Fundamental Stars. R. Wielen, H. Schwan. DRW-Verlag Weinbrenner, G. Braun Buchverlag, Karlsruhe, 39 Seiten (2003)

Sonstige Veröffentlichungen:

Amaro-Seoane, P., Spurzem, R., Just, A.: Super-massive stars: radiative transfer. In: Boily, C.M., Patsis, P., Portegies Zwart, S., Spurzem, R., Theis, C. (eds.): Galactic and stellar dynamics. Proc. Workshop at JENAM 2002 Conf., Porto, 3–6 September 2002. EAS Publ. Ser. **10** (2003), 189–190

Ardi, E., Tsuchiya, T., Burkert, A.: Constraints on the clumpiness of dark matter halos through heating of the disk galaxies. *Astrophys. J.* **596** (2003), 204–215

Ardi, E., Tsuchiya, T., Burkert, A.: Constraints on the clumpiness of dark matter halos through heating of disk galaxies. In: Boily, C.M., Patsis, P., Portegies Zwart, S., Spurzem, R., Theis, C. (eds.): Galactic and stellar dynamics. Proc. Workshop at JENAM 2002 Conf., Porto, 3–6 September 2002. EAS Publ. Ser. **10** (2003), 95–100

Bastian, U.: Der vermessene Sternenhimmel – Ergebnisse der Hipparcos Mission. *Spektrum Wissenschaft, Dossier 4/03: Die Milchstraße* (2003), 6–13

Berczik, P., Hensler, G., Theis, C., Spurzem, R.: Chemodynamical modeling of dwarf galaxy evolution. In: Kiss, C., Kun, M., Könyves, V. (eds.): The interaction of stars with their environment II. Proc. Workshop, Budapest, 15–18 May 2002. *Commun. Konkoly Obs.* **103** (2003), 155–162

Berczik, P., Hensler, G., Theis, C., Spurzem, R.: A multi-phase chemo-dynamical SPH code for galaxy evolution. Testing the code. In: Hensler, G., Stasińska, G., Harfst, S., Kroupa, P., Theis, C. (eds.): The Evolution of Galaxies. III – From simple Approaches to self-consistent Models. Proc. 3rd EuroConf. Kiel, 16–20 July 2002. *Astrophys. Space Sci.* **284** (2003), 865–868

Bernstein, H.-H.: Detection of brown dwarfs with astrometric satellites. In: Martín, E. (ed.): Brown Dwarfs. Proc. IAU Symp. **211** (2003), 505–508

Boily, C.M., Kroupa, P.: Impact of gas removal on the evolution of embedded clusters. In: Grebel, E.K., Brandner, W. (eds.): Modes of star formation and the origin of field populations. Proc. MPIA workshop, Heidelberg, 9–13 October 2000. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **285** (2002), 141–149

- Boily, C.M., Tsuchiya, T., Spurzem, R.: The mechanics of dark matter halo formation. In: Boily, C.M., Patsis, P., Portegies Zwart, S., Spurzem, R., Theis, C. (eds.): Galactic and stellar dynamics. Proc. Workshop at JENAM 2002 Conf., Porto, 3–6 September 2002. EAS Publ. Ser. **10** (2003), 133–138
- Deiters, S.: Zwei aktive Schwarze Löcher in einer Galaxie. *Sterne Weltraum* **42** 2 (2003), 16
- Fiestas, J.: Fokker-Planck models of rotating clusters. In: Schielicke, R.E. (ed.): Short Contrib. Ann. Sci. Meeting Astron. Ges. Berlin 2002. *Astron. Nachr.* **324**, Suppl. Issue 2 (2003), 77–78
- Freitag, M.: Captures of stars by a massive black hole: investigations in numerical stellar dynamics. In: Centrella, J.M. (ed.): The astrophysics of gravitational wave sources. Proc. Conf., College Park, MD, 24–26 April 2003. *Am. Inst. Phys. Conf. Proc.* **686** (2003), 109–112
- Freitag, M.: Gravitational waves from stars orbiting the Sagittarius A\* black hole. *Astrophys. J., Lett.* **583** (2003), L21–L24
- Fuchs, B.: Constraints on the decomposition of the rotation curves of spiral galaxies. In: Spooner, N.J.C., Kudryavtsev, V. (eds.): The identification of dark matter. Proc. 4th Int. Workshop, York, UK, 2–6 September 2002. World Sci. Publ., Singapore (2003), 72–77
- Fuchs, B.: Implications of modes of star formation for the overall dynamics of galactic disks. In: Grebel, E.K., Brandner, W. (eds.): Modes of star formation and the origin of field populations. Proc. MPA workshop, Heidelberg, 9–13 October 2000. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **285** (2002), 261–268
- Fuchs, B.: Massive disks in low surface brightness galaxies. In: Hensler, G., Stasińska, G., Harfst, S., Kroupa, P., Theis, C. (eds.): The Evolution of Galaxies. III – From simple Approaches to self-consistent Models. Proc. 3rd EuroConf. Kiel, 16–20 July 2002. *Astrophys. Space Sci.* **284** (2003), 719–722
- Giersz, M., Spurzem, R.: Hybrid code – direct integrations of three- and four-body interactions. In: Piotto, G., Meylan, G., Djorgovski, S.G., Riello, M. (eds.): New Horizons in Globular Cluster Astronomy. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **296** (2003), 81–82
- Giersz, M., Spurzem, R.: A stochastic Monte Carlo approach to modelling real star cluster evolution – III. Direct integration of three- and four-body interactions. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **343** (2003), 781–795
- Hirte, S., Biermann, M., Scholz, R.: What’s new with DIVA? In: Schielicke, R.E. (ed.): Short Contrib. Ann. Sci. Meeting Astron. Ges. Berlin 2002. *Astron. Nachr.* **324**, Suppl. Issue 2 (2003), 96
- Hörandel, J.R., Kalmykov, N.N., Pavlov, A.I.: The knee in the energy spectrum of cosmic rays in the framework of the Poly-Gonato and diffusion models. In: Contributed Papers. 28th Cosmic Ray Conf., Tsukuba, Jpn, 31 Jul–7 Aug 2003. Universal Acad. Press, Tokyo (2003), 243–246
- Jahreiß, H.: The nearby stars. In: Schielicke, R.E. (ed.): Short Contrib. Ann. Sci. Meeting Astron. Ges. Berlin 2002. *Astron. Nachr.* **324**, Suppl. Issue 2 (2003), 96
- Just, A.: The SFR and IMF of the Galactic disk. In: Hensler, G., Stasińska, G., Harfst, S., Kroupa, P., Theis, C. (eds.): The Evolution of Galaxies. III – From simple Approaches to self-consistent Models. Proc. 3rd EuroConf. Kiel, 16–20 July 2002. *Astrophys. Space Sci.* **284** (2003), 727–730
- Just, A., Amaro-Seoane, P.: Stability and evolution of supermassive stars (SMS). In: Boily, C.M., Patsis, P., Portegies Zwart, S., Spurzem, R., Theis, C. (eds.): Galactic and stellar dynamics. Proc. Workshop at JENAM 2002 Conf., Porto, 3–6 September 2002. EAS Publ. Ser. **10** (2003), 127–132

- Just, A., Peñarrubia, J.: Dynamical friction in inhomogeneous systems. In: Schielicke, R.E. (ed.): Short Contrib. Ann. Sci. Meeting Astron. Ges. Berlin 2002. *Astron. Nachr.* **324**, Suppl. Issue 2 (2003), 39
- Khalisi, E.: Evolutionary time scale in two-component clusters. In: Piotto, G., Meylan, G., Djorgovski, S.G., Riello, M. (eds.): *New Horizons in Globular Cluster Astronomy*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **296** (2003), 83–84
- Kobayashi, C., Nakasato, N., Nomoto, K.: Chemodynamical evolution of the Milky Way. In: Makino, J., Hut, P. (eds.): *Astrophysical supercomputing using particle simulations*. *Proc. IAU Symp.* **208**, Tokyo, 10–13 July 2001; *Astron. Soc. Pac.* (2003), 419–420
- Mouawad, N., Eckart, A., Pfalzner, S., Moultaqa, J., Straubmeier, C., Spurzem, R., Schödel, R., Ott, T., Genzel, R.: Stellar orbits at the center of the Milky Way. In: Cotera, A., Markoff, S., Geballe, T.R., Falcke, H. (eds.): *The central 300 pc of the Milky Way*. *Proc. Galactic Center Workshop 2002*. *Astron. Nachr.* **324**, Suppl. Issue 1 (2003), 315–319
- Mouawad, N., Eckart, A., Pfalzner, S., Straubmeier, C., Spurzem, R., Genzel, R., Ott, T., Schödel, R.: Stars close to the massive black hole at the center of the Milky Way. In: Contopoulos, G., Voglis, N. (eds.): *Galaxies and chaos*. *Proc. Conf.*, Athens, 16–19 September 2002. *Lect. Notes Phys.* **626** (2003), 302–309
- Nakasato, N.: Origin of the galaxy morphology. In: Makino, J., Hut, P. (eds.): *Astrophysical supercomputing using particle simulations*. *Proc. IAU Symp.* **208**, Tokyo, 10–13 July 2001. *Astron. Soc. Pac.* (2003), 431–432
- Nakasato, N., Nomoto, K.: Three-dimensional simulations of the chemical and dynamical evolution of the Galactic bulge. *Astrophys. J.* **588** (2003), 842–851
- Pavlov, A.I., Maciejewski, A.J.: An efficient method for studying the stability and dynamics of the rotational motions of celestial bodies. *Astron. Lett. (Pis'ma Astron. Zh.)* **29** (2003), 552–566
- Peñarrubia-Garrido, J.M.: Satellite dynamics in spiral galaxies with dark matter haloes. Dissertation, Fakultät für Physik und Astronomie, Universität Heidelberg, III+161 Seiten (2003)
- Schmadel, L.D.: Dictionary of minor planet names. Fifth ed.; Springer-Verlag, Berlin, XV+992 Seiten (2003)
- Schwan, H.: Nachruf Trudpert Lederle (1922–2002). *Mitt. Astron. Ges.* **86** (2003), 15–16
- Sills, A., Deiters, S., Eggleton, P., Freitag, M., Giersz, M., Heggie, D., Hurley, J., Hut, P., Ivanova, N., Klessen, R.S., Kroupa, P., Lombardi Jr., J.C., McMillan, S., Portegies Zwart, S., Zinnecker, H.: MODEST-2: a summary. *New Astron.* **8** (2003), 605–628
- Sperauskas, J., Boyle, R.P., Harlow, J., Jahreiß, H., Uggren, A.R.: An ongoing program of radial velocities of nearby stars. *Bull. Am. Astron. Soc.* **35** (2003), 1273
- Spurzem, R.: Formation and evolution of galactic nuclei, black holes. In: Hensler, G., Stasińska, G., Harfst, S., Kroupa, P., Theis, C. (eds.): *The Evolution of Galaxies. III – From simple Approaches to self-consistent Models*. *Proc. 3rd EuroConf. Kiel*, 16–20 July 2002. *Astrophys. Space Sci.* **284** (2003), 551–559
- Spurzem, R., Deiters, S.: Tanz der Schwarzen Löcher. *Sterne Weltraum* **42** 2 (2003), 17–19
- Spurzem, R., Deiters, S., Fiestas, J.: Theory of dynamical evolution of star clusters. In: Piotto, G., Meylan, G., Djorgovski, S.G., Riello, M. (eds.): *New Horizons in Globular Cluster Astronomy*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **296** (2003), 45–52
- Spurzem, R., Kim, E., Lee, H.M.: The interplay of rotation and relaxation in star clusters and galactic nuclei. In: Makino, J., Hut, P. (eds.): *Astrophysical supercomputing using particle simulations*. *Proc. IAU Symp.* **208**, Tokyo, 10–13 July 2001. *Astron. Soc. Pac.* (2003), 93–102

- Spurzem, R., Lin, D.N.C.: Orbit evolution of planetary systems in stellar clusters. In: Deming, D., Seager, S. (eds.): Scientific frontiers in research on extrasolar planets. Proc. Conf., Washington, DC, 18–21 June 2002. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **294** (2003), 217–220
- Tsuchiya, T.: Dynamical evolution of galactic disks driven by interaction with a satellite. In: Hensler, G., Stasińska, G., Harfst, S., Kroupa, P., Theis, C. (eds.): The Evolution of Galaxies. III – From simple Approaches to self-consistent Models. Proc. 3rd EuroConf. Kiel, 16–20 July 2002. Astrophys. Space Sci. **284** (2003), 515–518
- Tsuchiya, T.: Effect of LMC on the Galactic warp. In: Makino, J., Hut, P. (eds.): Astrophysical supercomputing using particle simulations. Proc. IAU Symp. **208**, Tokyo, 10–13 July 2001. Astron. Soc. Pac. (2003), 457–458
- Tsuchiya, T.: Origin of galactic warps. In: Boily, C.M., Patsis, P., Portegies Zwart, S., Spurzem, R., Theis, C. (eds.): Galactic and stellar dynamics. Proc. Workshop at JENAM2002 Conf., Porto, 3–6 September 2002. EAS Publ. Ser. **10** (2003), 79–87
- Tsuchiya, T., Dinescu, D.I., Korchagin, V.I.: A capture scenario for the globular cluster  $\omega$  Centauri. Astrophys. J., Lett. **589** (2003), L29–L32
- Tsuchiya, T., Dinescu, D.I., Korchagin, V.I.: On the origin of  $\omega$  Cen. In: Boily, C.M., Patsis, P., Portegies Zwart, S., Spurzem, R., Theis, C. (eds.): Galactic and stellar dynamics. Proc. Workshop at JENAM2002 Conf., Porto, 3–6 September 2002. EAS Publ. Ser. **10** (2003), 219–221
- Vilkoviski, E.Y., Spurzem, R., Omarov, C.T.: Swjosednaja dinamika v zentralnyh chastjach aktivnyh jader galaktik (Stellar dynamics in the central parts of active galactic nuclei). Izvestija Nacional'noj Akademii Nauk Respubliki Kazachstan, Serija fiziko-matematicheskija **4** (2003)

In der Reihe „Preprint Series“ des Astronomischen Rechen-Instituts sind erschienen:

- Preprint No. 111: Giersz, M., Spurzem, R.: A stochastic Monte Carlo approach to modelling real star cluster evolution. III. Direct integration of three- and four-body interactions. Mon. Not. R. Astron. Soc. **343** (2003), 781–795
- Preprint No. 112: Just, A.: Dynamical friction of massive objects in galactic centres. Mon. Not. R. Astron. Soc.

Am Jahresende 2003 waren – zusätzlich zu den in die „Preprint Series“ aufgenommenen Publikationen – die folgenden weiteren Arbeiten im Druck oder eingereicht:

- Amaro-Seoane, P., Spurzem, R.: Dense gas–star systems: super-massive star evolution. In: Ho, L.C. (ed.): Coevolution of black holes and galaxies. Carnegie Obs. Astrophys. Ser. **1** [astro-ph/0212292]
- Arifyanto, M.I., Fuchs, B., Jahreiß, H., Wielen, R.: Kinematics of nearby subdwarf stars. Astron. Astrophys.
- Berczik, P., Hensler, G., Theis, C., Spurzem, R.: Chemodynamical modelling of galaxy formation and evolution. In: Duc, P.-A., Braine, J., Brinks, E. (eds.): Recycling intergalactic and interstellar matter. Proc. IAU Symp. **217**, Sydney, 14–17 July 2003; Astron. Soc. Pac.
- Bien, R.: Gauß and beyond: the making of Euler algorithms. Arch. Hist. Exact Sci.
- Fuchs, B.: Density waves in the shearing sheet. II. Modes. Astron. Astrophys.
- Fuchs, B.: Density modes in the shearing sheet. IV. Interaction with a live dark halo. Astron. Astrophys.

- Fuchs, B., Mielke, E.W.: Scaling behaviour of a scalar field model of dark matter halos. *Mon. Not. R. Astron. Soc.*
- Gürkan, A., Freitag, M., Rasio, F.: Formation of massive black holes in dense star clusters. I. Mass segregation and core collapse. *Astrophys. J.* [[astro-ph/0308449](#)]
- Just, A.: Dynamical friction of massive objects in galactic centres. *Mon. Not. R. Astron. Soc.*
- Just, A.: Orbit evolution of satellite galaxies in dark matter haloes. In: Ryder, S.D., Walker, M.A., Pisano, D.J., Freeman, K.C. (eds.): *Dark matter in galaxies. Proc. IAU Symp. 220*, Sydney, 21–25 July 2003; *Astron. Soc. Pac.*
- Just, A., Peñarrubia, J.: Dynamical friction in inhomogeneous systems. *Astron. Astrophys.*
- Peñarrubia, J., Just, A., Kroupa, P.: Dynamical friction in flattened systems. A numerical test of Binney’s approach. *Mon. Not. R. Astron. Soc.*
- Piskunov, A.E., Belikov, A., Kharchenko, N.V., Sagar, R., Subramaniam, A.: On the determination of age and mass functions of stars in young open star clusters from the analysis of their luminosity functions. *Mon. Not. R. Astron. Soc.*
- Rasio, F., Freitag, M., Gürkan, A.: Formation of massive black holes in dense star clusters. In: Ho, L.C. (ed.): *Coevolution of black holes and galaxies. Carnegie Obs. Astrophys. Ser. 1* [[astro-ph/0304038](#)]
- Schmadel, L.D., Schubart, J.: Die Wiederauffindung von Hermes nach 66 Jahren. *Sterne Weltraum*
- Spurzem, R., Berczik, P., Hensler, G., Theis, C., Amaro-Seoane, P., Freitag, M., Just, A.: Physical processes in star–gas systems. In: Gibson, B.K., Kawata, D. (eds.): *Galactic Chemodynamics V. Proc. Workshop, Melbourne, 9–11 July 2003*; *Publ. Astron. Soc. Aust.*
- Spurzem, R., Makino, J., Fukushige, T., Lienhart, G., Kugel, A., Männer, R., Wetzstein, M., Burkert, A., Naab, T.: Collisional stellar dynamics, gas dynamics and special purpose computing. In: Ukawa, A. (ed.): *Proc. Int. Symp. on Computational Science and Engineering 2002 (ISCSE’02)*, Tokyo, 5–6 March 2002; *Japan Soc. Promotion of Science*
- Wielen, R.: Christfried Kirch. In: Hockey T. (ed.): *Encyclopedia of astronomers. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht*
- Wielen, R.: Christine Kirch. In: Hockey T. (ed.): *Encyclopedia of astronomers. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht*
- Wielen, R.: Gottfried Kirch. In: Hockey T. (ed.): *Encyclopedia of astronomers. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht*
- Wielen, R.: Maria Margaretha Kirch née Winkelmann. In: Hockey T. (ed.): *Encyclopedia of astronomers. Kluwer Acad. Publ., Dordrecht*
- Wielen, R., Dettbarn, C., Fuchs, B., Jahreiß, H., Lenhardt, H., Schubart, J., Schwan, H.: The combination of ground-based astrometric compilation catalogues with the Hipparcos catalogue. III. Special solutions for astrometric, spectroscopic, and eclipsing binaries and for VIMs. *Veröff. Astron. Rechen-Inst. Heidelberg*

Roland Wielen