

Zürich

Institut für Astronomie

ETH Zentrum, CH-8092 Zürich
Tel. +41-44-6323813, Fax: +41-1-6321205
Internet: <http://www.astro.phys.ethz.ch>

0 Personal und Ausstattung

0.1 Personalstand

Direktoren und Professoren:

Prof. Dr. A.O. Benz [-24223], Prof. Dr. C. M. Carollo [-33725], Prof. Dr. S. J. Lilly [-33828], Prof. Dr. J.O. Stenflo (Vorsteher) [-23804].

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. K. Arzner [-23814], Dr. S. Berdyugina [-23632], Dr. K.R. Briggs [-27987], Prof. Dr. A. Csillaghy [-27131], Dr. D. Fluri [-22527], Dr. S. Folini [-23633], Dr. L. Fouchet [-237956], Dr. D. Gisler [-20855], Dr. M. Güdel [-27129], Dr. P. Harjunpää [-27131], Dr. S. Koushiappas [-36466], Dr. C. Maier [-32770], Dr. L. Meyer (-33280), Dr. O.M. Matthews [-23814], Dr. F. Miniati [-36495], Dr. P. Norberg [-32854], Prof. Dr. H. Nussbaumer [-23631], Dr. P. Papadopoulos [-33826], Dr. A. Pasquali [-33273], Dr. C. Porciani [-32849], Dr. C. Scarlata [-32286], Dr. H.M. Schmid [-27386], Dr. J. Tan [-32824], Dr. K.-V. Tran [-33280], Dr. F. van den Bosch [-36394], Dr. R. Walder [-23633], Dr. T. Wenzler [-20956].

Doktoranden:

Dipl.-Phys. M. Battaglia, Dipl.-Phys. U. Burch, Dipl.-Phys. S. Cantalupo, Dipl.-Phys. A. Dutton, Dipl.-Phys. R. Feldmann, Dipl.-Phys. A. Feller, Dipl.-Phys. M. Fivian, Dipl.-Phys. P. Grigis, Dipl.-Phys. M. Haberreiter, Dipl.-Phys. O. Hahn, Dipl.-Phys. R. Holzreuter, Dipl.-Phys. F. Joos, Dipl.-Phys. P. Kampczyk, Dipl.-Phys. J. Klement, Dipl.-Phys. R. Knaack, Dipl.-Phys. A. Pillepich, Dipl.-Phys. P. Saint-Hilaire, Dipl.-Phys. M. Sargent, Dipl.-Phys. A. Shapiro, Dipl.-Phys. P. Stäuber, Dipl.-Phys. A. Telleschi, Dipl.-Phys. C. Thalmann, Dipl.-Phys. S. Weinmann, Dipl.-Phys. M. Zemp.

Sekretariat und Verwaltung:

B. Codoni [-23813], C. Aurelio, M. Leimgruber (-37608), R. Malhotra (-32553).

Technisches Personal:

Dr. H.P. Povel [-24222], Dipl.-El.Ing. P. Steiner (Systemprogrammierer) [-24213], F. Aebbersold (Werkstattleiter) [-23807], Dipl. Ing. C. Monstein [-24224], Ing. HTL S. Hagenbuch [-24222], Ing. HTL H. Meyer [-24217].

1 Gäste

K. Abazajian (Toronto), W. Benz (Bern), M. Bianda (Locarno), A. Bunker (Exter), P. Colella (LBL, Berkeley), T. Contini (Toulouse), E. Daddi (NOAO), G. Emslie (Stillwater, Oklahoma), A. Ferguson (München), M. Franx (Leiden), F. Fraternali (Oxford), A.G. Gandorfer (Katlenburg-Lindau), S. Haan (DESY), G. Hasinger (München), G. Hurford (UC Berkeley), S. Inoue (NAOJ, Tokyo), S. Järvinen (Potsdam), H. Korhonen (Potsdam), P. Kronberg (Toronto), S. Krucker (UC Berkeley), M.R. Kundu (College Park, Maryland), R. Lin (UC Berkeley), O. LeFevre (Marseille), V. Mainieri (München), M. Mignoli (Bologna), D. Müller (Washington), G. Paesold (Rochester, USA), F. Palla (Arcetri), A. Pillepich (Pisa), R. Ramelli (Locarno), A. Renzini (Padova), E. Scannapieco (KITP, S. Barbara), M. Scodreggio (Milan), J. Silverman (München), S.K. Solanki (Katlenburg-Lindau), L. Tasca (Marseille), F. van der Tak (MPI Bonn), E. van Dishoeck (Leiden), D. G. Wentzel (College Park, Maryland), G. Zamorani (Bologna).

2 Wissenschaftliche Arbeiten

2.1 Physik der Sonne

Solare Polarimetrie mit ZIMPOL

Im März 2005 wurde ein umfassendes Beobachtungsprogramm mit ZIMPOL (Zurich Imaging Polarimeter) am NSO/Kitt Peak, Arizona, durchgeführt zur weiteren Untersuchung der Polarisation durch kohärente Streuung (des sog. "Zweiten Sonnenspektrums") in verschiedenen Spektrallinien und magnetischen Regionen auf der Sonne. Die Streupolarisation in der Ca II K Linie (3933 Å) zeigte eine unerwartet hohe räumliche Strukturierung sowohl in Stokes Q/I als auch U/I überall auf der Sonnenscheibe inklusive Zentrum der Sonnenscheibe, auch wenn es sich um ein Gebiet der ruhigen Sonne handelte. Dies sind Signaturen des Hanle-Effekts verursacht durch chromosphärische Magnetfelder, die auch in Vorwärtsstreuung in der Mitte der Sonnenscheibe auffällig sind. Damit öffnet sich die Tür zu systematischen Messungen der Magnetfelder in der solaren Chromosphäre.

Die Eigenschaften der Streupolarisation in den CN Moleküllinien im UV-Bereich in magnetischen Gebieten der Sonne wurden untersucht und mit den atomaren Linien verglichen. Ausserdem wurden verschiedene Spektrallinien mit anomaler Streupolarisation erneut beobachtet, mit besonderem Augenmerk auf die Eigenschaften und räumlichen Variationen der noch unerklärten Polarisation in den D_1 Linien von Natrium (5896 Å) und Kalium (7699 Å) (J.O. Stenflo, A. Feller, D. Gisler, H.P. Povel, S. Hagenbuch, in Zusammenarbeit mit A. Gandorfer, Katlenburg-Lindau, M. Bianda und R. Ramelli, Locarno, und C.U. Keller, Tucson).

Laborexperiment zur Messung der Streupolarisation der Kalium D_1 Linie

Beobachtungen des Zweiten Sonnenspektrums haben gezeigt, dass die D_1 Linien von Natrium und Barium eine Polarisationssignatur aufweisen, welche der quantenmechanisch vorausgesagten Polarisation widerspricht. Um der Ursache dieser Anomalie auf den Grund zu gehen und mögliche erklärende Theorien zu bestätigen oder zurückzuweisen, streuen wir im Labor das Licht eines abstimmbaren Lasers an einer Kaliumdampf-Zelle bei der Wellenlänge von K I D_1 und messen die erzeugte Polarisation mit einem piezoelastischen Modulator und Lock-in Verstärker. Indem wir die Wellenlänge des Lasers durch die spektrale Ausdehnung der Linie scannen, erhalten wir das erwünschte Polarisationsprofil. Wir beleuchten den K-Dampf mit 100 % polarisiertem Stokes $\pm Q/I$, $\pm U/I$ oder $\pm V/I$, messen die gestreute Q/I , U/I oder V/I Polarisation und erhalten somit 18 unabhängige Stichproben der Polarisationsmatrix. In einer zweiten Phase erforschen wir den Einfluss von Magnetfeldern auf die Streupolarisation (J.O. Stenflo, Ch. Thalmann und A. Feller, in Zusammenarbeit mit A. Cacciani, Rom).

Streupolarisation in starken chromosphärischen Linien

Theoretische Berechnungen unterstützen die Interpretation des Zweiten Sonnenspektrums. Wir haben die verwendeten numerischen Methoden weiter verbessert und sie insbesondere auf starke chromosphärische Linien wie Na I D₂, Ca I 4227 Å und Ca II K angewandt. Dank den beobachteten räumlichen Variationen in der Streupolarisation, welche auf unterschiedlich starke Magnetfelder und atmosphärische Inhomogenitäten zurückzuführen sind, eignen sich diese Linien besonders gut für die Diagnostik der Chromosphäre. Diese wiederum ermöglicht es, neue Erkenntnisse über wichtige offene Fragen der Sonnenphysik zu gewinnen, wie die Entstehung und Verstärkung der solaren Magnetfelder oder die Heizungsmechanismen der Chromosphäre. Eine Voraussetzung stellt jedoch ein tiefes Verständnis der Ursachen der Streupolarisation in den Linien dar. Diesbezüglich ist besonders hervorzuheben, dass wir eine vollständige Erklärung der Tripletstruktur, welche in sämtlichen Streupolarisations-Profilen starker chromosphärischer Linien auftritt, gefunden haben (R. Holzreuter und D.M. Fluri).

Paschen-Back Effekt in Molekülspektren

Viele diatomare Moleküle in den Atmosphären der Sonne und kühler Sterne unterliegen dem Paschen-Back Effekt bei magnetischen Feldstärken, wie sie typischerweise in Sonnenflecken und in Flecken aktiver, kühler Sterne vorkommen. Wir haben die komplette Theorie des molekularen Paschen-Back Effekts für den Fall entwickelt, in welchem der molekulare Spin teilweise von der internuklearen Achse entkoppelt ist. Diese Theorie erlaubt es uns, die Aufspaltung der Energieniveaus beliebiger Multiplizität sowie die Übergänge zwischen diesen Levels zu berechnen. Wir haben gezeigt, dass bei partiellem Paschen-Back Effekt äusserst asymmetrische Stokes Profile entstehen, deren Stärke und Asymmetrie deutlich vom Magnetfeld abhängen. Im Bereich des kompletten Paschen-Back Effekts werden die Profile wieder symmetrisch. Die Stärke von verbotenen Übergängen und von Satellitenübergängen steigt im partiellen Paschen-Back Effekt mit zunehmender Magnetfeldstärke rasch an, während die Stärke der Hauptübergänge abnimmt. Diese gefundenen Signaturen des Paschen-Back Effekts bilden die Basis für neue diagnostische Methoden zur Bestimmung von solaren und stellaren Magnetfeldern (S.V. Berdyugina und D.M. Fluri, in Zusammenarbeit mit S.K. Solanki, Katlenburg-Lindau, und P.A. Braun, St.-Petersburg).

Bevorzugte heliographische Längen von Sonnenflecken: Asymmetrie bezüglich der Rotationsachse und differentielle Rotation

Die Verteilung von Sonnenflecken ist nicht achsensymmetrisch bezüglich der Rotationsachse, und Sonnenfleckenregionen entstehen bevorzugt bei zwei beständigen "aktiven" heliographischen Längen, welche um 180° getrennt sind. Um diese Asymmetrie quantitativ zu studieren, haben wir ein dynamisches Referenzsystem eingeführt, welches auf der differentiellen Rotation basiert. Bezüglich diesem Referenzsystem treten deutliche Ansammlungen der Sonnenflecken bei den beiden aktiven heliographischen Längen auf. Die zur Definition des dynamischen Referenzsystems verwendete Stärke der differentielle Rotation scheint sich signifikant von derjenigen individueller Sonnenflecken zu unterscheiden, stimmt jedoch praktisch überein mit der von SOHO/MDI gemessenen differentiellen Rotation basierend auf dem Dopplereffekt. Dies impliziert, dass kein Zusammenhang besteht zwischen den aktiven heliographischen Längen und der Tiefe, in welcher Sonnenflecken verankert sind. Ausserdem haben wir ein Mass für die Stärke der Abweichungen von der Achsensymmetrie der Sonnenfleckenverteilung eingeführt. Der nicht-achsensymmetrische Anteil erwies sich als äusserst signifikant, mit einer Stärke relativ zum achsensymmetrischen Anteil von etwa 1:10. Diese Resultate liefern zusätzliche Randbedingungen für solare Dynamomodelle (S.V. Berdyugina, in Zusammenarbeit mit I.G. Usoskin und J. Poutanen, Oulu).

Evolution und Rotation der globalen Magnetfelder der Sonne

Die gesamten Datensätze der täglichen Magnetogramme, die auf dem Mount Wilson Observatorium seit 1966 und auf dem Kitt Peak Observatorium seit 1974 aufgenommen worden sind, wurden mit verschiedenen Methoden analysiert, insbesondere durch Zerlegung des

Magnetfeldmusters in Kugelfunktionen und durch mehrdimensionale Zeitreihenanalysen. Sowohl Powerspektren als Funktion von Frequenz und heliographischer Breite (oder Kugelfunktionsgrad) als auch Wavelet-Transformationen, welche die Spektraldichte als Funktion von Periode, Zeit und heliographischer Breite ergeben, wurden berechnet und interpretiert. Die Wavelet-Analyse ist für die Untersuchung der Quasi-Periodizitäten besonders wichtig, da sie Informationen über die Kohärenzlänge oder Lebensdauer der Schwingungen enthält. Diese umfassenden Untersuchungen, die Bestandteil einer Dissertation und mehrerer A&A Publikationen waren, zeigen eine Vielfalt von quasi-periodischen Fluktuationen, Nord-Süd Asymmetrien, Rotationseigenschaften des Magnetfeldmusters, Natur und Entwicklung der modalen Magnetfeldstruktur, sowie Signaturen von globalen Rossby-Wellen (R. Knaack, J.O. Stenflo und S.V. Berdyugina).

Modellierung solarer Helligkeitsschwankungen in den Zyklen 21–23

Für den Zeitraum zwischen dem Minimum des Sonnenaktivitätszyklus 21 bis zur abfallenden Phase des Zyklus 23 (1974–2003) wurden Modellrechnungen der totalen solaren Helligkeitsschwankung erstellt. Das Modell basiert auf der Annahme, dass die Helligkeitsschwankungen über Zeiträume von Tagen bis zu 11 Jahren (entsprechend dem 11-jährigen Sonnenzyklus) primär durch das sich verändernde Magnetfeld auf der Oberfläche der Sonne verursacht werden. Die Resultate wurden mit drei verschiedenen, zusammengesetzten Messreihen der totalen solaren Helligkeit verglichen. Wir fanden eine sehr gute Übereinstimmung mit der PMOD/WRC Messreihe. Auch stellten wir für Zeitskalen grösser als die solare Rotationsperiode kein unterschiedliches Verhalten zwischen den drei Zyklen fest. Dies impliziert, dass die gleiche Quelle der Helligkeitsveränderungen, d.h. die Evolution des magnetischen Flusses auf der Sonnenoberfläche, in allen drei Zyklen 21, 22 und 23 massgebend ist. Die Übereinstimmung mit den anderen beiden Zeitreihen (ACRIM und IRMB) ist weniger ausgeprägt. Insbesondere weisen die beiden Zeitreihen im Gegensatz zu den Rekonstruktionen eine langfristige Zunahme der Helligkeit auf. Unsere Resultate deuten an, dass entweder kein langfristiger Trend in der Helligkeit während den Zyklen 21 bis 23 existiert, oder dass ein solcher Trend ohne Beziehung zum Oberflächenmagnetismus steht. Dies schwächt die Ansprüche in der Literatur für das Vorhandensein eines solchen Trends und ist relevant für die Diskussion des Einflusses der solaren Helligkeitsschwankungen auf das Klima in den letzten Jahrzehnten.

Basierend auf einer statistischen Analyse der rekonstruierten totalen Sonnenhelligkeit während den Zyklen 21 bis 23, identifizierten wir den jeweiligen Beitrag verschiedener Typen von magnetischen Gebieten auf der Sonnenoberfläche zur Änderung der totalen Sonnenhelligkeit. Zusätzlich bestimmten wir das Verhältnis der Umbrfläche zur totalen Sonnenfleckfläche (T. Wenzler, D.M. Fluri, in Zusammenarbeit mit S.K. Solanki und N.A. Krivova, Katlenburg-Lindau).

Momentanalyse der latitudinalen Verteilung der Sonnenfleckenzyklen seit 1874: Vergleich zwischen Sonnendaten und Dynamomodellen

Wir studierten anhand der Position und Fläche von Sonnenflecken die Breite-Verteilung der Sonnenaktivität, indem wir die fünf niedrigsten statistischen Momente der latitudinalen Verteilung aller kompletten Sonnenfleckenzyklen seit 1874 miteinander vergleichen. Die gleiche Analyse angewandt auf unterschiedliche Dynamomodelle deckte bedeutende Unterschiede zwischen den Modellen auf. Es zeigte sich, dass diese Momentanalyse ein leistungsfähiges Werkzeug darstellt, das zwischen sich rivalisierenden Dynamomodellen zu unterscheiden vermag. Im Weiteren hat man mit dieser Analyse die Möglichkeit, für frühere Zeitabschnitte, in denen nur Sonnenfleckenzahlen existieren, das Schmetterlingsdiagramm genauer zu erstellen. Folglich können die Rekonstruktionen der solaren Helligkeit für den Zeitraum bis zurück zum Maunder Minimum verbessert werden (T. Wenzler, D.M. Fluri, in Zusammenarbeit mit S.K. Solanki und N.A. Krivova, Katlenburg-Lindau).

Modellierung Solarer Spektren

Mit dem Strahlungstransportprogramm COSI (COde for Solar Irradiance) berechneten wir Spektren für verschiedene Aktivitätsregionen der Sonne unter Berücksichtigung der Abweichung vom lokalen thermodynamischen Gleichgewicht (non-LTE). Um den Strahlungstransport korrekt zu beschreiben müssten alle atomaren Prozesse – u.a. auch *alle* Linienübergänge – in der non-LTE Berechnung berücksichtigt werden. In COSI werden nicht alle, sondern nur eine geringe Zahl der Millionen von Linienübergängen explizit in non-LTE berechnet. Indirekt werden diese jedoch mittels Opazitätsverteilungsfunktionen (ODFs) in die non-LTE Berechnung miteinbezogen. Die ODFs werden iteriert bis sich die Besetzungszahlen der expliziten non-LTE Atomniveaus nicht mehr ändern. Wir zeigten, dass die ODFs schnell konvergieren und das beobachtete Spektrum – insbesondere der UV-Bereich – nur unter Berücksichtigung aller Linienopazitäten reproduziert werden kann.

Desweiteren untersuchten wir den Effekt der non-LTE Berechnung, verschiedener solarer Häufigkeiten und von Atmosphärenstrukturen auf das Kontinuumspektrum. Als Erstes stellten wir einen starken non-LTE Effekt im visuellen Wellenlängenbereich fest, welcher auf eine Zunahme der Besetzungszahlen des negativen Wasserstoffions im Rahmen der non-LTE Iterationen zurückzuführen ist. Zudem zeigte sich, dass unterschiedliche solare Häufigkeiten und Atmosphärenstrukturen, welche von verschiedenen Autoren verwendet werden, einen starken Einfluss auf die Formation des Kontinuums haben. Interessanterweise können sich die non-LTE Effekte zusammen mit den Effekten der Häufigkeiten und Atmosphärenstrukturen kompensieren (M. Haberreiter, in Zusammenarbeit mit W. Schmutz, PMOD/WRC Davos).

Abbildende Spektrometrie von Röntgenstrahlung

Eines der grossen Ziele des Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI) Satelliten ist, Bilder der harten Röntgenstrahlung mit spektraler Information in jedem Bildpunkt zu rekonstruieren. In den vergangenen drei Jahren seit dem Start wurde von dieser Möglichkeit wenig Gebrauch gemacht. Es galt, zunächst das Einfache zu machen und aus den Erfahrungen mit normalen Bildern und Gesamtspektren zu lernen. In der Zwischenzeit ist nun das Instrument genügend bekannt und die Software ausreichend entwickelt, um einen Schritt weiter zu gehen. Dank unserem Datenzentrum HEDC konnten spezielle solare Flares ausgewählt werden, die sich zur Analyse mit abbildender Spektroskopie eignen. Im Standardmodell von Sonneneruptionen erwartet man Röntgenemissionen an den zwei Stellen, wo energiereiche Elektronen auf die dichte Chromosphäre aufschlagen. Eine dritte Quelle in der Korona markiert vermutlich den Ort, wo die Teilchen beschleunigt werden. Wir haben jene Flares ausgewählt, in denen drei Quellen mit genügender Stärke nahe des Randes der Sonnenscheibe vorgefunden wurden. Das Ziel der Untersuchung ist, die Beziehung zwischen den drei Quellen in der zeitlichen und spektralen Entwicklung zu bestimmen. Wir konnten zeigen, dass die spektrale Entwicklung der drei Quellen in der Zeit parallel verläuft, aber nicht gleich ist. Die koronale Quelle hat immer ein weicherer Spektrum, was auf eine andere Weise der Emission hinweist und durch den Beschleunigungsvorgang erklärt werden kann. Überraschenderweise haben bei allen Flares die beiden Fusspunkte die gleiche Flussdichte (M. Battaglia und A.O. Benz).

Korrelation von Röntgen- und Radiostrahlung solarer Flares

Die Radio- und Röntgenstrahlungen von Flares sind mehrheitlich nicht gut korreliert, was auf unterschiedliche Beschleunigungsvorgänge hinweist. Ab und zu gibt es aber Strukturen, die fast simultan sind und eine gemeinsame Ursache nahe legen. Dies ist vor allem bei der Radiostrahlung von Elektronenstrahlen der Fall, wo wir eine verspätete Radiostrahlung um $0,68 \pm 0,19$ Sekunden beobachteten. Eine zweite Art von Radiostrahlung mit gelegentlicher Korrelation sind dezimetrische Spikes und Pulsationen. Die ersteren haben schmale Bandbreite, die zweiten sind breitbandig. Wir konnten zeigen, dass sie in in der Spätphase von grossen Flares gelegentlich mit Röntgenspitzen zusammenfallen. Mittels HEDC haben wir 20 solcher Emissionen ausgewählt, die gemeinsam von RHESSI und Phoenix-2 beobachtet

wurden und nun auf Korrelationen untersucht. (A.O. Benz, H. Perret, P. Saint-Hilaire und K. Arzner (PSI), in Zusammenarbeit mit P. Zlobec, Trieste)

Flare-Elemente und Ort der Energiefreisetzung in Flares

Eine überraschendes Ergebnis hat eine Untersuchung an einem Flare mit vielen einzelnen Elementen vom 9. November 2002 gezeigt. Gemäss den RHESSI-Beobachtungen entstehen die Elemente nicht, wie schon mehrfach vermutet in der Literatur, durch eine Modulation des Rekonnervationsvorgangs. Dieser würde die Fusspunkte jedes Mal nach aussen schieben. Vielmehr verschieben sich die Fusspunkte entlang einer Arkade, dessen magnetische Bogen im TRACE-Bild leicht auszumachen sind. Die Bogen, welche die Fusspunkte verbinden liegen darunter und schief dazu. Wir erklären diese Beobachtung damit, dass der Hauptteil der Energie in der Rekonnektion von entgegengesetzt verlaufenden und aufgestauten Magnetlinien stammt und sich die Freisetzung entlang der Arkade ausbreitete. Der Ort der Energiefreisetzung verschiebt sich demnach nicht wie bisher angenommen in einer helmförmigen Struktur nach oben, sondern senkrecht zum bogenförmigen Magnetfeld (P. Grigis und A. O. Benz).

Stochastisches Wachstum der Radioemission von Elektronenstrahlen

Die Radiostrahlung von Elektronenbeams entsteht durch die "Bump-on-tail" -Instabilität. Sie regt Langmuirwellen im Plasma an, welche in der Folge an Ionenschallwellen oder anderen Plasmawellen in Radiowellen gestreut werden. Eine quantitative Theorie schlägt vor, dass der Zuwachs der Langmuirwellen durch Inhomogenitäten in der Dichte begrenzt wird. Die Wellen wachsen, bis sie in ein Gebiet mit verschiedener Plasmafrequenz kommen, wo wieder eine Welle bei einer anderen Frequenz wächst. Die maximale Amplitude, die die Wellen erreichen, ist daher stochastisch verteilt. Daraus haben Robinson, Cairns und Gurnett (1992) eine Theorie hergeleitet, welche die Intensität der Radiostrahlung quantitativ erklären kann. Sie wurde im interplanetaren Medium mit in situ Messungen nachgeprüft und bestätigt. Wir haben diese Theorie mit koronalen Radioemissionen verglichen und nach der vorhergesagten Abhängigkeit von Flussdichte und Driftrate gesucht. Der Befund ist positiv, allerdings ist die Streuung viel grösser als erwartet. Dies könnte durch eine grössere Inhomogenität in der Korona als im interplanetaren Raum erklärt werden. Das Ergebnis bedeutet, dass aus Messungen der Typ III Radiostrahlung die durchschnittliche Zahl der Elektronen in koronalen Beams berechnet werden kann (A. O. Benz, S. Hirt und O. Trachsel).

Vergleich von Theorie und Beobachtung der Elektronenbeschleunigung in Flares

Der RHESSI Satellit misst das Spektrum der Röntgenstrahlung von Flares wesentlich besser als frühere Instrumente. Dank diesen Verbesserungen konnten wir zeigen, dass der Spektralindex mit dem Fluss bis in Details antikorreliert. Die Antikorrelation scheint somit eine Charakteristik des Beschleunigers, und jede Spitze ein elementarer Flareprozess zu sein. Der Beschleunigungsmechanismus muss bei höherer Leistung Elektronen mit härterer Verteilung produzieren. In der Zeit entwickelt sie sich daher von weich, zu hart, zu weich. Dieses weich-hart-weich Verhalten konnte aus den Beobachtungen dank RHESSI quantitativ bestimmt werden. Wir haben nun den Beschleunigungsvorgang numerisch simuliert unter der Annahme, dass die Elektronen in der Korona stochastisch beschleunigt werden (Transit-Time-Damping, J. Miller et al. 1996). Das weich-hart-weich Verhalten kann mit einer Box reproduziert werden, in der Teilchen stochastisch beschleunigt werden und aus der Teilchen entweichen können. Quantitativ stimmt das Verhalten aber noch nicht mit den Beobachtungen überein. Vermutlich spielen die Teilchenbewegungen im Beschleuniger und das elektrische Feld infolge des Elektronenverlusts eine wesentliche Rolle (P. Grigis und A.O. Benz).

Der Einfluss kohärenter Strukturen auf stochastische Beschleunigung in magnetohydrodynamischer (MHD) Turbulenz

Stochastische Beschleunigung beschäftigt sich mit zufälligen Ablenkungen von Trajektorien geladener Teilchen in statistisch homogenen elektromagnetischen Feldern, wie sie in

entwickelter MHD Turbulenz auftreten. Eine gemeinhin getroffene Annahme besteht dabei darin, dass die Felder vollständig durch ihre Zweipunktfunktion charakterisiert werden können. Dies lässt einen wichtigen Aspekt entwickelter Turbulenz ausser acht: nämlich die kohärenten Strukturen (Wirbel, Filamente), welche ja bereits bei gewöhnlicher hydrodynamischer Turbulenz in einem fließenden Gewässer ins Auge fallen. Das Ziel der Simulationsstudie war es deshalb, den Einfluss kohärenter Strukturen auf die Beschleunigungseffizienz zu untersuchen, indem Testteilchen sowohl durch nichtlineare MHD-Felder als auch durch deren phasen-randomisierte Version verfolgt wurden. Dabei stellte sich heraus, dass die dynamische Ausrichtung von Magnetfeld, Geschwindigkeit, und elektrischem Strom einen substantiellen Einfluss auf die Beschleunigung hat. Obwohl diese Ausrichtung sich nicht in den Zweipunktfunktionen einzelner Felder niederschlägt, kann sie auf dem Niveau der gemischten Zweipunktfunktionen (wie $\langle \mathbf{E}(0)\mathbf{B}(\mathbf{x}) \rangle$) berücksichtigt werden, und ist damit einer klassischen Fokker-Planck Formulierung der stochastischen Beschleunigung zugänglich (K. Arzner, PSI, in Zusammenarbeit mit B. Knaepen, D. Carati, und N. Denewet, Université libre de Bruxelles (ULB) und L. Vlahos, Aristotle University Thessaloniki).

2.2 Physik der Sterne und Planeten

Sternflecken: ein Schlüssel zu stellaren Dynamos

Magnetische Aktivität vergleichbar mit derjenigen auf der Sonne wird auf verschiedenen kühlen Sternen mit externen Konvektionszonen beobachtet. Stellare Rotation zusammen mit Konvektion erzeugen starke Magnetfelder im Sterninnern und eine Vielzahl von magnetischen Phänomenen inklusive Sternflecken in der Photosphäre, chromosphärische Plage-Regionen, koronale Loops, Flares und UV-, Röntgen- und Radioemissionen. Wir haben einen Überblick erstellt über Beobachtungsmethoden von Sternflecken, über diagnostische Methoden um Sternflecken zu untersuchen und über die Eigenschaften von Flecken auf verschiedenen Typen von kühlen Sternen inklusive deren Temperatur, Grösse, Magnetfeldstärke, Lebensdauer und deren Verteilung auf aktive Längen und Breiten. Die Entwicklung der Sternflecken über unterschiedliche Zeitskalen ermöglicht es uns, stellare differentielle Rotation, Aktivitätszyklen und globale Magnetfelder zu untersuchen. Gemeinsam bilden diese Eigenschaften die Basis für unser Verständnis von stellaren und solaren Dynamos und liefern wichtige Randbedingungen für theoretische Modelle (S.V. Berdyugina).

Aktivitätszyklen von Flecken und "Flip-Flops" auf jungen sonnenähnlichen Sternen

Die beobachteten Aktivitätseigenschaften auf jungen sonnenähnlichen Sternen beinhalten zyklische Variationen der durchschnittlichen Aktivitätsstärke, differentielle Rotation, beständige, um 180° getrennte aktive Längen und Flip-Flop-Zyklen. Wir haben die Fleckenverteilung auf den jungen sonnenähnlichen Sternen LQ Hya, AB Dor und EK Dra analysiert und mit derjenigen von Sonnenflecken verglichen. Wir konnten viele Ähnlichkeiten zwischen der Sonne und jungen sonnenähnlichen Sternen aufzeigen. Unsere Resultate bestätigen das Vorhandensein von Aktivitätszyklen in sehr jungen Zwergsternen und erlauben es uns, die Entwicklung der stellaren magnetischen Aktivität während der Hauptachsenentwicklung zu studieren (S.V. Berdyugina, in Zusammenarbeit mit S.P. Järvinen).

Optische Unterstützung der Gravity Probe B Mission

"Gravity Probe B" ist eine Satellit in polarem Orbit, welcher mit bisher unerreichter Genauigkeit zwei Vorhersagen der Einsteinschen Relativitätstheorie betreffend dem Verhalten von Gyroskopen testet: den geodätischen Effekt, der durch die von der Erde verursachte Raumkrümmung entsteht, und den "Lense-Thirring" oder "Framedragging" Effekt, der durch die Erdrotation entsteht. Beide Effekte bewirken kleinste Drehungen der Rotationsachse von auf Gravity Probe B mitgeführten Gyroskopen. Diese Drehungen werden durch den Vergleich mit der Position des optischen Schwerpunktes des spektroskopischen Doppelsterns IM Peg gemessen, auf welchen der gesamte Satellit mithilfe eines Teleskops ausgerichtet ist. Beim Hauptstern von IM Peg handelt es sich um einen magnetisch aktiven Stern mit grossen dunklen Flecken, welche in sogenannten "Doppler Bildern" beobachtet werden, und

15% oder mehr der stellaren Oberfläche bedecken. Ein Doppler Bild ist ein Bild der Sternoberfläche, welches aufgrund der zeitlichen Veränderungen in den Profilen der Spektrallinien rekonstruiert werden kann. Dadurch gelingt es, die Verteilung von Merkmalen und Phänomenen wie Flecken zu sehen, obwohl der Stern eine Punktquelle darstellt und auch mit den besten Teleskopen nicht aufgelöst werden kann. Als Unterstützung der Gravity Probe B Mission haben wir eine detaillierte Studie der primären Komponente von IM Peg mithilfe von Doppler Bildern durchgeführt, um Verschiebungen des optischen Schwerpunktes aufgrund der Fleckenaktivität zu bestimmen. Diese Verschiebungen beeinflussen die Genauigkeit, mit welcher die Gravity Probe B Mission die Allgemeine Relativitätstheorie testen kann.

Besonders eindrücklich sind die gewonnenen physikalischen Erkenntnisse über IM Peg. Die erhaltene Zeitreihe mit beinahe täglichen Doppler Bildern während zweier Jahre ist einzigartig und von einer Länge und Dichte wie sie für keinen anderen Stern existiert. Mithilfe dieser Beobachtungsreihe konnten wir erstmals den Sekundärstern von IM Peg spektroskopisch entdecken und dessen Bahnparameter und wichtige stellare Eigenschaften bestimmen: Die Masse des Primärsterns beträgt $\sim 1.8 M_{\odot}$, jene des Sekundärsterns $\sim 1.0 M_{\odot}$. Ausserdem konnten wir das Verhältnis des Strahlungsflusses der beiden Komponenten ermitteln und dadurch den Radius des Sekundärsterns von $1.00 \pm 0.07 R_{\odot}$ und dessen Temperatur von 5650 ± 200 K berechnen (S.V. Berdyugina und S.C. Marsden, in Zusammenarbeit mit M.I. Ratner, J.A. Eaton und D.A. Fischer).

Doppler Bilder und differentielle Rotation von jungen sonnenähnlichen Sternen

Doppler Bilder des jungen, aktiven G-Sterns HD 307938 wurden am Anglo-Australischen Teleskop (AAT) beobachtet. Die spektralen Daten für die Doppler Bilder wurden erstmals durch simultane photometrische Messungen im V und R Band ergänzt. Die Doppler Bilder zeigten einen grossen polaren Fleck und weitere Merkmale bei kleineren Breiten bis hin zum Äquator. Aufgrund der zeitlichen Entwicklung während der Rotation des Sterns, konnten wir die differentielle Rotation der Oberfläche bestimmen. Diese äussert sich in einer schnelleren Rotation des Äquators und abnehmender Rotationsgeschwindigkeit Richtung Pole. Überraschenderweise stellte sich heraus, dass die differentielle Rotation auf HD 307938 nur etwa halb so stark ausgeprägt ist als auf der Sonne.

Zudem haben wir mithilfe von Doppler Bildern die Abhängigkeit der differentiellen Rotation auf der Oberfläche vieler Sterne von der stellaren Temperatur und der Rotationsgeschwindigkeit untersucht. Wir haben gezeigt, dass frühe M-Sterne praktisch keine differentielle Rotation aufweisen, diese jedoch bei frühen G-Sternen durchschnittlich auf den etwa zweifachen solaren Wert zunimmt (im Gegensatz zu den Resultaten von HD 307938). Die Abhängigkeit der differentiellen Rotation von der Rotationsperiode ist offenbar viel schwächer und kaum vorhanden. Die differentielle Rotation nimmt tendenziell leicht ab mit zunehmender Rotationsperiode (S.C. Marsden, in Zusammenarbeit mit J.-F. Donati, P. Petit, B.D. Carter, A. Collier Cameron und I.A. Waite).

Zeeman Doppler Bilder und Magnetfeldverteilung

Zeeman Doppler Bilder stellen eine Erweiterung üblicher Doppler Bilder dar. Sie ergeben sich, wenn zusätzlich zur Intensität auch die zeitliche Entwicklung der Polarisationspektren gemessen wird. Das Strahlungsfeld wird hauptsächlich aufgrund des Zeeman Effekts polarisiert, sofern auf der Sternoberfläche Magnetfelder vorhanden sind. Deshalb stellen Zeeman Doppler Bilder nicht nur die Oberflächenverteilung der Temperatur und Flecken dar, sondern auch jene der Magnetfelder.

Wir haben am Anglo-Australischen Teleskop (AAT) nach idealen Sternen gesucht, welche hell genug sind und genügend rasch rotieren, um sich für Zeeman Doppler Bilder zu eignen. Durch diese Kampagne konnten eine Reihe von aktiven, sonnenähnlichen Sternen in der Sonnenumgebung erstmals mit hochaufgelösten Spektren beobachtet werden. Als vielversprechenden Stern hat sich HD 106506 herausgestellt, ein heller, früher G-Stern der Vorhauptreihe mit rascher Rotation. Diesen Stern werden wir in zukünftigen Kampagnen

erneut beobachten, was neue Einblicke in die Entwicklung und Topologie von Magnetfeldern während der Vorhauptreihenphase ermöglichen wird.

Auch am Bernard Lyot Teleskop (TBL) haben wir spektropolarimetrische Daten in zirkularer Polarisation gemessen, welche für Zeeman Doppler Bilder verwendet wurden. Ziel war der aktive G-Stern ξ Bootis A. Unsere Auswertungen haben ergeben, dass sich das globale Magnetfeld dieses Sterns aus zwei Komponenten zusammensetzt, einem um 55° relativ zur Rotationsachse geneigten Dipol und einem toroidalen Feld. Die Feldstärke des Dipols beträgt ~ 40 G, jene des toroidalen Feldes ~ 120 G. Interessanterweise hat sich die Geometrie des Magnetfeldes während des Beobachtungsfensters von 40 Tagen etwas verändert (S.C. Marsden, in Zusammenarbeit mit J.-F. Donati, P. Petit, I.A. Waite und B.D. Carter).

Magnetfelder und Rotationsperioden von roAp Sternen

Mithilfe des Bernard Lyot Teleskops (TBL) haben wir neue Messungen des durchschnittlichen longitudinalen Magnetfeldes auf vier roAp Sternen erhalten. Kombiniert mit früheren Messungen konnten die Rotationsperioden von HD 12098, HD 24712 und HD 122970 besser bestimmt werden. Diese drei Sterne besitzen Rotationsperioden in der Grössenordnung von ein paar Tagen. Der vierte Stern, HD 176232, rotiert viel langsamer mit einer Periode von wahrscheinlich mehreren hundert Jahren (S.C. Marsden, in Zusammenarbeit mit T. Ryabchikova, G.A. Wade, J.-F. Donati, M. Aurière, J.D. Landstreet und F. Lignières).

Polarimetrie von Planeten

H.M. Schmid und F. Joos haben polarimetrische und spektropolarimetrische Beobachtungen von Uranus und Neptun ausgewertet. Die Daten wurden mit dem ESO 3.6m Teleskop aufgenommen, und es war dank der modernen Instrumentierung und dem guten Seeing zum ersten Mal möglich die Planetenscheiben mit Polarimetrie räumlich aufzulösen. Die Beobachtungen zeigen für beide Planeten entlang des Randes eine starke Polarisation senkrecht zum Rand. Dieser Effekt wird für kleine Phasenwinkel erwartet, falls Rayleigh-Streuung in der Planetenatmosphäre oberhalb der Wolkendecke wichtig ist. Mit einem Vergleich mit Modellrechnungen konnte die Dicke der Rayleigh-Streuschicht abgeschätzt werden, und es folgt, dass Uranus und Neptun für grosse Phasenwinkel eine hohe Polarisation haben müssen. Dieses Resultat ist wichtig für die zukünftige polarimetrische Suche von extra-solaren Planeten mit Uranus- oder Neptun-ähnlichen Atmosphären.

Die Spektropolarimetrie des Randes von Uranus und Neptun zeigt weiter, dass die Polarisation in den Methan-Bändern erhöht ist. Ähnliche Daten von den hochpolarisierten Polen von Jupiter zeigen denselben Effekt. Die erhöhte Polarisation in Absorptionen bei Planetenatmosphären wurde im Prinzip durch Modellrechnungen vorausgesagt aber erst jetzt durch unsere Beobachtungen nachgewiesen (H.M. Schmid und F. Joos).

Bin-freie Zählstatistik für Röntgenbeobachtungen

Hier geht es um die Beobachtung, dass das Zusammenfassen von Zählereignissen in Histogrammen zu einem ersten Informationsverlust führt, wenn sich die wahre Zählrate über die Histogramm-Klassen merklich ändert. Dies tritt u.a. in XMM-Newton-Beobachtungen von Spektren schwacher Quellen auf, falls jede Histogramm-Klasse genügend Photonen enthalten soll, um eine traditionelle χ^2 -Statistik anzuwenden. Wir haben deshalb alternative bin-freie Statistiken im Hinblick auf ihr Verhalten in Modellklassifikations- und Punktschätzproblemen hin untersucht, und mittels Monte-Carlo-Simulationen die optimale Leistung der kontinuierlichen Poisson-Likelihood bestätigt. Diese wurde dann auf Messdaten von Sternen der Taurus-Molekülwolke (TMC) angewandt. Eine weiterführende Untersuchung hat sich ausserdem mit einem Paradox klassischer (Neyman'scher) Konfidenzintervalle für Poisson-Prozesse beschäftigt. Das Paradox besteht darin, dass sich das klassische Konfidenzintervall für die gesamte Zählrate ändert, wenn der Ereignisraum in disjunkte Gebiete aufgeteilt wird, obwohl die individuellen Zählraten eine hinreichende Statistik für die gesamte Zählrate darstellen (K. Arzner, M. Güdel, K. Briggs, A. Telleschi, PSI, in Zusammenarbeit mit M. Audard, Columbia University, L. Scelsi und E. Franciosini, Università Palermo, und weiteren Mitgliedern des XMM-Taurus-Teams).

2.3 Entstehung von Sternen und Planeten

Einfluss der Röntgenstrahlung von Protosternen auf ihre Umgebung

Protosterne können mit ihren Röntgenstrahlen die molekulare Umgebung (Akkretionsscheibe, kollabierende Hülle und Ausflussregionen) wesentlich beeinflussen. Um die Häufigkeiten von Molekülen unter dem Einfluss von Röntgenstrahlen zu bestimmen, wurde ein Computer-Modell entwickelt, das die Häufigkeiten von über 400 verschiedenen Molekülen in einer gewissen Distanz zur Röntgenquelle berechnet. Die Simulation geht in Zeitschritten bis 10^6 Jahre, ausgehend von einer gegebenen Anfangshäufigkeit. Die Berechnungen erlauben es, Beobachtungen zu interpretieren und den Röntgenfluss von jungen Objekten abzuschätzen, bei denen direkte Röntgenmessungen aufgrund der hohen Absorption nicht möglich sind.

Die chemischen Modelle sagen voraus, dass Wasser in der Umgebung von jungen Sternen durch Röntgenstrahlen zerstört wird. Die Produktion anderer Moleküle, wie z.B. einfache Hydride, wird jedoch durch die Röntgenstrahlung z.T. stark begünstigt. Die Modelle dienen auch als Vorbereitung für zukünftige Beobachtungen (JCMT, SMA, Nanten2 und vor allem mit dem Herschel-Satellit der ESA) (P. Stäuber und A.O. Benz, in Zusammenarbeit mit E. van Dishoeck, Leiden, S. Doty, Denison Univ., und J. Jorgensen, CfA, Cambridge).

UV- und Röntgenstrahlung sensitive Moleküle

Moleküle, die gemäss unseren Modellrechnungen in protostellaren Objekten durch hochenergetische Strahlung stark vermehrt werden, wurden erstmals mit dem Submillimeter Array SMA auf Hawaii beobachtet. Erstmals konnten wir die räumliche Ausdehnung der Quellen mit den Modellen überprüfen. Die Messungen bestätigen im Wesentlichen die Modelle. Abweichungen kommen vor allem durch unsere vereinfachte Geometrie ohne Akkretionsscheibe und Ausflüsse zustande. Weitere Auswertungen und Modellierungen sind in Gange in Zusammenarbeit mit Kollegen in Harvard und Bonn.

Die systematische Beobachtungen mit dem Submillimeter-Teleskop JCMT (ebenfalls auf Mauna Kea in Hawaii) von protostellaren Objekten mit grossen und kleinen Massen wurden weitergeführt. Wir konnten die Liste der Beobachtungen von CO^+ , SO^+ , CN und NO in 5 Objekten ergänzen und haben neu eine Beobachtung von SH^+ versucht. Sie fiel wie erwartet auf eine starke SO-Linie, was eine eindeutige Identifikation schwierig machen wird. Bei einem der massereichen Objekte (AFGL 2591), das tief eingebettet ist und von dem keine Röntgenemission bekannt ist, sagen wir eine Röntgenleuchtkraft von $> 10^{31}$ erg/s voraus.

Der Bereich der Millimeter- und Submillimeter-Wellen wird in naher Zukunft besonders interessant für uns, da auch das neue ARGOS Spektrometer dafür sehr geeignet ist. Im Nachfolgeprojekt soll ARGOS an den Millimeterteleskopen auf dem Gornergrat und in Chile (Nanten2) zum Einsatz kommen. Ferner sind wir an einem Projekt mit dem Herschel Satellit der ESA beteiligt, der 2008 gestartet, der im Submillimeterbereich beobachten wird. Ein grosser Teil unserer Beobachtungen wird dem Wasser und den Hydriden gewidmet sein. Etwa um die gleiche Zeit wird auch ein neues Grossteleskop in diesem Bereich, ALMA, mit ESO Unterstützung fertig werden (P. Stäuber und A.O. Benz, in Zusammenarbeit mit T. Bourke, Harvard-Smithsonian).

Hydride in Gebieten von Stern- und Planetenentstehung

Diatomische Hydride sind eine Klasse von interstellaren Molekülen, die typisch sind für die Submillimeter- und Terahertz-Region des Spektrums. Die meisten der tiefsten und stärksten Rotationslinien können nicht vom Boden aus beobachtet werden. Hydride und ihre ionisierten Varianten sind daher noch wenig erforscht und viele noch nie beobachtet worden. Sie spielen wichtige Rollen in den chemischen Netzwerken von H_2O , CO und SO. Wenn ein Gas durch ein zentrales Objekt von hochenergetischen Photonen bestrahlt wird, wird die Häufigkeit von Hydriden um Zehnerpotenzen vermehrt. Wir sammeln und berechnen die Frequenzen von Rotationslinien aller wichtigen Hydride und ihrer Ionen. Aus

den Molekülparametern modellieren wir die Linienstärke, so dass eine Auswahl für spätere Beobachtungen möglich wird. Viele der Linien werden erst durch den Herschel-Satelliten beobachtbar werden (S. Bruderer, A. O. Benz und P. Stäuber, in Zusammenarbeit mit A. Merkt, Phys. Chemie ETHZ).

XMM-Newton-Beobachtungen des Chamaeleon I-Sternentstehungsgebietes

Wir haben fünf XMM-Newton-Aufnahmen des Chamaeleon I-Sternentstehungsgebietes analysiert. Insgesamt haben wir 449 Röntgenquellen detektiert. Darunter sind 96 spektroskopisch bestätigte Mitglieder der Chamaeleon I-Dunkelwolke. Wir haben 6 Cha I-Sterne mit Spektraltyp später als M6.5 detektiert, die deswegen als Braune Zwerge klassifiziert werden. Die Spektren der helleren Quellen wurden mit einem Modell für eine kontinuierliche Emissionsmassverteilung analysiert. Dieses Modell besteht aus zwei Potenzgesetzen in Temperatur, ähnlich wie die Emissionsmassverteilungen von sonnenähnlichen Hauptreihensternen, die wir in unserer früheren Arbeit gefunden haben (Telleschi et al. 2005). Wir haben Korrelationen zwischen der Röntgenleuchtkraft und verschiedenen Sternparametern wie Rotationsperiode, Masse und bolometrische Leuchtkraft studiert. Zusätzlich haben wir in Cha I eine Abweichung vom galaktischen N_H/A_J -Verhältnis gefunden, welche mit einer grösseren charakteristischen Staubgrösse erklärt werden kann. (A. Telleschi, M. Güdel, K. Briggs, PSI, in Zusammenarbeit mit M. Audard, Columbia University).

Sternentstehung in der Taurus-Molekülwolke: Survey mit XMM-Newton und dem Spitzer Space Telescope

Eine Grossuntersuchung des nächsten Sternentstehungsgebietes in den Taurus-Molekülwolken (TMC) wurde begonnen. TMC produziert ausschliesslich Sterne von kleiner Masse, welche relativ isoliert entstehen. Der XMM-Newton-Survey ist komplett und umfasst 27 Felder mit einem Durchmesser von je einem halben Grad. Die ausgezeichnete Empfindlichkeit des Surveys erlaubt uns zum ersten Mal, praktisch alle beobachteten T Tauri-Sterne zu detektieren. Wir finden signifikante Unterschiede zwischen der Röntgenproduktion der klassischen und der weak-lined T Tau-Sterne. Ebenso zeigt sich eine deutliche Abhängigkeit zwischen Röntgenaktivität und Rotationsperiode. Eine solche Beziehung wird zwar bei Hauptreihensternen, aber nicht bei anderen T Tauri-Sternen gefunden, was möglicherweise auf ein etwas höheres Alter der Taurus-Wolke verglichen mit z.B. den Orion-Molekülwolken hindeutet. Wir haben auch einen unerwartet grossen Anteil der Braunen Zwerge detektiert (10/19). Weitere Auswertungen ergaben starke Emission von einigen tief eingebetteten Protosternen; einige davon wurden ausschliesslich während sehr starker Röntgenausbrüche detektiert. In Fall eines der beobachteten Protosterne gab ein ausgezeichnetes Spektrum Aufschluss über die charakteristische Elektronentemperatur im Plasma (ca 50–60 MK) und die Wasserstoff-Kolonnendichte (ca. 10^{23} cm^{-2}). Letztere absorbiert das Spektrum unterhalb von 2 keV fast vollständig. Parallel wird mit dem Canada French Hawaii-Teleskop ein sehr tiefer optischer und Nahinfrarot-Survey durchgeführt, der für die Quellenidentifikation und Charakterisierung wichtig ist. Ein weiteres Grossprojekt hat das ganze Gebiet mit dem Spitzer Space Telescope in allen Bändern des mittleren Infrarot aufgenommen. Das Projekt wird völlig neue Zugänge zu Problemen der Evolution von Protosternen und braunen Zwergen, der Rolle der Akkretionsscheiben, der Chemie in Akkretionsscheiben und Hüllen und der Struktur der jungen Molekülwolken geben. Das Taurus-Projekt wird in einem internationalen Team durchgeführt, das finanziell und logistisch durch das International Space Science Institute in Bern unterstützt wird (M. Güdel, K. Briggs, A. Telleschi, K. Arzner, A. Glauser, PSI, in Zusammenarbeit mit mehreren externen Instituten).

Röntgenemission von protostellaren Jet- und Ausfluss-Quellen

Der Ursprung von Röntgenemission in Protosternen ist nach wie vor unklar. Eine Möglichkeit sind Schocks in den oft beobachteten Jets. Wir haben mehrere Objekte im Taurus-Sternentstehungsgebiet identifiziert, die ein ungewöhnliches Röntgenspektrum aufweisen. In allen Fällen zeigt sich ein weiches, sehr schwach absorbiertes Röntgenspektrum zusammen mit einem harten, sehr stark absorbierten Spektrum. Ersteres ist einem Plasma von

einigen Millionen K zuzuschreiben, letzteres jedoch einem Plasma von 50–100 MK. Wir fanden, dass die harte, heisse Komponente Flares erzeugt, was für die kühle Komponente nicht der Fall ist. Alle Objekte akkretieren sehr stark und treiben polare Jets an. Wir spekulieren, dass die heisse Komponente koronalen Ursprungs ist (magnetisch eingeschlossenes Plasma), und dass die starke Absorption vom einfallenden Gas stammt. Da die kühle Komponente nur schwach absorbiert ist, entsteht sie wahrscheinlich in grösserer Distanz vom Stern. Schocks in der Beschleunigungsregion der Jets sind eine Möglichkeit (M. Güdel, K. Arzner, K. Briggs, A. Telleschi, PSI, in Zusammenarbeit mit M. Audard, Columbia University, S. Skinner, University of Colorado, und dem XMM-Taurus Team).

Das T Tauri-Protostern-Dreifachsystem T Tauri N+S

Wir haben das T Tauri-Dreifachsystem im Röntgengebiet zum einen räumlich aufgelöst beobachtet, und zum anderen das erste sehr detaillierte Röntgenspektrum erhalten. Eine Chandra-Beobachtung mit einer Auflösung von 0.4 Bogensekunden ergab, dass die relativ starke Röntgenemission im Unterschied zur Radioemission von der Nordkomponente T Tau N stammt. Dies hängt mit den günstigen Sichtbedingungen zusammen: Die kleine Achsenneigung von T Tau N führt zu geringer Röntgenabsorption in den polaren Ausflussgebieten. In anderer Hinsicht gleicht T Tau N jedoch einem Protostern. Das von XMM-Newton aufgenommene Röntgenspektrum der Quelle zeigt Temperaturen bis zu ca. 30 MK und eine Wasserstoff-Kolonnendichte, die in ausgezeichneter Übereinstimmung mit dem von der optischen Extinktion durch Staub erwarteten Wert ist. Interessanterweise sind starke Spektrallinien von Neon nachzuweisen. Es wurde kürzlich spekuliert, dass die Neon-Anreicherung (gegenüber Eisen oder Sauerstoff) mit der Akkretion von Masse von der Scheibe auf den Stern zusammenhängt, und dass hohe Dichten (10^{13} cm^{-3}) ebenfalls eine natürliche Folge der Akkretionsströme auf den Stern sind. Allerdings finden wir keine erhöhten Dichten, sondern sehen eine Phänomenologie, die analog zu anderen T Tau-Sternen ist (M. Güdel, K. Briggs, A. Telleschi, PSI, in Zusammenarbeit mit M. Audard, Columbia University, und S. Skinner, University of Colorado).

Akkretionsscheiben um junge Sterne

Akkretionsscheiben um junge Sterne sind die Entstehungsorte von Planeten. Vor allem aus diesem Grund gehören sie zu den bestuntersuchten Scheiben in der Astrophysik. Allerdings zeigt sich ähnliches Verhalten auch in Scheiben von kataklysmischen Variablen und von aktiven galaktischen Kernen. In diesen Umgebungen ist Viskosität, also der Parameter, welcher Drehimpuls in der Scheibe nach aussen abführt, einer der wichtigsten, aber wohl der am schlechtesten verstandene Parameter der Akkretionstheorie. Wir untersuchen den bestakzeptierten Viskositätsmechanismus, nämlich die Magnetorotations-Instabilität. Dazu verwenden wir eine Reihe von verschiedenen Simulationstechniken wie Lagrange- und Euler-Codes; wir benutzen "Large Eddy Viscosity", um Turbulenz auf nicht-aufgelösten räumlichen Skalen zu simulieren. Wir haben ebenfalls Simulationen mit stellaren Magnetfeldern ausgeführt, und andere mit Staub in den Scheiben. Wir erwarten, dass diese Arbeiten zu einem besseren Verständnis der Planetenentstehung führen werden (O. Matthews, K. Arzner, PSI, in Zusammenarbeit mit L. Fouchet, ETH Zürich; D. Price, University of Exeter, UK; M. Verma, Indian Institute of Technology, Kanpur, India; M. Truss, University of Durham, UK; G. Wynn, University of Leicester, UK und R. Speith, Universität Tübingen, Germany).

Beobachtungen und Modelle der Staubscheibe eines jungen Sterns

Für das Verständnis von Stern- und Planetenentstehung ist die Untersuchung von Staubscheiben junger Sterne von grosser Relevanz, da diese einerseits das Material für erdähnliche Planeten liefern und andererseits deren Struktur und Zusammensetzung stark mit den physikalischen Prozessen der Sternentstehung verbunden sind.

Wir untersuchten in einer Fallstudie die zirkumstellare Staubscheibe des T Tauri-Objekts IRAS 04158+2805. Dazu benutzten wir räumlich aufgelöste Bilder des in der Staubscheibe gestreuten Sternlichtes im I-, H- und K-Band, eine Polarisationskarte im I-Band, sowie

ein Spitzer-IRS-Spektrum (SL,LL) und photometrische Daten aus der Literatur, um das SED zu bilden. Wir modellierten dieses Objekt, indem wir eine 3D Monte-Carlo-basierte Strahlungstransportsimulation benutzten, um mit den Beobachtungen vergleichbare Bilder, Spektren und Polarisationskarten zu produzieren. Durch Anpassen der Modellparameter wurde so dasjenige Modell mit der besten Übereinstimmung in sämtlichen Beobachtungen gefunden. Für die Masse der Staubscheibe fanden wir $1.5 - 2.5 \cdot 10^{-4} M_{\odot}$, eine maximale Staubkorngrösse von $1-3 \mu\text{m}$ und eine Inklination der Scheibe von $63-64 \text{ deg}$.

Da wir aus dem gefundenen Modell eine Kolonnendichte des Staubs bestimmen können, benutzten wir eine Chandra-Röntgenbeobachtung, um die Kolonnendichte von Wasserstoff N_H zu bestimmen. Wir konnten so das Gas-zu-Staub-Massenverhältnis entlang der Sichtlinie dieser zirkumstellaren Scheibe mit 180 grob abschätzen (A. Glauser, M. Güdel, PSI, in Zusammenarbeit mit F. Ménard, C. Pinte, G. Duchêne und J.-L. Monin, Laboratoire d'Astrophysique de Grenoble).

Planetenentstehung

PlanetZ wurde erfolgreich gestartet (PIs: Lilly und Giardino, ETH-ERDW). PlanetZ ist ein multidisziplinäres Forschungsprojekt in der Wissenschaft der Planeten, welche Forschungsgruppen an der ETH Zürich, der Universität Zürich und der Universität Bern vereinigt. Der anfängliche Schwerpunkt ist die Planetenentstehung in zirkumstellaren Scheiben, durch numerische dynamische Simulationen von Scheiben bis zu Stössen zwischen grossen Planetesimalen und der Entstehung von Planetenkernen. PlanetZ organisiert regelmässige Treffen, in welchen die beteiligten Institute ihre neusten Resultate über Planetenentstehung präsentieren und Ideen für zukünftige Projekte austauschen.

In Zusammenarbeit mit Gonzalez (Lyon, Frankreich), Murray (Melbourne, Australien), und Maddiso (Melbourne, Australien) hat Fouchet die Auswirkungen studiert, welche ein Planet in einer Scheibe bewirkt, die Gas und 1% Staub enthält. Sie führte dazu numerische Simulationen durch mit einem SPH two-fluid Code. Diese Arbeit zeigte, dass ein Planet mit gegebener Masse eine Lücke bildet, welche im Staub schneller wächst als im Gas. Ein Planet, der nicht schwer genug ist, eine Lücke im Gas zu bilden, kann eine Lücke im Staub produzieren. Der Grund ist die Skalenhöhe des Staubs, welche viel kleiner ist als jener des Gases infolge der Staubkonzentration in der Mittelebene. Der Einschluss eines magnetischen Feldes (mit Matthews, PSI) produzierte ein Loch im Zentrum der Gasscheibe durch erhöhte Akkretion oder den Propeller-Mechanismus. Staub, der nur schwach ionisiert ist, reagierte nicht auf dieses Feld und akkumuliert an den Rändern der Gaslücke.

Fouchet und Mayer, in Zusammenarbeit mit Pinte (Grenoble, Frankreich), arbeiteten an synthetischen Bildern von geschichteten Scheiben. Sie begannen mit hydrodynamischen Simulationen und ergänzten sie mit Monte Carlo Rechnungen (MCFOST) für den Strahlungstransport. Diese Erweiterung ist wichtig, um die Simulationen mit existierenden Beobachtungen zu vergleichen.

Eine numerische Untersuchung der potenziellen Destabilisierung der Staubscheibe durch die Kelvin-Helmholtz Instabilität wurde von Fouchet angefangen, um die Einschränkungen von früheren analytischen Arbeiten zu verringern, welche zum Beispiel eine konstante Dichte annehmen. Fouchet hat auch ein Projekt angefangen mit Stäuber und Benz, das die chemischen Reaktionen verfolgen will, die in der Gasphase der Scheibe stattfinden. Diese Reaktionen bestimmen den Ionisationsanteil der zirkumstellaren Materie, welcher über die Möglichkeit der magnetorotationellen Instabilität in der Scheibe entscheidet.

Mayer fuhr weiter, die gravitationelle Instabilität von gasförmigen protoplanetarischen Scheiben zu untersuchen, um einen Mechanismus zur Entstehung von grossen Planeten zu finden. Marksteine auf diesem Weg sind eine neue Simulation, in der 3D Strahlungstransport eingeschlossen ist mittels einer Diffusionsapproximation, das Resultat von Instabilitäten in Binärsystemen und langzeitliche Integrationen von Scheiben, welche durch Protoplaneten fragmentiert wurden. Diese Simulationen (bis zu 10 000 Jahren der Evolution) zeigen eine schnelle Bahnmigration nach innen. Sie ist ein Hauptproblem für die

konventionelle Kernakkreationsmodelle der Entstehung von Grossplaneten. Es kann mit diesem Scheibeninstabilitätsmodell umgangen werden.

Mayer hat neue SHP Simulationen mit Multimassentechnik verwendet, um die Entstehung von protoplanetaren Scheiben, welche beim Kollaps einer rotierenden Molekülwolke entstehen, mit Auflösungen besser als einer astronomischen Einheit zu untersuchen. Vorläufige Resultate zeigen, dass Scheiben bereits gravitationell instabil werden, wenn sie immer noch in der protostellaren Phase sind. Die Instabilität liefert einen Akkretionsmechanismus, der einen grossen Teil der Scheibenmasse in den Stern hinein treibt.

2.4 Extragalaktische Astronomie

Beobachtungen in Kosmologie und Galaxienentwicklung bei grosser Rotverschiebung

Die spektroskopischen Nachfolgearbeiten von COSMOS, zCOSMOS, wurden als Large Program begonnen mit 600 Stunden Beobachtungszeit auf dem European Southern Observatory (ESO) Very Large Telescope (VLT). Das Ziel war Spektren und Rotverschiebungen von ungefähr 40'000 COSMOS-Galaxien mit $0 < z < 3$ (PI: Lilly) zu erhalten. zCOSMOS ist eine weltumspannende Zusammenarbeit, welche sich im Zusammenhang mit dem Hubble Space Telescope (HST) Treasury Programm der Advance Cameras for Survey (ACS) gebildet hat und nun Nachfolgebeobachtungen produziert, welche ein 2 Quadratgrad grosses Gebiet betreffen. Die Bilder werden über ein breites Wellenlängenband von Röntgen- bis Radiostrahlungen beobachtet. Das Hauptziel des Kosmosprogramms ist es, eine Verbindung zu suchen zwischen der Entwicklung von Galaxien und ihrem zentralen schwarzen Loch, ihrer Umgebung und den grossskaligen Strukturen, in welche sie eingebettet sind. Die Erhältlichkeit von hochqualitativen HST+ACS Bildern für das ganze Gebiet, zusammen mit photometrischen Rotverschiebungen, welche von Zusatzdaten hergeleitet wurden, erlauben es, eine Morphologiestudie in Abhängigkeit von Zeit und kosmischer Umwelt durchzuführen. Ein erstes Ziel von zCosmos ist, die Umgebung der Galaxien und der unmittelbaren Umgebung der Gruppe bis zum 100 Mpc Massstab des kosmischen Netzes zu charakterisieren. Auf diese Weise soll der Zusammenhang zwischen der Entwicklung von Galaxien und AGNs sowie ihrer kosmischen Umgebung verstanden werden. Die ersten 2000 zCOSMOS-Galaxien wurden beobachtet und analysiert. Ein erstes „zCosmos redshift reconciliation meeting“ wurde im September 2005 in Zürich durchgeführt. Die anfängliche Auswahl der zCOSMOS Rotverschiebungen wird von der ganzen Kosmos Zusammenarbeitsgruppe vielfach benutzt, um photometrische Rotverschiebungsschätzungen zu prüfen. (für eine Liste der zCOSMOS Zusammenarbeit siehe <http://www.exp-astro.phys.ethz.ch/zCOSMOS/zCOSMOS%20Core%20Team.htm>)

Um die Informationen über die grosse Zahl der Galaxien in Kosmosbildern auszunützen, die noch keine spektroskopische Rotverschiebungsmessungen haben, entwickelten Feldmann, Carollo, Lilly und Porciani ein photometrisches Rotverschiebungsprogramm, welches Bayessche Statistik braucht in einem 2 dimensional Parameterraum von Rotverschiebung und Galaxientyp. Scarlata, Carollo und Lilly haben zudem die Morphologie von schwachen Galaxien auf eine vollständig automatische Art klassifiziert, indem sie eine Hauptkomponente-Analyse der Messungen von Lichtmomenten (M20), Asymmetrie (A), Konzentration (C), und Gini-Koeffizient (G) der Galaxie durchführten. Sargent, Carollo and Lilly haben die Skalenlänge von Galaxien bis zu einer Rotverschiebung von $z=1$ gemessen und herausgefunden, dass die Leuchtkraft-Grössenfunktion der Scheibengalaxien in der zweiten Hälfte des Weltalters konstant blieb. In Zusammenarbeit mit Lilly und Carollo hat Porciani damit angefangen die Klustereigenschaften und Häufigkeiten von Galaxien (die mittlere Zahl der Objekte innerhalb eines Halo von gegebener Masse) im Cosmos-Katalog zu messen. Diese Arbeit führt seine frühere Studie über Halo-Besetzungszahl weiter als Funktion des Galaxienspektraltyps und Quasarleuchtkraft der 2QZ Quasare (mit Norberg, Edinburgh). In der Folge wurden die Klustereigenschaften von Galaxien bei grosser Rotverschiebung untersucht als Funktion der Galaxieneigenschaften (z.B. Morphologie, Sternmasse, Farbe, usw.) in Zusammenhang mit dem Halo-Modell. Ziel ist, den Zusammenhang von Galaxien und ihrer Umwelt zu verstehen.

Die Voraussagen der hochaufgelösten hydrodynamischen Simulation der Lambda-CDM Kosmologie verbunden mit einem Strahlungstransportprogramm wurden von Cantalupo, Lilly und Porciani verwendet, um die Eigenschaften, Spektren und räumlichen Verteilungen der fluoreszenten Ly α Emission bei einer Rotverschiebung von ~ 3 vorauszusagen. Diese Strahlung entsteht wenn das intergalaktische Mediums durch einen Quasar bestrahlt wird. Die Voraussagen wurden dann verwendet, um eine optimale Beobachtungsstrategie für die fluoreszente Ly α Strahlung zu entwickeln. Vier Nächte von VLT Zeit anfangs Dezember 2005 wurden dem Projekt zugesprochen und die Daten werden im Moment analysiert. Eine vorläufige Auswertung der Beobachtungen zeigt, dass die Voraussagen bestätigt werden.

Lilly, Miniati und Bernet haben in VLT Beobachtungen die Statistik der Faraday-Rotation untersucht und das Rotationsmass als Funktion der Rotverschiebung von Quasaren bestimmt. Die mögliche Beziehung zwischen kosmischer Absorption und dem Rotationsmass wird gegenwärtig untersucht.

Maier, Lilly und Carollo brauchten spektroskopische Beobachtungen im nahen Infrarot mit dem ISAAC Spektrometer am VLT und NIRSPEC am Keck, um die H α und [NII] Linien in Galaxien bis zu einer Rotverschiebung von $z=1.4$ zu messen. Die Untersuchung unterstützt das Szenario der Galaxienentstehung durch Downsizing.

Scarlata nahm zusammen mit Stiavelli (STScI, Baltimore) teil an der HST+ACS Durchmusterung in der Nähe von SDSS QSOs mit $z > 6$. Das Ziel ist, Galaxien bei ähnlichen Rotverschiebungen wie die QSOs zu finden. Diese sind vermutlich von Objekten umgeben, da sie vermutlich in Regionen von erhöhter Dichtmassenverteilung liegen. Ein Überschuss an Objekten mit $(I - z) > 1.5$ in den QSO Gebieten wurde mit grosser statistischer Zuverlässigkeit gefunden. Die Resultate liefern Beispiele von Galaxienhaufen bei höchster Rotverschiebung.

Lilly und Tran haben ihre Suche nach Galaxien mit schwacher Ly α Emission bei $z \sim 6.5$ fortgesetzt. Die Analyse früherer Beobachtungen, wo keine solche Galaxien gefunden wurden, haben ihnen erlaubt zu zeigen, dass die Dichte der LAEs bei $z \sim 6.5$ kleiner ist als bei $z \sim 3$. Neue Beobachtungen haben ungefähr den Umfang der Durchmusterung verdoppelt. Sie wurden analysiert und die Resultate werden bald publiziert.

Mit Daten des 2dF Quasar Survey (2QZ), haben Porciani und Norberg die Auto- und Kreuzkorrelation von Quasaren als Funktion der Rotverschiebung und Leuchtkraft gemessen. Damit kann eingegrenzt werden, wie Galaxien mit ihrem virialisierten Dunkelmaterie-Halo als Folge des Entstehungsprozesses der Galaxie assoziiert sind.

Beobachtungen der Galaxieentwicklung bei kleiner Rotverschiebung

Der ZENs (Zurich Environmental survey) wurde begonnen, um als ESO Large Program 185 Galaxiengruppen in 2 optischen Bänder zu beobachten. Die Galaxien stammen aus dem 2dFGRS Katalog (PI: Carollo). Dieses Programm wird untersuchen, wie Galaxieigenschaften von lokalen Gruppen beeinflusst werden und daher die spektroskopische Durchmusterung von zCOSMOS bei hoher Rotverschiebung ergänzen. Sie wird eine ähnliche Zahl von Gruppen mit ähnlichen Massenskalen liefern zu einer Zeit, die etwa der Hälfte des Weltalters entspricht. Diese lokale Durchmusterung von Galaxien Gruppen wird als lokale Vergleichsmarke benutzt, um die Rolle der mittleren Dichteumgebung im Laufe der kosmischen Zeit zu untersuchen.

Carollo und Scarlata haben die Untersuchung einer Population von späten Scheibengalaxien abgeschlossen, die mit dem ACS beobachtet wurden. Sie fanden, dass entgegen der allgemeinen Annahme mehr als die Hälfte der späten Kernpopulation älter ist als der Kern der Milchstrasse.

Theoretische Arbeiten in Kosmologie und Galaxienentwicklung

Miniati fuhr weiter an der Entwicklung eines neuen multiphysikalischen AMR Codes für kosmologische Simulation in Zusammenarbeit mit P. Colella am LBL, Berkeley USA. Das neue Programm erlaubt es, die Entwicklung der stossfreien und stossdominierten Materie

zu verfolgen, sowie Strahlungskühlung, die Konversion von kaltem Gas in Sterne, Beschleunigung und Ausbreitung der Teilchen der kosmischen Strahlung. Miniati entwickelte auch seine neuen hochauflösenden numerischen Programme weiter, welche auf Godunovs Methode für Hydrodynamik mit steifen Quellentermen basieren. Das neue Konzept erwies sich als sehr effizient, stabil und äusserst genau.

Unter Verwendung von Miniatis Code, welcher einer hohen Auflösung von hydrodynamischen Simulationen der Lambda CDM Kosmologie erlaubt, modellierten Cantalupo, Lilly und Porciani die Eigenschaften, Spektren und die räumliche Ausdehnung von fluoreszenten Ly α Emissionen bei Rotverschiebungen ~ 3 . Sie brachten die Resultate, um eine optimale Beobachtungsstrategie von fluoreszenten Ly α Emission des intergalaktischen Mediums zu detektieren, das von einem Quasar beleuchtet wird. Anwendungen der Modellen bei höheren Rotverschiebungen sind im Gang, mit dem Ziel, die Möglichkeiten zu erforschen, ob die Reionisationsepoche durch fluoreszierende Ly α Emissionen gefunden werden kann.

Miniati untersuchte die Eigenschaft des magnetischen Feldes im Galaxienhaufen mittels des Faraday Rotationsmasses, welches die Rotation des Polarisationswinkels der Radiostrahlung angibt. Miniati fand, dass die Charakterisierung sehr schwierig ist, aber in zukünftigen Experimenten erreicht werden kann. Es war ihm möglich, Magnetfelder im Galaxienhaufen zu detektieren und frühere Messungen zu bestätigen.

Carollo, Feldmann und Mayer haben SPH Simulationen der Gruppenumgebung begonnen, um die Effekte der verschiedenen physikalischen Parameter (Zustandsgleichung, Halo-Parameter, Sternentstehung und Rückkopplung) auf die Entwicklung der Galaxien in verschiedenen Umgebungen zu studieren. Die theoretischen Voraussagen werden benutzt werden, um die Resultate der Gruppenumgebung zu interpretieren, welche aus unseren Durchmusterungen bei $z=0$ und $z=1$ der ZENs und zCOSMOS Programme hergeleitet werden.

Carollo, Hahn und Porciani machen Simulationen bei hoher Auflösung von dunkler kosmologischer Materie mit GADGET auf ihrem eigenen Anteil von GONAZLES Beowulf Clusterzeit. Sie untersuchen die Ausrichtung der Halos mit den Filamenten in der grossräumigen Struktur, die Abhängigkeit der Ausrichtung, die Drehimpulseigenschaften des Halos auf die Umgebung und die Entstehungszeit von Strukturen. Eine erste Reihe von Simulationen wird gegenwärtig analysiert.

Carollo und Mayer haben zur Untersuchung des Live-Halo, SHP Simulationen von isolierten Scheibengalaxien bei verschiedenen Zustandsgleichungen, Halo-Parameter, Sternentstehung und Rückkopplung begonnen, um die Bedingungen der Entstehung und Entwicklung herauszufinden. Erste numerische Versuche, welche den 3D-Einfluss des Halos auf die Entwicklung der Scheibe (und der Halo-Scheibe Wechselwirkung) berücksichtigen, wurden durchgeführt. Im Moment werden die simulierten Daten untersucht.

Porciani hat eine ray-tracing Methode entwickelt, um den Strahlungstransport im intergalaktischen Medium bei grossen Rotverschiebungen zu untersuchen. Spezielle Aufmerksamkeit gab er dem Problem der inhomogenen Reionisation. Die Methode ist geeignet, die Ausbreitung der Strahlung innerhalb eines Gebietes zu verfolgen, welches vorher in kosmologischen Simulationen auf Skalen von der typischen Distanz zwischen den Quellen des ionisierenden Flusses und den Strukturen berechnet wurde. Eine Reihe von Anwendungen der Codes sind in Vorbereitung in Zusammenarbeit mit Lilly und Cantalupo, sowie Madau (UCSC).

Porciani (mit Madau, UCSC) hat die vorgalaktische Anreicherung des intergalaktischen Mediums, ausgehend von Zwerggalaxien bei Rotverschiebungen $6 < z < 12$ untersucht. Er zeigte, dass diese Anreicherung quantitativ die hohe Kreuzkorrelation zwischen C IV Systemen und Lyman-break Galaxien bei $z = 3$ erklären lässt. Die Modelle werden nun erweitert, um neue Observable zu bestimmen, welche helfen könnten, die Geschichte der Metallanreicherung im intergalaktischen Medium zu rekonstruieren.

Zemp und Carollo zusammen mit Moore (UniZ) entwickelten einen Code, der die enorme Spannen in Masse, Länge und Zeitdynamik erfassen kann, welche notwendig sind, um dynamische Effekte von Vereinigungen Schwarzer Löcher in Halos von kalter Dunkelmaterie zu untersuchen. Ein neuer Zeitschrittmechanismus wurde eingeführt, der die Bahnen der schwarzen Löcher korrekt verfolgt. Mit dem Zeitschritt-Kriterium ist jedes Teilchen eingebunden in die Simulation mit einem Zeitschritt proportional zu seiner lokalen dynamischen Zeit. Für Bahnen mit grosser Exzentrizität werden die Zeitschritte entsprechen korrigiert. Dies erlaubt, die Bahnen der Teilchen zu verfolgen, welche mit Schwarzen Löchern durch Stösse wechselwirken. Eine andere neue Technik wurde eingeführt, welche Schalenmodelle von Halos mit Objekten verschiedener Masse braucht, um die gewünschte räumliche Auflösung zu erreichen. Die Vereinigung von Schwarzen Löchern wird zurzeit auf dem zBOX2 Supercomputer (UniZ) erstmals simuliert.

Porciani und Pillepich begannen mit einer Untersuchung, ob 21 cm Karten gebraucht werden können, um die primordiale nicht-gaussische Verteilung von Überdichten einzuschränken (oder sogar zu detektieren), welche während einer nicht-standard Inflationsperiode erzeugt wurden. Das Projekt benutzt die Tatsache, dass bei einer genügend grosser Rotverschiebung vor der signifikanten Reionisation und Heizung, die HI Verteilung als Absorption in 21 cm gesehen wird, gegen den kosmischen Mikrowellenhintergrund. Aus diesem Grund könnte die Statistik der 21 cm Karten gebraucht werden, um die Eigenschaften von primordialen Dichtefluktuationen zu bestimmen.

Dutton hat den Ursprung der Scheibengalaxie-Skalierungsbeziehungen untersucht mit state-of-the-art analytischen Modellen und neuen Beobachtungsdaten. Der Ursprung der Tully-Fisher Beziehung wurde schon seit langem erforscht. Wenig Aufmerksamkeit wurde jedoch dem Ursprung der Streuungen gewidmet. Insbesondere zeigen Beobachtungen, dass die Streuung nicht korreliert ist mit der Oberflächenhelligkeit der Scheibe. Dies bedeutet, dass die TF-Streuung nicht von der Beziehung von Durchmesser und Leuchtkraft abhängt. Dutton fand, dass mit der Verwendung dieser Streuung als Einschränkung die Baryonen in Gasphase in das Massenbudget der Galaxien einbezogen werden müssen, um die Tully-Fisher Beziehung zu erklären.

Mayer fuhr weiter hochaufgelöste kosmologische Simulationen zu berechnen, welche die Entstehung der grossen Spiralgalaxien in einem grossen Skalenbereich von der Milchstrasse bis zur LMC wiedergeben. Diese Simulationen enthalten auch ein neues Rückkopplungs-szenario, dass die verschiedenen Phasen des interstellaren Mediums im McKee-Ostriker Modell produziert. In einem CDM Modell können dank der Kombination eines realistischen Rückkopplungsmodells und der Kontrolle numerischer Effekte Scheiben entstehen, welche die Tully-Fisher Beziehung befolgen und eine anti-hierarchische Sternentstehung haben. Die gegenwärtigen Arbeiten befassen sich auch mit den Satelliten der lokalen Gruppe und mit der Auswirkung einer früheren Heizung durch das UV Feld, das von Population III Sternen erzeugt wurde.

Mayer begann auch eine Untersuchung der Bahnenentwicklung und des Massenzuwachs von zentralen galaktischen Schwarzen Löchern während Vereinigungen. Er teilte die SPH Teilchen auf, um eine Auflösung von 1 pc in einem Volumen von hunderten von kpc zu erreichen. Eine einfache Zustandsgleichung und Kühlfunktion für rein atomisches Gas wurden verwendet, um die Scheiben zu modellieren. Simulationen, die auch molekulares Gas, Metalle und Rückkoppelung durch Strahlung von massiven Sternen einschliessen, sind geplant.

Mayer arbeitete auch an der Verfeinerung des Modells für Gezeitenumrührung, in welchem kugelförmige Zwerggalaxien durch kleine scheibenförmige Galaxien produziert werden. Das Programm schliesst nicht-axisymmetrische (Bar/buckling) Instabilitäten und Massenverlust ein, beide durch das Gezeitenfeld einer primären massiven Spiralgalaxie, wie zum Beispiel die Milchstrasse, produziert. Besonderes Augenmerk wurde auf die Auswirkung einer dünnen Korona von heissem Gas um die Milchstrasse gelegt. Dieses Gas mit geringer Dichte kann effizientes Staudruck-Stripping produzieren in Kombination mit Gezeiten

und Heizung durch den kosmischen UV Hintergrund. Dies könnte den Ursprung des Gases in Strahlungsarmen dSphs erklären und würde voraussagen, dass sie ähnlich wie heutige Irreguläre aus gasreichen Zwerggalaxien entstanden sind.

Mayer koordinierte auch ein grosses Projekt in numerischer Astrophysik, das den Vergleich zwischen SPH und Grid-Codes zum Ziel hat (inbegriffen AMR Codes). In einer Vielfalt von Testproblemen, die für die Kosmologie von Interesse sind, sowie für die Physik des interstellaren Mediums, der Sternen- und Planetenentstehung. Die numerischen Codes, welche in diesem Projekt verglichen werden, sind unter anderem GASOLINE, ENZO, FLASH, GADGET2 und HYDRA. Erste Resultate bezüglich des Problems der Fragmentierung von astrophysikalischen selbstgravitierenden Scheiben wurden bereits erhalten.

2.5 Astronomische Instrumentierung

Hauptoptik und Mixer-Subassemblies für HIFI auf dem Herschel-Satelliten

Das Institut ist am HIFI Instrument beteiligt, einem der drei Fokalinstrumente von Herschel. Der ESA Satelliten soll anfangs 2008 gestartet werden. HIFI wird im Terahertz-Bereich mit grosser Empfindlichkeit und spektraler Auflösung messen. Der Forschungsschwerpunkt ist die Sternentstehung, insbesondere die Beobachtung von Wassermolekülen in der Gasphase in verschiedenen astronomischen Objekten. Das Institut für Astronomie ist für die Fabrikation der Hauptoptik und Mixer-Subassemblies verantwortlich, die in der Industrie produziert werden. Das Flugmodell der Hauptoptik wurde ans PI-Institut (SRON, Niederlande) abgeliefert und erfüllt die Spezifikationen. Die Hauptoptik enthält über hundert Aluminiumspiegel, deren Produktion ebenfalls von der ETH in Auftrag gegeben und in der Industrie ausgeführt wurde. Mixer-Subassemblies bestehen über tausend Bestandteilen, die produziert, zusammengebaut und zur Qualifikation abgeliefert wurden. Am Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenztechnik der ETH wurde der zweite Zwischenfrequenzverstärker entwickelt, getestet und qualifiziert. Sein Flugmodell wurde in der Industrie hergestellt und ebenfalls abgeliefert. Das Institut für Astronomie hat die Betreuung des gesamten ETH Teils übernommen (A.O. Benz, Ch. Monstein, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenz ETHZ und SRON, Groningen).

ZIMPOL3

Das ZIMPOL3-Projekt wurde in der Berichtsperiode weiterentwickelt mit der in früheren Berichten beschriebenen Zielsetzung, nämlich Ersatz und Verbesserung der bestehenden ZIMPOL2-Systeme.

Ein Prototyp der neuen CCD-Kamera wurde gebaut und getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass die Entwicklungsziele noch nicht in jeder Hinsicht erreicht wurden und verschiedene Verbesserungen erforderlich sind. Das neue System-Konzept der Hard- und Software hat sich jedoch bereits erfolgreich bewährt.

Das thermo-elektrische Kühlsystem der neuen Kamera ist zwar noch nicht in seiner endgültigen Form, ermöglicht aber bereits eine Betriebstemperatur von -40°C unter der Umgebungstemperatur. Ebenso hat sich ein neues Stecker-Konzept in Bezug auf seine Vakuumtauglichkeit bewährt. Der Dunkelstrom wurde im Vergleich zu ZIMPOL2 erheblich reduziert (Faktor 5 ohne, Faktor 27 mit Demodulation). Dies ist auf die unterschiedliche Ansteuerung der CCD-Elektroden zurückzuführen. Die Empfindlichkeit der Kamera ist mit $0.3\text{ ADU}/e^{-}$ um einen Faktor 7.6 grösser. Linearität und Ausleserauschen müssen jedoch noch um einen Faktor 10 bzw. 3 verbessert werden. Entsprechend ist auch die erreichbare polarimetrische Genauigkeit noch ungenügend.

Die endgültige Version eines speziellen Treibers für Pockels-Zellen wurde fertiggestellt und getestet. Der Treiber ermöglicht den Betrieb einer Pockels-Zelle mit zwei verschiedenen Hochspannungen bzw. optischen Verzögerungen. Bei der Verwendung von zwei Pockelszellen ist damit der Einsatz in einem Vektorpolarimeter zur simultanen Messung aller Stokes-Parameter möglich. Der mit einem embedded Controller ausgestattete Treiber wurde in das ZIMPOL3-Netzwerk integriert.

Für die Beobachtung der Sonnenfinsternis vom 29. März 2006 wurde ein netzwerkfähiger Schrittmotor-Kontroller entwickelt, der ebenfalls mit dem neuen ZIMPOL3-System-Konzept kompatibel ist.

Die Software für ZIMPOL3 wurde als dynamisch konfigurierbares System konzipiert. Die ZIMPOL3-Hardware-Komponenten werden durch ihre Verbindung mit einem lokalen Ethernet in das System integriert. In jedem Subsystem läuft ein Server-Prozess, der mit einem ZIMPOL3-Client kommuniziert. Das kann ein Command/Script-Interpreter (CSI) oder eine Graphische Benutzerschnittstelle (GUI) sein. Dieses System wurde bereits in verschiedenen Subsystemen implementiert, so bei der Steuerung des Sonnenturms in Zürich, dem oben erwähnten Pockels-Zellen-Treiber und dem Schrittmotor-Kontroller. Die Server sind auch kompatibel zum alten ZIMPOL2-System. CSI und GUI sind als generische, portable Java Applikationen realisiert und können somit sowohl auf Linux als auch MS-Windows-Plattformen betrieben werden (S. Hagenbuch, P. Steiner, H.P. Povel, F. Aebersold und D. Gisler)

Digitales Fourier-Transformations-Spektrometer

Das Multikanal-Spektrometer (FFT Analyzer ARGOS) wurde von einem Demonstrationsmodell zu einem astronomisch einsetzbaren Gerät entwickelt. Das Konzept von ARGOS beruht auf einer Fast-Fourier Transformation (FFT) des zeitlich variablen Signals. Die Entwicklung in Zusammenarbeit mit der Firma Acqiris AG, Genf, bestand darin, die FFT auf einem Field Programmable Gate Array (FPGA) zu implementieren, das direkt auf den Sampler montiert wird. Das nun kommerziell erhältliche Produkt wurde zu einem astronomischen Spektrometer weiterentwickelt. Die Arbeit umfasste die PC-Software inklusive Interface zum KOSMA Teleskop auf dem Gornergrat bei Zermatt. Dort wurde das fertig gestellte Gerät erstmals im Feld getestet. Die Beobachtung einer nahen Sternentstehungsregion gelang auf Anhieb. Der Vergleich mit dem parallel beobachtenden akusto-optischen Spektrometer von KOSMA zeigt keine Unterschiede. ARGOS hat jedoch zehnmal grössere Bandbreite, hundertmal grössere Dynamik, kostet zehnmal weniger, und braucht zehnmal weniger Strom. Sowohl auf dem Gornergrat, in terrestrischen Messungen mit der Universität Bern und dem MPI Lindau, wie auch zu Hause im Labor wurde das Spektrometer auf viele Arten weiter geprüft, was noch zu einigen Verbesserungen führte. (Ch. Monstein und H. Meyer, in Zusammenarbeit mit B. Stuber und D. Zardet, Fachhochschule Nordwestschweiz).

Fabry-Pérot Filtersystem

Ein zwischen 393 nm und 660 nm durchstimmbares optisches Filtersystem wurde am IR-SOL (Istituto Ricerche Solari Locarno) in Betrieb genommen. Die Bandbreite liegt zwischen 30 und 50 mÅ. Es ist hauptsächlich für die Verwendung mit ZIMPOL als bildgebendes monochromatisches Vektorpolarimeter konzipiert.

Das schmalbandige Filtersystem, in Kombination mit der sehr hohen Empfindlichkeit von ZIMPOL, erlaubt z.B. die räumliche Strukturierung der Polarisationssignaturen im "Zweiten Sonnenspektrum" zu untersuchen. Weitere Einsatzmöglichkeiten sind die Erfassung von Magnetfeld-, Temperatur- und Geschwindigkeitsverteilungen in verschiedenen Höhenschichten in der Sonnenatmosphäre.

Die Hauptkomponenten sind zwei doppelbrechende Fabry-Pérot Etalons (FPE) mit Kavitäten aus LiNbO₃. Mittels einer Doppelpasstechnik kann die Finesse des Gesamtsystems erhöht und infolgedessen ein interessierender Spektralbereich besser isoliert werden.

Zwei verschiedene optische Konfigurationen wurden entwickelt: die kollimierte Konfiguration wurde auf Lichtstärke und ein grosses Gesichtsfeld hin optimiert. Die telezentrische Konfiguration wurde auf hohe räumliche Auflösung und eine kompakte Bauweise ausgelegt, was einen Einsatz an anderen Teleskopen (z.B. dem Schwedischen Sonnentelkop auf La Palma) erlaubt.

Mithilfe von Spektrographenmessungen und dem Vergleich mit numerischen Modellen wurde untersucht wie sich das Transmissionsspektrum der FPE als Funktion der drei Tuning-Parameter Temperatur, Spannung und Kippwinkel verhält. Aus den Resultaten wurde eine spektrale Kalibrationsmethode abgeleitet und wir liessen geeignete Vorfilter anfertigen.

Die kollimierte Konfiguration wurde am IRSOL in der zweiten Hälfte 2005 aufgebaut. Die ersten Testbeobachtungen in H_α zeigten, dass die FPE korrekt mit ZIMPOL zusammenarbeiten. Daraufhin wurde begonnen, die FPE auf die restlichen Vorfilter zu kalibrieren. Nach Abschluss dieser Arbeiten ist das Filtersystem bereit für wissenschaftliche Beobachtungen (A. Feller, D. Gisler und J.O. Stenflo, in Zusammenarbeit mit R. Ramelli und M. Bianda vom IRSOL, Locarno)

Instrument für die Beobachtungen der totalen Sonnenfinsternis vom 29. März 2006

Für die nächste totale Sonnenfinsternis vom 29. März 2006 wurde ein Spektropolarimeter geplant und gebaut. Das wissenschaftliche Ziel des Experiments ist die Messung der Streupolarisation des chromosphärischen Emissions-Spektrums welches nur wenige Sekunden vor und nach der totalen Phase einer Sonnenfinsternis zu beobachten ist.

Ein geeigneter Beobachtungsort mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit für gutes Wetter musste evaluiert werden. Dieser wurde bei Waw an Namos im Süden von Libyen gefunden. Das Instrument besteht aus einem kleinen Teleskop (Dall-Kirkham Design, 20cm Öffnung, f/11.5) gefolgt von einem Spektropolarimeter. Der Spektrograph wurde durch ein konkaves holographisches Gitter realisiert. Vor dem Gitter muss das f/11.5 des Teleskops auf das f/2.8 des Gitters mittels eines elliptischen Spiegels reduziert werden. Der Spektrograph arbeitet im Bereich 390 bis 870 nm und hat eine spektrale Auflösung von 0.2 nm. Die Polarisationsanalyse wird durch eine Savart-Platte, welche das Licht in zwei orthogonal polarisierte Strahlen aufspaltet, realisiert. Die Daten werden mit einer schnellen CCD-Kamera aufgenommen. Diese erlaubt eine zeitliche Auflösung von 20ms. Ein spezielles Programm für die Datenaufnahme wurde entwickelt. Eine kompakte Mechanik wurde am Institut und in der mechanischen Werkstatt des Physik Departements geplant und gebaut (J.O. Stenflo, A. Feller, D. Gisler, F. Aebersold, P. Steiner, H.P. Povel).

Polarisations-Kompensatorplatte

Ein bekanntes Problem bei Polarimetrie mit Teleskopen, die nicht "polarisationsfrei" sind, ist die störende und rauscherzeugende Hintergrundpolarisation. Aus diesem Grund haben wir ein Softwarepaket POLCOMP entwickelt, das parallel zu einer ZIMPOL Beobachtung läuft. Es kontrolliert eine einfache Glasplatte auf einem Rotationsrahmen im Lichtweg, die einen künstlichen Beitrag von Linearpolarisation zum Bild addiert. Der Neigungswinkel zur optischen Achse bestimmt den Polarisationsgrad, während das Azimut der Platte normal zur Achse die Polarisationsrichtung festlegt. Die POLCOMP Software korrigiert diese beiden Parameter aktiv, so dass die Hintergrundpolarisation in der betrachteten Stokeskomponente minimiert wird. Wir haben POLCOMP während Beobachtungen auf Kitt Peak mit viel Erfolg eingesetzt (Ch. Thalmann).

Frequenz-agiles Spektrometer CALLISTO

Die Antennen zum Empfang von Meterwellen mit dem CALLISTO Spektrometer zwischen 45 MHz und 160 MHz wurden im ETH Radioobservatorium in Bleien bei Gränichen, Schweiz, installiert und werden wie die anderen Antennen täglich der Sonne automatisch nachgeführt. Trotz starken, lokalen Störsignalen (UKW-Sender, Pager und Fernsehsender) ergeben sich immer wieder wissenschaftlich wertvolle Spektren. Zur Verringerung der Störanfälligkeit wurden 4-port 90° Hybride montiert, befinden sich aber noch in der Versuchsphase. Daten des CALLISTO Spektrometer fanden bereits Eingang in mehrere wissenschaftliche Publikationen. Das CALLISTO Spektrometer besteht nur aus käuflichen Komponenten aus der Konsumelektronik und ist daher äussererst günstig. Wir haben 6 identische Geräte hergestellt und werden im Rahmen des Internationalen Heliosphärischen Jahres (2007) einige CALLISTOs in einem weltumspannenden Netz auf Stationen in Indien, Japan und USA verteilen. Die Daten werden von unserem Server ähnlich wie die

Instrumente in der Schweiz abgerufen, geeicht und optisch dargestellt werden. Sie werden über unser Datenzentrum, zusammen mit den Daten des NASA-Satelliten RHESSI (Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager) an der ETH gespeichert (Ch. Monstein, H. Meyer, F. Aebersold).

RHESSI Satellit und Datenzentrum

Die Software des RHESSI Satelliten (Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager) wird laufend weiter entwickelt. Die Arbeit konzentrierte sich auf zwei Projekte: abbildende Spektroskopie und die Integration der visibilitätsbasierten Bildrekonstruktion in das öffentlich verbreitete Softwarepaket. Diese Arbeiten wurden zusammen mit Kollegen am NASA Goddard Space Flight Center und dem Space Sciences Laboratory UC Berkeley durchgeführt. Das neue Tool für abbildende Spektroskopie stellt eine Benutzer-freundliche Umgebung her, um Spektren aus Image Cubes zu extrahieren. Der Output des Tools ist direkt mit einem weiteren Programm verbunden, das die Spektren eicht, korrigiert und fittet. Dieses Tool wurde verbessert und getestet. Die neuen Möglichkeiten erlauben, erstmals abbildende Spektroskopie im grösseren Stil durchzuführen. Die Integration der Programme, die auf Visibilität basieren, verlangte neue Algorithmen und Output Formate. Das Projekt verbesserte die Bildrekonstruktion, da sie im Fourier-Raum, in dem die Rohdaten anfallen, durchgeführt wird. Die Programme werden auch wesentlich effizienter und kompakter.

Qualität und Menge der Datenprodukte im HESSI European Data Center (HEDC) wurden stark verbessert. Für jedes solare Ereignis werden RHESSI Bilder, Radiospektren von Phoenix und Callisto bereitgestellt. Quicklooks von abbildender Spektroskopie wurden ebenfalls eingeführt. Neuerdings sind auch kombinierte Lichtkurven von Radio- und Röntgenstrahlung erhältlich. Diese Datenprodukte werden automatisch erstellt. Die Auswahl von geeigneten Ereignissen aus einer grossen Zahl von Daten wäre ohne die Hilfe von HEDC heute fast unmöglich. Die Datenprodukte werden zunehmend auch von auswärtigen Benutzern und zum Teil direkt in Publikationen verwendet (A. Csillaghy und P. Saint-Hilaire, in Zusammenarbeit mit NASA Goddard SFC und Universität von Kalifornien, Berkeley).

ESO "Planet Finder"

Der "ESO Planet Finder" ist ein zukünftiges Instrument für ein VLT 8.2m Teleskop auf Paranal in Chile. Das Ziel dieses Instruments ist der direkte Nachweis von Photonen von der Oberfläche von extra-solar Gasplaneten mit ähnlichen Eigenschaften wie der Planet Jupiter in unserem Sonnensystem. Das Gerät soll aus einer extremen adaptiven Optik mit mehr als 1000 Stellementen, einem Stellarkoronagraphen und mehreren Detektorensystemen bestehen. In Form einer Machbarkeitsstudie haben wir für dieses Projekt einen hochpräzisen Polarimeter, basierend auf der ZIMPOL-Technologie, zur Detektion von gestreuter, d.h. polarisierter, Strahlung von Planeten vorgeschlagen.

In diesem Jahr wurden die Resultate von zwei Machbarkeitsstudien von der ESO geprüft und das weitere Vorgehen bestimmt. Erfreulicherweise wurde unsere Studie sehr positiv bewertet und ZIMPOL ist nun Teil der "ESO Planet Finder" Designstudie, die im Jahre 2006 beginnt (H.M. Schmid, D. Gisler, F. Joos, Ch. Thalmann, H.P. Povel, J.O. Stenflo, S. Hagenbuch in Zusammenarbeit mit ESO und dem Planet Finder Konsortium bestehend aus 10 Instituten in Frankreich, Deutschland, Italien, Holland und der Schweiz)

OWL ist das Projekt der ESO für ein zukünftiges 50-100 m Teleskop. H.M. Schmid und Ch. Thalmann wurden von der ESO eingeladen bei einer Konzeptstudie für EPICS, ein "Planet Finder" Instrument für OWL mitzuwirken. H.M. Schmid leitete dabei die Arbeitsgruppe Polarimetrie, welche die Möglichkeiten und die technischen Anforderungen für einen ZIMPOL-ähnlichen polarimetrischen Beobachtungsmodus untersuchte. Interessanterweise ist die reflektierte Strahlung der Erde recht stark polarisiert, so dass es nicht unmöglich erscheint, dass erdähnliche extra-solare Planeten in Zukunft mit einem Polarimeter an einem OWL Teleskop detektiert werden könnten (H.M. Schmid und F. Joos).

3 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

3.1 Dissertationen

Abgeschlossen:

Fivian, M.: Absolute Positions of Solar X-ray and Gamma-ray Sources. Dissertation, ETH No. 16058, <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=diss&nr=16058> (2005)

Gisler, D.: Instrumentierung für hochpräzise Vektorpolarimetrie in der Astronomie. Dissertation, ETH No. 16110, Aachen, Shaker Verlag (2005)

Haberreiter, M.: Modeling Variations of the Solar UV Spectrum with COSI, Dissertation, ETH No. 16374 (2005)

Knaack, R.: Global Evolution of Magnetic Fields in the Photosphere of the Sun During Cycles 20–23. Dissertation, ETH No. 15891, Göttingen, Cuvillier Verlag (2005)

Saint-Hilaire, P.: Energy release in solar flares. Dissertation, ETH No. 15824, <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/show?type=diss&nr=15824> (2005)

Wenzler, T.: Reconstruction of Solar Irradiance Variations in Cycles 21–23 based on Surface Magnetic Fields. Dissertation, ETH No. 16199, Göttingen, Cuvillier Verlag (2005)

4 Veröffentlichungen

4.1 In Zeitschriften und Büchern

Armengaud, E., Sigl, G., Miniati, F.: Ultrahigh Energy Nuclei Propagation in a Structured, Magnetized Universe. *Phys. Rev.* **72** (2005), 43009

Arzner K., Benz A. O.: Temporal Correlation of Hard X-rays and Meter/Decimeter Radio Structures in Solar Flares. *Solar Phys.* **231** (2005), 117–141

Arzner, K., Vlahos, L., Knaepen, B., Denewet, N.: Statistical Properties of Dissipative MHD Accelerators Springer Lecture Notes in Computer Science **3723** (2005), 438–545

Atkinson, J. W., Collett, J. L., Marconi, A., Axon, D. J., Alonso-Herrero, A., Batcheldor, D., Binney, J. J., Capetti, A., Carollo, C. M., Dressel, L., and 11 coauthors: Supermassive black hole mass measurements for NGC 1300 and 2748 based on Hubble Space Telescope emission-line gas kinematics. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **359** (2005), 504

Audard, M., Brown, A., Briggs, K.R., Güdel, M., Telleschi, A., Gizis, J.E.: A Deep Look at the T-Type Brown Dwarf Binary ϵ Indi Bab with Chandra and the Australia Telescope Compact Array. *Astrophys. J.* **625** (2005), L63–L66

Audard, M., Güdel, M., Skinner, S.L., Briggs, K. R., Walter, F. M., Stringfellow, G., Hamilton, R.T., Guinan, E.F.: X-Ray Spectral Variability during an Outburst in V1118 Ori. *Astrophys. J.* **635** (2005), L81–L84

Barnes, J.R., Collier Cameron, A., Donati, J.-F., James, D.J., Marsden, S.C., Petit, P.: The dependence of differential rotation on temperature and rotation. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **357** (2005), L1–L5

Batcheldor, D., Axon, D., Merritt, D., Hughes, M. A., Marconi, A., Binney, J., Capetti, A., Merrifield, M., Scarlata, C., Sparks, W.: Integral Field Spectroscopy of 23 Spiral Bulges. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* **160** (2005), 76–86

Battaglia, M., Grigis, P., Benz, A.O.: Size dependence of solar X-ray flare properties. *Astron. Astrophys.* **439** (2005), 737–747

Benz, A. O., Grigis, P. C., Csillaghy, A., Saint-Hilaire, P.: Survey on Solar X-ray Flares and Associated Coherent Radio Emissions. *Solar Phys.* **226** (2005), 121–142

- Benz, A. O., Monstein, C., Meyer, H. R.: CALLISTO - A new concept for solar radio spectrometers. *Solar Phys.* **226** (2005), 143–151
- Benz, A. O., Grigis, P. C., Hungerbühler, V., Meyer, H., Monstein, C., Stuber, B., Zardet, D.: A broadband FFT spectrometer for radio and millimeter astronomy. *Astron. Astrophys.* **442** (2005), 767–773
- Berdyugina, S.V.: Starspots: A key to the stellar dynamo. *Living Rev. Solar Phys.* **2** No. 8 (2005), 1–62
- Berdyugina, S.V., Braun, P.A., Fluri, D.M., Solanki, S.K.: The molecular Zeeman effect and diagnostics of solar and stellar magnetic fields. III. Theoretical spectral patterns in the Paschen-Back regime. *Astron. Astrophys.* **444** (2005), 947–960
- Berdyugina, S.V., Järvinen, S.P.: Spot activity cycles and flip-flops on young solar analogs. *Astron. Nachr.*, **326** (2005), 283–286
- Bianda, M., Benz, A.O., Stenflo, J.O., Küveler G., Ramelli R.: Absence of linear polarization in H-alpha emission of solar flares. *Astron. Astrophys.* (434) (2005), 1183–1189
- Cantalupo, S., Porciani, C., Lilly, S. J., Miniati, F.: Fluorescent Ly α Emission from the High-Redshift Intergalactic Medium. *Astrophys. J.* **634** (2005), 628–661
- Cole, S., Percival, W. J., Peacock, J. A., Norberg, P., Baugh, C. M., Frenk, C. S., Baldry, I., Bland Hawthorn, J., Bridges, T., Cannon, R., Colless, M., Collins, C., Couch, W., Cross, N.J.G., Dalton, G., Eke, V.R., De Propris, R., Drive, S P., Efstathiou, G., Ellis, R. S., Glazebrook, K., Jackson, C., Jenkins, A., Lahav, O., Lewis, I., Lumsden, S., Maddox, S., Madgwick, D., Peterson, B. A., Sutherland, W., Taylor, K. (The 2dFGRS Team): The 2dF Galaxy Redshift Survey: Power-spectrum analysis of the final dataset and cosmological implications. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **362** (2005), 505–534
- Debattista, V. P., Carollo, C. M., Mayer, L., Moore, B.: The Kinematic Signature of Face-On Peanut-shaped Bulges. *Astrophys. J.* **634** (2005), 628–678
- Diemand, J., Zemp, M., Moore, B., Stadel, J., Carollo, M.: Cusps in cold dark matter haloes. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **364** (2005), 665–673
- Dutton, A. A., Courteau, S., de Jong, R., Carignan, C.: Mass Modeling of Disk Galaxies: Degeneracies, Constraints, and Adiabatic Contraction. *Astrophys. J.* **619** (2005), 218–242
- Ferreras, I., Lisker, T., Carollo, C. M., Lilly, S. J., Mobasher, B.: Evolution of field early-type galaxies: The view from GOODS/CDFS. *Astrophys. J.* **635** (2005), 243–259
- Gaztanaga, E., Norberg, P., Baugh, C.M., Croton, D.J.: Statistical Analysis of Galaxy Surveys-II. The 3-point galaxy correlation function measured from the 2dFGRS. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **364** (2005), 620–634
- Grigis, P. C., Benz, A. O.: The spectral evolution of impulsive solar X-ray flares. II. Comparison of observations with models. *Astron. Astrophys.* **434** (2005), 1173–1181
- Grigis, P. C., Benz, A. O.: The Evolution of Reconnection along an Arcade of Magnetic Loops. *Astrophys. J.* **625** (2005), L143–L146
- Güdel, M., Skinner, S.L., Briggs, K.R., Audard, M., Arzner, K., Telleschi, A.: Evidence for an X-Ray Jet in DG Tauri A? *Astrophys. J.* **626** (2005), L53–L56
- Güdel, M., Walter, R. (eds): High-energy spectroscopic astrophysics. Saas-Fee Advanced Course 30. Springer Verlag, 2005.
- Haberreiter, M., Krivova, N. A., Schmutz, W., and Wenzler, T.: Reconstruction of the solar UV irradiance back to 1974. *Adv. Space Res.* **35** (2005), 365–368
- Holzreuter, R., Fluri, D.M., Stenflo, J.O.: Scattering polarization in strong chromospheric lines. I. Explanation of the triplet peak structure. *Astron. Astrophys.* **434** (2005), 713–724

- Hughes, M. A., Axon, D., Atkinson, J., Alonso-Herrero, A., Scarlata, C., Marconi, A., Batchelder, D., Binney, J., Capetti, A., Carollo, C. M., and 9 coauthors: Nuclear Properties of Nearby Spiral Galaxies from Hubble Space Telescope NICMOS Imaging and STIS Spectroscopy. *Astron. J.* **130** (2005), 73
- Hilton, M., Collins, C., De Propris, R., Baldry, I., Baugh, C. M., Bland-Hawthorn, J., Bridges, T., Cannon, R., Cole, S., Colless, M., Couch, W. J., Dalton, G. B., Driver, S. P., Efstathiou, G., Ellis, R. S., Frenk, C. S., Glazebrook, K., Jackson, C. A., Lahav, O., Lewis, I., Lumsden, S., Maddox, S. J., Madgwick, D., Norberg, P., Peacock, J. A., Peterson, B. A., Sutherland, W., Taylor, K. (The 2dFGRS Team): The 2dF Galaxy Redshift Survey: correlation with the ROSAT-ESO Flux Limited X-ray (REFLEX) galaxy cluster survey. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **363** (2005), 661–674
- Järvinen, S.P., Berdyugina, S.V., Strassmeier, K.G.: Spots on EK Draconis. Active longitudes and cycles from long-term photometry. *Astron. Astrophys.* **440** (2005), 735–741
- Järvinen, S.P., Berdyugina, S.V., Tuominen, I., Cutispoto, G., Bos, M.: Magnetic activity in the young solar analog AB Dor: Active longitudes and cycles from long-term photometry. *Astron. Astrophys.* **432** (2005), 657–664
- Jee, M. J., White, R. L., Ford, H. C., Blakeslee, J. P., Illingworth, G. D., Coe, D. A., Tran, K.-V. H.: Hubble Space Telescope Advanced Camera for Surveys Weak-Lensing and Chandra X-Ray Studies of the High-Redshift Cluster MS 1054-0321. *Astrophys. J.* **634** (2005), 813–832
- Lilly, S., The zCOSMOS Team: The zCOSMOS redshift survey. *Messenger* **121** (2005), 42
- Knaack, R., Stenflo, J.O.: Spherical harmonic decomposition of solar magnetic fields. *Astron. Astrophys.* **438** (2005), 349–363
- Knaack, R., Stenflo, J.O., Berdyugina, S.V.: Evolution and rotation of large-scale photospheric magnetic fields of the Sun during cycles 21–23. Periodicities, north-south asymmetries and r-mode signatures. *Astron. Astrophys.* **438** (2005), 1067–1082
- Kundu, M. R., Trottet, G., Garaimov, V. I., Grigis, P. C., Schmahl, E. J.: RHESSI and radio imaging observations of microflares. *Adv. in Space Res.* **35**, **10** (2005), 1778–1784
- Maier, C., Lilly, S. J., Carollo, C. M., Stockton, A., Brodwin, M.: Near Infrared Spectroscopy of $0.4 < z < 1.0$ Galaxies: Oxygen Abundances, SFRs and Dust. *Astrophys. J.* **634** (2005), 849
- Marsden, S.C., Berdyugina, S.V., Donati, J.-F., Eaton, J.A., Williamson, M.H., Ilyin, I., Fischer, D.A., Muñoz, M., Isaacson, H., Ratner, M.I., Semel, M., Petit, P., Carter, B.D.: A Sun in the spectroscopic binary IM Pegasi, the guide star for the Gravity Probe B mission. *Astrophys. J.* **634** (2005), L173–L176
- Marsden, S. C., Waite, I. A., Carter, B. D., Donati, J.-F.: Doppler imaging and surface differential rotation of young open cluster stars I: HD 307938 (R58) in IC 2602. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **359** (2005), 711–724
- Mastropietro, C., Moore, B., Mayer, L., Debattista, V. P., Piffaretti, R., Stadel, J.: Morphological evolution of discs in clusters. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **364** (2005), 607–619
- Matthews, O.M., Speith, R., Truss, M.R., Wynn, G.A.: The steady-state structure of accretion discs in magnetic fields. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **356** (2005), 66–76
- Mitra-Kraev, U., Harra, L.K., Güdel, M., Audard, M., Branduardi-Raymont, G., Kay, H.R.M., Mewe, R., Raassen, A.J.J., van Driel-Gesztelyi, L.: Relationship between X-ray and ultraviolet emission of flares from dMe stars observed by XMM-Newton. *Astron. Astrophys.* **431** (2005), 679–686
- Mo, H. J., Yang, X., van den Bosch, F. C., Katz, N.: Pre-heating by pre-virialization and

- its impact on galaxy formation. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **363** (2005), 1155–9305
- Monstein, C.: ETH Zürich entwickelt bahnbrechendes, digitales FFT-Radiospektrometer. *Orion* **328** (2005), 21–22
- Nussbaumer, H.: *Das Weltbild der Astronomie*. Verlag vdf (2005), 288 Seiten
- O’Sullivan, M., Truss, M.R., Walker, C., Wood, K., Matthews, O.M., Whitney, B., Bjorkman, J.E.: Modelling the photopolarimetric variability of AA Tau. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **358** (2005), 632–640
- Petit, P., Donati, J.-F., Aurière, M., Landstreet, J.D., Lignières, F., Marsden, S., Mouillet, D., Paletou, F., Toqué, N., Wade, G.A.: Large-scale magnetic field of the G8 dwarf ξ Bootis A. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **361** (2005), 837–849
- Porciani, C., Madau, P.: The origin of intergalactic metals around Lyman-break galaxies. *Astrophys. J.* **625** (2005), L43–L46
- Ribas, I., Guinan, E.F., Güdel, M., Audard, M.: Evolution of the Solar Activity over Time and Effects on Planetary Atmospheres. I. High-Energy Irradiances (1–1700Å). *Astrophys. J.* **622** (2005), 680–694
- Rüedi, I., Güdel, M., Schmutz, W. (eds): *The Sun, solar analogs and the climate*. Saas-Fee Advanced Course 34. Springer Verlag, 2005.
- Ryabchikova, T., Wade, G.A., Aurière, M., Bagnulo, S., Donati, J.-F., Jeffers, S.V., Johnson, N., Landstreet, J.D., Lignières, F., Lueftinger, T., Marsden, S., Mouillet, D., Paletou, F., Petit, P., Reegen, P., Silvester, J., Strasser, S., Toque, N.: Rotational periods of four roAp stars. *Astron. Astrophys.* **429** (2005), L55–L58
- Saint-Hilaire, P., Benz, A. O.: Thermal and non-thermal energies of solar flares. *Astron. Astrophys.* (435) (2005), 743–752
- Schwendimann, R., Joos, F., De Geest, S., Milisen K.: Are patient falls in the hospital associated with lunar cycles? A retrospective observational study. *BioMed Central, Nursing*, **4** (2005), 5
- Smith, K., Güdel, M., Audard, M.: Flares observed with XMM-Newton and the VLA. *Astron. Astrophys.* **436** (2005), 241–251
- Stäuber, P., Doty, S. D., van Dishoeck, E. F., Benz, A. O.: X-ray Chemistry in the envelopes around young stellar objects. *Astron. Astrophys.* **440** (2005), 949–966
- Stenflo, J.O.: Polarization of the Sun’s continuous spectrum. *Astron. Astrophys.* **429** (2005), 713–730
- Stiavelli, M., Djorgovski, S. G., Pavlovsky, C., Scarlata, C., Stern, D., Mahabal, A., Thompson, D., Dickinson, M., Panagia, N., Meylan, G.: Evidence of Primordial Clustering around the QSO SDSS J1030+0524 at $z=6.28$. *Astrophys. J.* **622** (2005), L1–L4
- Stute, M., Camenzind, M., Schmid, H. M.: Hydrodynamical simulations of the jet in the symbiotic star MWC 560. I. Structure, emission and synthetic absorption line profiles. *Astron. Astrophys.* **429** (2005), 209–223
- Suh, J. A., Audard, M., Güdel, M., Paerels, F.B.S.: An XMM-Newton Study of the Coronae of σ^2 Coronae Borealis. *Astrophys. J.* **630** (2005), 1074–1087
- Tan, J., Blackman, E. G.: *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **362** (2005), 983–994
- Teegarden, B.J., Watanabe, K., Jean, P., Knödseder, J., Lonjou, V., Roques, J.P., Skinner, G.K., von Ballmoos, P., Weidenspointner, G., Bazzano, A., Butt, Y.M., Decourchelle, A., Fabian, A.C., Goldwurm, A., Güdel, M., Hannikainen, D.C., Hartmann, D.H., Hornstrup, A., Lewin, W.H.G., Makishima, K., Malzac, A., Miller, J., Parmar, A.N., Reynolds, S.P., Rothschild, R.E., Schönfelder, V., Tomsick, J.A., Vink, J.: INTEGRAL SPI Limits on Electron-Positron Annihilation Radiation from the Galactic Plane.

- Astrophys. J. **621** (2005), 296–300
- Telleschi, A., Güdel, M., Briggs, K., Audard, M., Ness, J.-U., Skinner, S.L.: Coronal Evolution of the Sun in Time: High-Resolution X-Ray Spectroscopy of Solar Analogs with Different Ages. *Astrophys. J.* **622** (2005), 653–679
- Thuillier, G., Sofia, S., Haberleiter, M.: Past, present and future measurements of the solar diameter. *Adv. Space Res.* **35** (2005), 329–340
- Tran, K.-V., van Dokkum, P., Illingworth, G. D., Kelson, D., Gonzalez, A., Franx, M.: Infall, the Butcher-Oemler Effect, and the Descendants of Blue Cluster Galaxies at $z < 0.6$. *Astrophys. J.* **619** (2005), 134–146
- Usoskin, I.G., Berdyugina, S.V., Poutanen, J.: Preferred sunspot longitudes: non-axisymmetry and differential rotation. *Astron. Astrophys.* **441** (2005), 347–352
- van den Bosch, F. C., Yang, X., Mo, H. J., Norberg, P.: The abundance and radial distribution of satellite galaxies. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **356** (2005), 1233–1248
- van den Bosch, F. C., Weinmann, S. M., Yang, X., Mo, H. J., Li, C., Jing, Y. P.: The phase-space parameters of the brightest halo galaxies. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **361** (2005), 1203–1215
- van den Bosch, F. C., Tormen, G., Giocoli, C.: The mass function and average mass-loss rate of dark matter subhaloes. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **359** (2005), 1029–1040
- Waite, I.A., Carter, B.D., Marsden, S.C., Mengel, M.: High-resolution spectroscopy of some active southern stars. *Publ. Astron. Soc. Australia* **22** (2005), 29–35
- Waskett, T. J., Eales, S. A., Gear, W. K., McCracken, H. J., Lilly, S. J., Brodwin, M.: XMM-Newton surveys of the Canada-France Redshift Survey Fields - III. The environments of X-ray selected active galactic nuclei at $0.4 < z < 0.6$. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **363** (2005), 801
- Weinmann, S. M., Lilly, S. J.: The Number and Observability of Population III Supernovae at High Redshifts. *Astrophys. J.* **624** (2005), 526
- Wenzler, T., Solanki, S.K., Krivova, N.A.: Can surface magnetic fields reproduce solar irradiance variations in cycles 22 and 23? *Astron. Astrophys.* **432** (2005), 1057–1061
- Yang, X., Mo, H. J., van den Bosch, F. C., Jing, Y. P.: A halo-based galaxy group finder: calibration and application to the 2dFGRS. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **356** (2005), 1293–1307
- Yang, X., Mo, H. J., van den Bosch, F. C., Jing, Y. P.: The two-point correlation of galaxy groups: probing the clustering of dark matter haloes. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **357** (2005), 608–618
- Yang, X., Mo, H. J., Jing, Y. P., van den Bosch, F. C.: Galaxy occupation statistics of dark matter haloes: observational results. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **358** (2005), 217–232
- Yang, X., Mo, H.J., van den Bosch, F.C., Weinmann, S.M., Li, C. , Jing, J.P.: *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **362** (2005), 711

4.2 Konferenzbeiträge

- Audard, M., Donisan, J.R., Güdel, M.: A Multiwavelength Study of RZ Cassiopeiae: The XMM-Newton/VLA Campaign. In *13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun* F. Favata et al. (ESA) (Eds.) (2005), 407–410
- Audard, M., Glauser, A., Güdel, M., Padgett, D., Fajardo-Acosta, S., Wolf, S., Briggs, K., Morris, P., Rebull, L., Skinner, S., Stapelfeldt, K.: Spitzer IRS Data of the Taurus Molecular Cloud Combined with IRAC/MIPS Photometry and XMM-Newton X-Ray Data. In *Protostars and Planets V* B. Reipurth et al. (Eds.) (2005), 8479

- Audard, M., Skinner, S.L., Smith, K.W., Güdel, M., Pallavicini, R.: High-Energy Processes in Young Stars: Chandra X-Ray Spectroscopy of HDE 283572, RY Tau, and LkCa21. In *13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun* F. Favata et al. (ESA) (Eds.) (2005), 411–414
- Aznar Cuadrado, R., Jordan, S., Napiwotzki, R., Schmid, H.M., Solanki, S.K., Mathys, G.: Kilogauss magnetic fields in three DA white dwarfs. In: “14th European Workshop on White Dwarfs”, D. Koester & S. Moehler (eds.), ASP Conf. Ser. **334** (2005), 159–164
- Berdyugina, S.V.: Large-scale magnetic fields on the Sun and cool stars. In *Large-scale structures and their role in solar activity*. (Eds.) K. Sankarasubramanian, M. Penn, A. Pevtsov ASP Conf. Ser. **346** (2005), 159–166
- Briggs, K., Güdel, M., Audard, M., Smith, K.: Attacking the X-Ray Emission Properties of Young Stars with the Sword of Orion. In *13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun* F. Favata et al. (ESA) (Eds.) (2005), 461–464
- Cappellari, M., Bacon, R., Bureau, M., Davies, R. L., de Zeeuw, P. T., Emsellem, E., Falcon-Barroso, J., Krajnovic, D., Kuntschner, H., McDermid, R. M., Peletier, R. F., Sarzi, M., van den Bosch, R. C. E., van de Ven, G.: Revisiting the $(V\sigma)-\epsilon$ anisotropy diagram of early-type galaxies using integral-field kinematics. astro-ph/0509470, “Nearly Normal Galaxies in a Λ CDM Universe”. A conference celebrating the 60th birthdays of George Blumenthal, Sandra Faber and Joel Primack. Santa Cruz, CA, (2005)
- Ferreras, I., Lisker, T., Pasquali, A., Carollo, C. M., Lilly, S. J., Mobasher, B.: GOODS, UDF, and the evolution of early-type galaxies. In: “The fabulous destiny of galaxies: Bridging past and present”, Marseille, June 2005. 5 p.
- Fluri, D.M., Berdyugina, S.V.: Flip-flops as observational signatures of different dynamo modes in the Sun and cool stars. In *Large-scale structures and their role in solar activity*. (Eds.) K. Sankarasubramanian, M. Penn, A. Pevtsov ASP Conf. Ser. **346** (2005), 167–173
- Glauser, A.M., Ménard, F., Pinte, C., Güdel, M., Duchêne, G.: Properties of the Circumstellar Gas and Dust Disk of IRAS 04158+2805. In *Protostars and Planets V* B. Reipurth et al. (Eds.) (2005), 8310
- Grigis, P. C., Buser, D., Benz, A. O.: Time evolution of the spectral index in solar flares. In *Solar Magnetic Phenomena, Proceedings of the 3rd Summerschool and Workshop held at the Solar Observatory Kanzelhöhe, Kärnten, Austria* Hanslmeier A., Veronig A., Messerotti M. (Eds.) (2005), 199–202
- Grosso, N., Briggs, K. R., Güdel, M., Guieu, S., and the XEST Team: X-Ray Emission from the Young Brown Dwarfs of the Taurus Molecular Cloud. In *Protostars and Planets V* B. Reipurth et al. (Eds.) (2005), 8020
- Güdel, M., Skinner, S.L., Telleschi, A., Briggs, K.R., Audard, M., Arzner, K., Smith, K.: Coronal X-Rays from Jet-Driving Young Stellar Objects. In *13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun* F. Favata et al. (ESA) (Eds.) (2005), 601–604
- Güdel, M., Telleschi, A., Skinner, S.L., Audard, M., Ness, J.-U.: The Eclipsing Binary CM Draconis: A Study with XMM-Newton. In *13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun* F. Favata et al. (ESA) (Eds.) (2005), 605–608
- Korhonen, H., Berdyugina, S.V., Tuominen, I.: Surface differential rotation on FK Com. In *The 13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun* F. Favata, J. Schmidt (Eds.) ESA SP **560** (2005), 719–722
- Maggio, A., Drake, J.J., Favata, F., Güdel, M.: Splinter Session: What Future for Stellar X-Ray Spectroscopy? In *13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun* F. Favata et al. (ESA) (Eds.) (2005), 129–138

- Maggio, A., Drake, J.J., Favata, F., Güdel, M., Jordan, C.: Benchmark Exercises for stellar X-ray Spectroscopy Testing (BEXST). In *X-ray diagnostics of astrophysical plasmas: theory, experiment, and observation* R.K. Smith (Eds.) (2005), 401–404
- Maier, C., Lilly, S.J., Carollo, C.M.: Oxygen Gas Abundances at $0.4 < z < 1.5$: Implications for the Chemical Evolution History of Galaxies. In: “The Fabulous Destiny of Galaxies; Bridging Past and Present”, Marseille, 2005
- Marsden, S.C., Carter, B.D., Donati, J.-F.: Doppler imaging and differential rotation of young open cluster stars. In *The 13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun* F. Favata, G.A.J. Hussain, B. Battrick (Eds.) ESA SP **560** (2005), 799–802
- Matthews, O.M., Truss, M.R., Wynn, G.A., Speith, R.: Outbursts of WZ Sagittae. In *The astrophysics of cataclysmic variables and related objects* J.-M. Hameury and J.-P. Lasota (Eds.) (2005), 171
- Miniati, F., Sigl, G.: Rencontres de Moriond, Elusive Intergalactic Magnetic Fields and their Impact on UHECRs Propagation Very High Energy Phenomena in the Universe. La Thuile, Italy, March 12-19, 2005
- Nordon, R., Behar, E., Güdel, M.: Flare and Quiescent X-Ray Emission from σ Geminorum. In *13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun* F. Favata et al. (ESA) (Eds.) (2005), 845–848
- Schuecker, P., Finguenov, A., Miniati, F., Boehringer, H., Briel, U. G.: Indications for Turbulence in the Coma Galaxy Cluster. Proceedings of the 2005 EPIC XMM-Newton Consortium Meeting, “5 years of Science with XMM-Newton”, Schloss Ringberg, April 11-13 2005
- Skinner, S.L., Briggs, K.R., Güdel, M.: The Unusual X-Ray Spectrum of FU Orionis. In *Protostars and Planets V* B. Reipurth et al. (Eds.) (2005), 8234
- Smith, K., Audard, M., Güdel, M., Skinner, S.L., Pallavicini, R.: Spot the Differences: The X-Ray Spectrum of SU Aur Compared to TW Hya. In *13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun* F. Favata et al. (ESA) (Eds.) (2005), 971–974
- Stäuber, P., Benz, A. O., Doty, S.D. van Dishoeck, E. F.: X-ray Chemistry in the envelopes around young stellar objects. The Dusty and Molecular Universe: A Prelude to Herschel and ALMA”, Eds.: A. Wilson. ESA Conference Series **413** (2005), 222–223
- Tan, J.: Clustered Massive Star Formation in Molecular Clouds. astro-ph/0507113 (2005)
- Telleschi, A., Güdel, M., Briggs, K., Arzner, K., Skinner, S., Audard, M.: X-Ray Emission from Accreting, Jet-driving T Tau Stars. In *Protostars and Planets V*. B. Reipurth et al. (Eds.) (2005), 8338
- Telleschi, A., Güdel, M., Briggs, K., Audard, M., Skinner, S.L., Ness, J.-U.: Coronal Evolution of Solar Analogs: A Study with XMM-Newton. In *13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun* F. Favata et al. (ESA) (Eds.) (2005), 993–996
- Weinmann, S.M., van den Bosch, F.C., Yang, X., Mo, H.J: astro-ph/0509147 (2005)

5 Sonstiges

Dr. Svetlana V. Berdyugina wurde von der Europäischen Wissenschaftsstiftung mit dem European Young Investigator (EURYI) Preis ausgezeichnet.

Arnold O. Benz