

Zürich

Institut für Astronomie

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

1 Personal und Ausstattung

1.1 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 (Vorsther) [-23804].

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. K. Arzner [-23814], Dr. S. Berdyugina [-23632], Dr. K.R. Briggs [-27987], Prof. Dr. A. Csillaghy [-25182], Dr. D. Fluri [-22527], Dr. S. Folini [-23633], Dr. M. Güdel [-27129], Dr. S. Koushiappas [-36466], Dr. C. Maier [-32770], 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].

Doktoranden:

Dipl.-Phys. M. Battaglia, Dipl.-Phys. U. Burch, Dipl.-Phys. S. Cantalupo, Dipl.-Phys. A. Dutton, Dipl.-Phys. A. Feller, Dipl.-Phys. M. Fivian, Dipl.-Phys. D. Gisler, Dipl.-Phys. P. Grigis, Dipl.-Phys. M. Haberreiter, Dipl.-Phys. P. Harjunpää, Dipl.-Phys. R. Holzreuter, Dipl.-Phys. F. Joos, Dipl.-Phys. J. Klement, Dipl.-Phys. R. Knaack, 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. T. Wenzler, Dipl.-Phys. M. Zemp.

Sekretariat und Verwaltung:

B. Codoni [-23813], C. Aurelio [-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].

2 Gäste

K. Abazajian (Los Alamos), J. Arnaud (Toulouse, Frankreich), F. Barrientos (Santiago), C. Baugh (Durham), R. Bender (München), A. Benson (Oxford), M. Bianda (Locarno), A. Burkert (München), T. Bourke (CfA, Cambridge, USA), P. Castangia (Cagliari), A. Cattaneo (Paris), S. Courteau (Kingston), D. Croton (Garching), R. Dave (Tucson), M. Demidov (Irkutsk, Russland), J. Devriendt (Lyon), L. Eyer (Genf), A. Ferguson (Garching), K. Ganda (Groningen), A.G. Gandorfer (Katlenburg-Lindau), E. Gaztanaga (Barcelona), O. Gerhard (Basel), A. Gonzalez (Gainesville), F. Haardt (Como), G. Kauffmann (Garching), S. Koushiappas (Columbus), P. Kronberg (Toronto), S. Krucker (UC Berkeley), O. Lahav (London), K.N. Nagendra (Bangalore, Indien), P. Madau (Santa Cruz), L. McArthur (Vancouver), A. Marconi (Florenz), S. Matarrese (Padova), F. Miniati (Garching), V. Obridko (Moskau, Russland), J. Ostriker (Cambridge), G. Paesold (Rochester, USA), S.I. Plachinda (Crimean Observatory, Ukraine), R. Peletier (Groningen), Z.Q. Qu (Kunming, China), R. Ramelli (Locarno), H.O. Rucker (Graz), P. Schneider (Bonn), A. Semanova (Katlenburg-Lindau, Deutschland), J. Staude (Potsdam, Deutschland), S.K. Solanki (Katlenburg-Lindau), V. Springel (Garching), J. Tan (Princeton), A. Taylor (Edinburgh), G. Tormen (Padova), L. van Waerbeke (Paris).

3 Wissenschaftliche Arbeiten

3.1 Physik der Sonne

Solare Polarimetrie mit ZIMPOL

Das Polarimetriesystem ZIMPOL (Zurich Imaging Polarimeter) wurde für verschiedene Beobachtungsprogramme am IRSOL (Istituto Ricerche Solari Locarno) eingesetzt: für den Venustransit, für die Suche nach "impact polarization" in Sonneneruptionen, für die Beobachtung der Streupolarisation in Moleküllinien und für Beobachtungen von Hanle- und Zeeman-Effekt in Protuberanzen.

Während des Venustransits am 8. Juni 2004 wurde die Polarisation des in der Venusatmosphäre gestreuten Sonnenlichts mit zwei Methoden gemessen. Einerseits wurden polarimetrische Bilder der Venusscheibe mit Farbfiltern, vom blauen bis roten Spektralgebiet, aufgezeichnet. Andererseits wurden im Spektralfokus die Natrium D₂ und D₁ Linien polarimetrisch aufgezeichnet, mit unterschiedlichen Positionen des Spektrographenspalts auf der Venusscheibe. Die Messungen dienten zum grossen Teil als Test der Instrumentierung, die für die Suche nach extrasolaren Planeten zum Einsatz kommen könnte.

Das Projekt über "impact polarization" in Sonneneruptionen wurde abgeschlossen. Eine Vielfalt von Eruptionen, grosse und kleine, in unterschiedlichen Positionen auf der Sonnenscheibe, wurden untersucht. Mit einem automatischen Flare-Erkennungssystem konnten alle Phasen eines Flares erfasst werden, auch die Flashphase am Anfang. Vektorpolarimetrische Bilder mit einem H α Filter sowie polarimetrische Aufzeichnungen der H α Linie im Spektralfokus wurden aufgenommen. In keinem einzigen der vielen Flares wurden Signaturen von "impact polarization" mit einer Amplitude über etwa 0.1% gefunden.

Das "zweite Sonnenspektrum" (das durch kohärente Streuprozesse linearpolarisierte Sonnenspektrum) ist besonders durch die vielen Moleküllinien reich strukturiert. Da diese Linien unterschiedlich empfindlich auf Magnetfelder bzw. den Hanle-Effekt sind, eignen sie sich für Magnetfelddiagnostik mit dem differentiellen Hanle-Effekt. Viele Molekülbanden wurden jedoch noch nie in Streupolarisation beobachtet. Ein Beobachtungsprogramm am IRSOL diente dazu, einen Überblick über die diatomaren Molekülbanden im sichtbaren Wellenlängenbereich des zweiten Sonnenspektrums zu gewinnen. Dies erlaubt es einerseits die theoretischen, quantenmechanischen Grundlagen der Molekülstrukturen experimentell zu überprüfen und andererseits die kleinskaligen turbulenten Magnetfelder der Sonnenatmosphäre zu untersuchen.

Das Programm für Vektorpolarimetrie in Protuberanzen wurde fortgesetzt. Polarimetrische Linienprofile in der Helium D_3 Linie sowie in der $H\alpha$ Linie wurden in vielen Protuberanzen aufgezeichnet. Sie geben Auskunft über den Magnetfeldvektor in den Protuberanzen einerseits durch den Hanle-Effekt mit Hilfe der Linearpolarisation und andererseits durch den Zeeman-Effekt via Zirkularpolarisation. Unter anderem finden wir völlig normale, antisymmetrische $H\alpha$ -Linienprofile in der Zirkularpolarisation, im Widerspruch zu Messungen von anderen Gruppen am THEMIS (Teneriffa) und ASP (USA), die unerklärte Profilformen beobachten.

(J.O. Stenflo, S.V. Berdyugina, A. Feller, D.M. Fluri, D. Gisler, H.P. Povel, S. Hagenbuch, in Zusammenarbeit mit M. Bianda und R. Ramelli, Locarno.)

Polarisation des kontinuierlichen Sonnenspektrums

Die Theorie für die Entstehung des kontinuierlichen Sonnenspektrums wurde entwickelt und angewendet, um die Beobachtungen mit ZIMPOL zu interpretieren. Die dominierenden Beiträge zur Polarisation des sichtbaren Spektrums entstehen durch Lyman und Thomson Streuung, aber die Anzahl so polarisierter Photonen ist wesentlich geringer als die Anzahl nicht-polarisierter Photonen aus Kontinuumsbeiträgen von H^- . In der Nähe der Balmergrenze gewinnen auch die unpolarisierten Beiträge der gebunden-gebunden Balmerübergänge an Bedeutung. Wegen der Druckverbreiterung der Balmerlinien durch den Stark-Effekt wird der effektive Balmersprung in der Polarisation stark rotverschoben. Für die Anwendung der Theorie wurde die empirische Kontinuumpolarisation aus dem grossen Datensatz "Atlas of the Second Solar Spectrum" (in drei Volumen, von Achim Gandorfer) über den Wellenlängenbereich 3161–6995 Å bestimmt. Zu diesem Zweck wurde ein statistisches Modell für das Verhalten der depolarisierenden Linien im zweiten Sonnenspektrum verwendet. Die Rotverschiebung des Balmersprungs wurde bestätigt, aber die empirische Kontinuumpolarisation liegt systematisch tiefer als die früher mit Strahlungstransport berechneten theoretischen Werte (J.O. Stenflo, in Zusammenarbeit mit A. Gandorfer, Katlenburg-Lindau).

Streupolarisation in starken chromosphärischen Linien

Starke chromosphärische Linien fallen im zweiten Sonnenspektrum besonders auf, weil sie eine Tripletstruktur aufweisen (nur in linearer Polarisation; in Intensität sind es normale einzelne Linien). Diese Struktur tritt auch im unmagnetischen Fall auf, hat also keinen Zusammenhang mit dem Zeeman-Effekt. Typische Beispiele solcher Linien sind $Na\ I\ D_2$ oder $Ca\ I\ 4227\ \text{Å}$. Mit Hilfe unserer weiterentwickelten Strahlungstransport-Programme haben wir eine vollständige Erklärung für die Entstehung der Tripletstruktur gefunden. Wir haben gezeigt, wie die Tripletstruktur durch das Zusammenspiel der Strahlungsfeld-Anisotropie mit einem komplexen Strahlungstransport-Phänomen, der sogenannten "partiellen Frequenz-Umverteilung", entsteht. Dieses Resultat ist in zweierlei Hinsicht bedeutungsvoll. Einerseits konnten wir überprüfen, dass die Tripletstruktur sowohl in $Na\ I\ D_2$ als auch in $Ca\ I\ 4227\ \text{Å}$ die gleiche Ursache besitzt. Dies ist relevant, weil das System der Na D Linien noch immer offene Fragen aufwirft (siehe Beitrag zum "Laborexperiment zur Messung der Polarisation durch kohärente Streuung" weiter unten). Andererseits stellt ein komplettes Verständnis der Streupolarisation in chromosphärischen Linien eine Grundvoraussetzung dar, um mit Hilfe des Hanle-Effekts Magnetfelder in der Chromosphäre zu diagnostizieren (R. Holzreuter und D.M. Fluri).

Hanle-Effekt in Moleküllinien

In vielen Wellenlängenbereichen dominieren molekulare Linien das zweite Sonnenspektrum. Die Streupolarisation wird durch schwache Magnetfelder via den Hanle-Effekt modifiziert. Dies ermöglicht es, schwache, turbulente Magnetfelder zu erforschen, welche mit Hilfe des Zeeman-Effekts nicht sichtbar sind. Aufgrund der grossen Anzahl von Moleküllinien innerhalb kleiner Wellenlängenbereichen eignen sich molekulare Linien besonders gut für Magnetfelddiagnostik mit dem sogenannten differentiellen Hanle-Effekt. Dabei werden

Kombinationen von Moleküllinien mit unterschiedlichen Empfindlichkeiten für den Hanle-Effekt gleichzeitig polarimetrisch aufgezeichnet. Aus den polarimetrischen Linienverhältnissen kann dann die Stärke des turbulenten Magnetfeldes direkt gefunden werden, ohne Abhängigkeit von Modellrechnungen mit Strahlungstransport. Wir haben dafür ideale Linien identifiziert, zwei C_2 Triplets bei 5140 Å und 5141 Å. Mit Hilfe dieser Linien haben wir ein diagnostisches Werkzeug entwickelt, welches es ermöglicht, Magnetfeldstärken im Bereich von ein paar Gauss bis zu mehreren Hundert Gauss zu bestimmen. Damit konnten wir erstmals den Hanle-Effekt in Moleküllinien nachweisen und eine Magnetfeldstärke in der Photosphäre der ruhigen Sonne von 7 ± 2 G messen (S.V. Berdyugina und D.M. Fluri).

Laborexperiment zur Messung der Polarisation durch kohärente Streuung

Mit einem Laborexperiment wird versucht, die Polarisation bei 90° -Streuung an Natriumdampf zu messen. Ziel ist es, die Frage zu beantworten, ob die rätselhafte auf der Sonne beobachtete Streupolarisation der Na I D_1 Linie ein Problem der Sonnenphysik oder der Quantenmechanik ist. Nach jahrzehntelangen Bemühungen ist nämlich bis heute keine Erklärung der solaren Messungen gefunden worden.

Für das Laborexperiment wurde eine Natriumzelle von A. Cacciani verwendet. Als Lichtquelle diente eine Niederdruck-Natriumlampe und für die Polarisationsanalyse ein piezoelastischer Modulator. Zur spektralen Trennung der beiden Natrium D_1 und D_2 Linien wurde in einer ersten Version des Experiments ein Lyot-Filterelement verwendet. Da diese Methode keine genügend saubere Trennung der beiden D-Linien ermöglichte, wurde das Lyot-Element mit Fabry-Perot Etalons aus Lithiumniobat im kollimierten Licht ersetzt. Dadurch konnten die D-Linien gut getrennt und die Linienprofile partiell aufgelöst werden, aber wegen der begrenzten Intensität der Natriumlampe war das S/N-Verhältnis der Messungen zu marginal für quantitativ genaue und eindeutige Resultate. Für höhere Intensitäten braucht man ein Lasersystem.

In der nächsten Phase des Experiments werden deshalb zwei abstimmbare Festkörperlaser für die beiden Kalium D_1 7698.98 Å und D_2 7664.91 Å Linien sowie eine speziell angefertigte Kaliumdampfzelle eingesetzt, da für den Wellenlängenbereich der gelben Natriumlinien keine Festkörperlaser existieren, und die Quantenphysik der Kalium D_1 und D_2 Linien identisch mit derjenigen der Natrium D_1 und D_2 Linien ist (J.O. Stenflo, A. Feller und Ch. Thalmann, in Zusammenarbeit mit A. Cacciani, Rom).

Thermische und magnetische Struktur eines Sonnenflecks

Wir haben die Zusammenhänge zwischen thermischen und magnetischen Eigenschaften in einem isolierten Sonnenfleck studiert. Dazu haben wir die spektropolarimetrischen Daten zweier infraroten Fe I Linien bei 15 648.5 Å und 15 652.8 Å mit unseren numerischen Programmen invertiert. Aufgrund der hohen Zeeman-Sensitivität dieser beiden Linien konnten wir die thermischen und magnetischen Eigenschaften im gesamten Sonnenfleck untersuchen. Die relevanten Parameter haben wir sowohl als Funktion des Ortes innerhalb des Sonnenflecks als auch der Höhe in der Atmosphäre bestimmt. Wir haben einen nicht-linearen Zusammenhang zwischen verschiedenen Komponenten des Magnetfeldvektors und der Temperatur gefunden, wodurch Resultate früherer Studien bestätigt wurden. Ausserdem haben wir den Verlauf der sogenannten "Wilson depression" und wichtige Plasma-Eigenschaften innerhalb des Sonnenflecks berechnet und mit früheren Ergebnissen verglichen (S.V. Berdyugina, in Zusammenarbeit mit S.K. Mathew, S.K. Solanki, A. Lagg, M. Collados, J.M. Borrero, Katlenburg-Lindau).

Diagnostik von Magnetfeldkonzentrationen durch G-Band Beobachtungen

Wir haben die realistischen magnetohydrodynamischen Simulationen im "G-Band" (ein durch Linien von CH-Molekülen dominiertes Spektralband) weitergeführt und vertieft. Die Simulationen haben gezeigt, dass die räumliche Verteilung von hellen Strukturen, welche im G-Band beobachtet werden, stark mit kleinskaligen Konzentrationen von Magnetfeldern auf der Sonnenoberfläche korrelieren. Die grosse Helligkeit wird durch die deutlich tiefere Häufigkeit von CH-Molekülen innerhalb der dünnen Magnetfeldstrukturen verursacht.

Unsere Studie konnte nachweisen, dass sich Beobachtungen der integrierten G-Band Helligkeit besonders gut eignen, um Magnetfeldkonzentrationen indirekt nachzuweisen. Der Umkehrschluss ist jedoch nicht notwendigerweise korrekt, denn wir konnten darlegen, dass nur ein Teil der Magnetfeldkonzentrationen im G-Band hell erscheinen (S.V. Berdyugina, in Zusammenarbeit mit S. Shelyag, M. Schuessler, S.K. Solanki und A. Vögler, Katlenburg-Lindau).

Nicht-axialsymmetrische Magnetfelder und Flip-Flops auf der Sonne und auf kühlen Sternen

Die Rotationsperiode der Sonne ist deutlich in der gemessenen Modulation der solaren Aktivität sichtbar, was darauf hinweist, dass aktive Regionen über lange Zeiträume bei den gleichen, bevorzugten heliographischen Längen auftreten. Wir konnten nachweisen, dass in der Nord- und in der Südhemisphäre der Sonne je zwei solcher bevorzugter "aktiver Längen", um 180° getrennt, während der gesamten Beobachtungsdauer von 120 Jahren existiert haben. Diese Regionen oder aktiven Längen verschieben sich langsam aufgrund der differentiellen Rotation. Ausserdem weisen die gegenüberliegenden aktiven Längen alternierend und periodisch die stärkere Aktivität auf, was als "Flip-Flop" Zyklus bezeichnet wird. Die gleichen Phänomene treten ebenfalls auf kühlen, schnell rotierenden Sternen auf. Dies legt nahe, dass auch der zugrunde liegende magnetische Dynamo, welcher die Magnetfelder erzeugt, bzw. verstärkt, in solchen Sternen vergleichbar ist mit jenem auf der Sonne. Dies ermöglicht es uns, einerseits das Phänomen der stellaren magnetischen Aktivität auf der Sonne im Detail zu studieren und andererseits mit Hilfe von kühlen Sternen einen Überblick über stellare Aktivität in einem viel grösseren Parameterraum zu gewinnen (S.V. Berdyugina).

Quasi-periodische Variationen im Sonnenmagnetfeld

Systematische tägliche Messungen des Magnetfeldes der Sonne werden mittels des Zeeman-Effekts seit 1966 am Mount Wilson Observatorium (UCLA, University of California, Los Angeles) und seit 1974 am Kitt Peak Observatorium (NSO, National Solar Observatory, Arizona) durchgeführt. Unsere umfassende Analyse dieser Datensätze hat Hinweise auf ausgeprägte Nord-Süd Asymmetrien sowie gleichmässige (quasi-)periodische Variationen im Magnetfeld geliefert, die kürzer sind als der 22-jährige Zyklus. Speziell ist eine etwa zweijährige Oszillation (mit einer Periode von 2.3 ± 0.2 Jahren), welche während den Aktivitäts-Maxima der Sonnenzyklen 20–22 (1965–1997) und wahrscheinlich auch während demjenigen des aktuellen Zyklus 23 (seit 1997) auftrat. Sie war am stärksten ausgeprägt für Moden, die nichtlineare Dynamo-Wellen gleichen. Variationen mit etwas kürzeren Perioden von 1.5–1.8 Jahren waren während den Zyklen 21 und 23 stark ausgeprägt und während den Zyklen 20 und 22 sehr viel schwächer. Eine ca. 1.3 jährige Periode trat während den Zyklen 21–23 auf und wahrscheinlich auch während dem Zyklus 20, zeigte aber das entgegengesetzte Verhalten: sie war eindeutig stärker während Zyklus 22 als während den Zyklen 21 und 23. Schmetterlingsdiagramme des Magnetfeldes zeigen, dass diese 1.3 jährige Periode wahrscheinlich mit grossskaligen magnetischen Strömen verknüpft ist, die sich in Richtung der Pole bewegen. Sie ist von speziellem Interesse, da helioseismische Untersuchungen auf eine ähnliche Periode in der solaren Rotationsrate am unteren Ende der Konvektionszone, dem vermuteten Sitz des Dynamos, hindeuten. Zusätzlich haben wir eine ganze Reihe von Quasi-Periodizitäten im Bereich von 100 bis 350 Tagen entdeckt (einschliesslich der Rieger Periode von ~ 155 Tagen), welche sich in guter Übereinstimmung mit den geschätzten Perioden von Rossby-ähnlichen Wellen befinden. Solche Wellen spielen auch eine wichtige Rolle in den Ozeanen und der Atmosphäre unserer Erde. Was die Rotation der grossskaligen Magnetfelder in der Photosphäre anbetrifft, so rotieren diese beinahe starr mit oft gut definierten Rotationsperioden, welche nicht nur von einem Zyklus zum anderen unterschiedlich sein können, sondern auch zwischen der Nord- und der Südhalbkugel. Wir nehmen an, dass dieses Verhalten verknüpft ist mit sogenannten Aktivitäts-Komplexen (Regionen mit erhöhter magnetischer Aktivität), welche während mehreren aufeinanderfolgenden Rotationen existieren können (R. Knaack, J.O. Stenflo und S.V. Berdyugina).

Modellierung solarer Helligkeitsschwankungen in den Zyklen 21, 22 und 23

Für den Zeitraum zwischen den abfallenden Phasen der beiden Maxima der Sonnenaktivitätszyklen 22 und 23 (1992-2003) wurden Modellrechnungen der totalen solaren Helligkeitsschwankung mit Hilfe täglicher Daten des Kitt Peak-Observatoriums (KP) durchgeführt. Das Modell basiert auf der Annahme, dass die solare Helligkeitsschwankung von der Verteilung und Häufigkeit verschiedener Magnetfeldgebiete der solaren Oberfläche herrührt. Die Resultate zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit den PMOD/WRC Composite Messungen der totalen solaren Helligkeit (Version 30, erhältlich unter: www.pmodwrc.ch) für die gesamte Zeitperiode. Betrachtet man Zeitskalen, die grösser sind als die solare Rotationsperiode, finden wir kein unterschiedliches Verhalten der beiden Zyklen 22 und 23. Dies impliziert, dass die Evolution des magnetischen Flusses der Sonnenoberfläche in beiden Zyklen die massgebende Quelle der Helligkeitsschwankungen ist.

Die obig beschriebenen Rekonstruktionen basieren auf Daten, die mit dem Spektromagnetographen (SPM) des KP-Observatoriums gemessen wurden. Es gibt einen weiteren KP Datensatz, der bis zum Jahre 1974 zurückgeht, aufgenommen mit dem älteren 512-channel Diode Array Magnetographen (512). Um die Modellrechnungen auch für diese Zeitperiode bestimmen zu können, mussten wir als erstes die KP/SPM und KP/512 Datensätze miteinander vergleichen. Dann konnten wir die Modellrechnungen bis zurück ins Jahr 1974 erweitern, d.h. bis zum Minimum des Aktivitätszyklus 21. Dies gab uns die Möglichkeit, unser Resultat mit den drei verschiedenen Composite Messreihen (PMOD, ACRIM und ROB) der totalen Helligkeitsschwankung (zusammengestellt von drei verschiedenen Gruppen) zu vergleichen. Jede der drei Messreihen, gemessen zwischen 1978 und heute, wurde von Messdaten verschiedener Satelliten zusammengestellt. Es zeigte sich, dass unsere Modellrechnungen gut mit dem PMOD Composite übereinstimmt, jedoch markant schlechter mit den beiden anderen. Dies ist ein sehr wichtiges Resultat, da die Composite Messreihen als Input für Klimastudien eine wichtige Rolle spielen (T. Wenzler, D.M. Fluri, in Zusammenarbeit mit S.K. Solanki und N.A. Krivova, Katlenburg-Lindau).

Variabilität der solaren UV Strahlung

Die Variabilität der solaren UV Strahlung hat einen starken Einfluss auf die Chemie und Dynamik der Erdatmosphäre. Wir rekonstruieren die UV-Strahlung für Zeiten, für welche es keine Beobachtungen gibt, anhand von Magnetogrammdaten, welche bis zum Jahr 1974 zurückgehen. Mit dem Strahlungstransportcode COSI (C'ode for Solar Irradiance) berechnen wir Intensitätsspektren der ruhigen Sonne, Sonnenflecken und -fackeln. COSI berechnet das Kontinuum und die Linien in nichtlokalem thermodynamischen Gleichgewicht (non-LTE). Die verwendeten Temperatur- und Dichtestrukturen enthalten den ansteigenden Temperaturverlauf der Chromosphäre und Übergangsregion. Die Spektren werden nach ihrer zeitlich veränderlichen Flächenbedeckung auf der Sonnenscheibe gewichtet und ergeben damit das variable UV-Spektrum. Es sei betont, dass mit diesem Ansatz ein UV Spektrum in absoluten physikalischen Einheiten rekonstruiert wird. Ein Vergleich mit SUSIM-Beobachtungen an Bord des UARS Satelliten ergibt eine sehr gute Übereinstimmung für den Zeitraum zwischen 1992 und 2003, jedoch liegt die rekonstruierte Variabilität zwischen 1974 und 1992 unterhalb der Beobachtung (M. Haberreiter, in Zusammenarbeit mit N. Krivova, Katlenburg-Lindau T. Wenzler, IfA, ETH Zürich und W. Schmutz, PMOD/WRC Davos).

Beschleunigung von Elektronen in solaren Flares

Der Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager (RHESSI) Satellit beobachtet die Röntgenstrahlung der Sonne von 3 keV bis 17 MeV. Die Energieverteilung der Photonen bei Energien über ca. 20 keV folgt einem Potenzgesetz. Daher muss auch die Energieverteilung der Elektronen einem Potenzgesetz folgen. Dieses kann unter bestimmten Annahmen aus den Photonen berechnet werden. Der Spektralindex der Potenzverteilung kann aus RHESSI-Daten wesentlich besser als bisher bestimmt werden. Im vergangenen Jahr konnte die Genauigkeit durch bessere Korrekturen der Spektren und Hintergrundsubtraktion

nochmals wesentlich verbessert werden. Dank diesen Verbesserungen konnten wir zeigen, dass der Spektralindex mit dem Fluss in allen Details antikorreliert. Früher wurde dieses Verhalten bereits für das ganze Flare nachgewiesen. Noch besser ist die Antikorrelation jedoch für die einzelnen Spitzen zu sehen. 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. Dieses Verhalten konnte aus den Beobachtungen nun quantitativ bestimmt werden. Es ist gleichbedeutend mit einer Beschleunigung, die bei ca. 9 keV einen konstanten Wert (Drehpunkt) liefert, aber moduliert wird, indem mehr Teilchen zu höheren Energien gebracht werden. Die Beobachtungen sind verträglich mit einem thermischen Plasma von ca. 10 MK, aus dem Elektronen stochastisch beschleunigt werden (P. Grigis und A.O. Benz).

Nicht-thermische Röntgenstrahlung von Flares verschiedener Grösse

Aus den vielen Flares, die RHESSI im Laufe der vergangenen 3 Jahren beobachtet, wurden 100 ausgewählt, so dass pro Grössenklasse (GOES Flareklasse) von A1 bis M9 etwa gleichviel vertreten sind. In diesen Flares wurde im Maximum das Spektrum in thermische und nicht-thermische Komponente zerlegt und die physikalischen Eigenschaften bestimmt. Die nicht-thermische Komponente enthält einen wesentlichen Teil der Energie, die in Flares freigesetzt wird. Das Resultat zeigt eindeutig, dass kleine Flares ein weiches Spektrum nicht-thermischer Photonen haben. Das quantitative Verhalten ist ähnlich wie beim zeitlichen Verhalten eines einzelnen Flares oder Flarelements (siehe oben). Es liegt auch wieder eine quantitative Beziehung vor zwischen Spektralindex und Fluss bei hoher Photonenenergie. Der Nachweis von der Abhängigkeit des Spektralindex von der Flaregrösse bedeutet auch, dass die nicht-thermische Energie in kleinen Flares, und somit die Gesamtenergie, die in Flares freigesetzt wird, bisher unterschätzt wurde (M. Battaglia und A.O. Benz).

Bestimmung der freigesetzten Flare-Energie

In Flares wird magnetische Energie vermutlich mittels Rekonnektion entgegenlaufender Feldlinien freigesetzt. Die Energie wird primär in nicht-thermische Elektronen und Ionen, aber auch in Form von Plasmabewegung, Heizung und Wellen abgegeben. Um den Vorgang besser zu verstehen, wäre es von grossem Vorteil, die gesamte Energie und ihre Aufteilung zu messen. Ein Teil der Energie der Elektronen geht durch Stösse an die Chromosphäre verloren, die aufgeheizt auf koronale Temperaturen weiche Röntgenstrahlung (unter 20 keV) abgibt. Wir haben eine Technik entwickelt, um die Energie der beschleunigten Elektronen aus der nicht-thermischen Emission von Röntgenstrahlung wesentlich genauer als bisher zu bestimmen. Dazu muss über alle Teilchenenergien integriert werden. Weil der Spektralindex grösser ist als 2, wird das Integral von der tiefsten Energie oder einem Knick in der Energieverteilung bestimmt. Durch verschiedene numerische Versuche und Simulationen konnten wir die Realität solcher spektralen Strukturen verifizieren. Bei tiefen Energien wird die Strahlung zudem von thermischer Emission dominiert. Aus RHESSI-Daten lassen sich weitaus besser als bisher das Spektrum bei tiefer Energie (3-15 keV) bestimmen und den Übergang von thermischer zu nicht-thermischer Strahlung untersuchen. Systematische Messungen an vielen Flares zeigen, dass die nicht-thermische Energie nur einen Faktor 2-3 grösser ist als die thermische Energie, die als weiche Röntgenstrahlung vom Target der nicht-thermischen Elektronen abgestrahlt wird. Die Umwandlung ist damit effizienter als bisher in der Literatur publiziert (P. Saint-Hilaire und A.O. Benz).

Multiwellenlängenbeobachtungen von Flares

Mit dem Datenzentrum HEDC ist es einfacher geworden, gemeinsam beobachtete Ereignisse von RHESSI und unserem Radiospektrometer Phoenix-2 zu suchen. Der Vergleich der beiden zeigte überraschenderweise, dass die Röntgen- und Radiostrahlung in einem Flare nicht wie erwartet korrelieren. Die beiden Strahlungen scheinen nicht von Teilchen zu stammen, die am gleichen Ort und zur gleichen Zeit beschleunigt wurden. Dies weist

darauf hin, dass in einem Flare nicht nur eine gewisse Stromschicht instabil wird, sondern eine ganz aktive Region betroffen ist und mehrere Stromschichten destabilisiert werden. Das Verhältnis von kohärenter Radiostrahlung in Dezimeterwellen zur Teilchenbeschleunigung erscheint unter diesen Umständen in einem neuen Licht. Einerseits ist Radiostrahlung nicht zwingend mit der primären Energiefreisetzung verbunden, wie man sie in Röntgenstrahlung beobachtet. Sie kann aber bei Vorgängen in grosser Höhe eine direkte Emission des Beschleunigers gedeutet werden. Ein Beispiel von komplementärer Diagnostik der beiden Strahlungen wird in der Arbeit über die grossen Flares von Oktober/November 2003 gezeigt. Die Strahlung von "Radio Afterglows" nach grossen Flares kann mit sekundären Energiefreisetzungen (Rekonnektionen) auf Grund der Neuordnung der Magnetfeldkonfiguration erklärt werden (A.O. Benz, P. Grigis, A. Csillaghy und P. Saint-Hilaire).

Heizung der Korona

Die genaueren Kenntnisse der Energieaufteilung von Flares gibt auch einen neuen Aspekt für die Koronaheizung durch kleinste Flares. In Mikroflares aktiver Gebiete und Nanoflares in ruhigen Gebieten lässt sich die thermische Energie des Flareplasmas mittels EUV- und Röntgenstrahlung bestimmen und eine Temperatur von 6-10, resp. 1,5 MK messen. Dies ist jedoch eine sekundäre Energieform. Die ursprüngliche Energiefreisetzung ist grösser, und ein Teil davon geht direkt in die Heizung der Korona ein. Die genaue Bestimmung der Flare-Energie erlaubt nun eine grobe Abschätzung des Energieinputs von kleinen Flares in die Korona. Während der Energieinput durch beobachtete Nanoflares für die Heizung der ruhigen Korona fast ausreichend ist, tragen die bisher beobachteten Mikroflares in aktiven Gebieten wenig zur Heizung bei (A.O. Benz und P. C. Grigis, in Zusammenarbeit mit S. Krucker, UC Berkeley).

Beobachtung und Modellierung von stochastischer Beschleunigung in solaren Eruptionen

Die wissenschaftliche Arbeit zur Beschleunigung von Elektronen in der Sonnenkorona verfolgte drei Richtungen: 1) RHESSI Datenanalyse und Entwicklung von geeigneten statistischen Inversmethoden; 2) numerische Simulationen zur Modellierung der Teilchenbeschleunigung in solaren Eruptionen; 3) theoretische Untersuchungen zur stochastischen Beschleunigung. Das letzte Projekt soll hier kurz zusammengefasst werden.

Wenn man davon ausgeht, dass die beobachteten Potenzgesetze (von Energiespektren) als statistische Summe von Einzelprozessen zu deuten sind, stehen zwei grundsätzliche Wege offen: entweder man postuliert individuelle Zuwächse mit divergierendem zweiten Moment, oder es werden Wirkungsquerschnitte (Diffusionskoeffizienten) eingeführt, welche (mit zunehmender Energie) ausreichend langsam abfallen. Der erste Ansatz führt auf traditionelle fraktale Diffusionsgleichungen mit konstanten Koeffizienten, der zweite auf klassische stochastische Beschleunigung mittels Fokker-Planck Gleichungen. In der aktuellen Arbeit werden beide Aspekte kombiniert und deren Wechselwirkung untersucht. Zu diesem Zwecke bietet sich das allgemeine Operatoralkül und insbesondere die Mellintransformation als geeignetes Hilfsmittel an, um zwischen Potenzgesetzen und anderem (z.B. exponentiellem) Zerfall zu unterscheiden. Als vorläufiges Resultat zeichnet sich (auch aus Monte-Carlo-Simulationen) ab, dass Einzel-Zuwächse vom index α ($0 < \alpha < 2$) den Diffusionskoeffizienten $D \sim |E|^\nu$ dominieren falls $\alpha > \nu$, während umgekehrt der Diffusionskoeffizient das Hochenergie-Verhalten bestimmt wenn $\nu > \alpha$ und $\nu > 1$ (K. Arzner, PSI, in Zusammenarbeit mit A.O. Benz, ETHZ, L. Vlahos, Univ. Thessaloniki, B. Knaepen, Univ. Bruxelles).

3.2 Physik der Sterne

Modelle der Umgebung von Protosternen mit UV- und Röntgenstrahlung

Junge Sterne sind starke Röntgenstrahler. Der Ursprung dieser Strahlung ist nicht klar, stehen doch drei Energiequellen zur Verfügung: Akkretion von Materie auf den Stern, Drehmoment der Akkretionsscheibe und Aktivitäten im koronalen Magnetfeld des Sterns. Wir konnten zeigen, dass die Synchrotronstrahlung des Prototyps von jungen Sternen, T Tauri,

durch relativistische Elektronen auf ein kleines Volumen beschränkt ist. Ein Teil der hoch-energetischen Vorgänge scheint in der Magnetosphäre des Sterns stattzufinden. Diese Beobachtung stützt die Hypothese, dass magnetische Vorgänge, ähnlich den solaren Flares, in der Atmosphäre des Protosterns die Röntgenstrahlung verursachen. Andere Röntgenquellen, wie Schocks von Akkretion oder Jets, werden auch vorgeschlagen. Es ist nicht bekannt, wann in der Sternentwicklung die magnetische Aktivität beginnt. Vermutlich werden auch in früheren Phasen der Sternentstehung als T Tauri starke UV- und Röntgenstrahlungen erzeugt, die aber infolge der Einbettung ins kollabierende Gas nicht beobachtet werden. Die Hochenergiestrahlungen photoionisieren das Gas, was die chemischen Reaktionen in den inneren Region von einigen 100 AE der Akkretionsscheibe grundlegend verändert. Wir haben mit Modellen die Chemie dieser Region simuliert und Moleküle gefunden, die durch die Hochenergiestrahlung entstehen oder in ihrer Folge vermehrt werden. Eine theoretische Arbeit zur Auswirkung von protostellarer UV Strahlung wurde veröffentlicht, eine Untersuchung über den zusätzlichen Einfluss der Röntgenstrahlung, die weiter in die Gashülle eindringt, ist noch im Gang (P. Stäuber und A.O. Benz, in Zusammenarbeit mit E. van Dishoeck, Leiden, S. Doty, Denison Univ., und J. Jorgensen, CfA, Cambridge).

Entdeckung von durch UV- und Röntgenstrahlung induzierter Moleküle

Die Beobachtungen von Moleküle, die in protostellaren Objekten durch hoch-energetische Strahlung verursacht werden, wurden mit dem Submillimeter-Teleskop JCMT auf Hawaii weitergeführt. Zu den bereits gefundenen Molekülen CO^+ , CN und NO , die alle charakteristisch für Hochenergiestrahlung sind, wurde auch SO^+ und wahrscheinlich HOC^+ gefunden. Bei den protostellaren Objekten handelt es sich um nahe gelegene Objekte der Klasse 0 mit kleiner Masse, sowie um tief eingebettete massenreiche Protosterne. Aus den meisten der ausgewählten Objekten entweicht keine Röntgenstrahlung. Die entdeckten Moleküle sind jedoch nur als Tracer dieser Strahlung zu interpretieren. Es ist dies das erste Mal, dass UV- und Röntgenstrahlung durch das Vorhandensein bestimmter Moleküle nachgewiesen wurde. Es ist gleichzeitig auch der früheste Nachweis dieser Strahlung in der Sternentstehung.

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 Gornegrat und in Chile (Nanten2 und APEX) zum Einsatz kommen. Ferner sind wir an einem Projekt mit dem Herschel Satellit der ESA beteiligt, der 2007 gestartet, der im Submillimeterbereich beobachten wird. 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 E. van Dishoeck, Leiden).

XMM-Newton, Spitzer Space Telescope, und erdgebundener Survey der Taurus-Molekülwolken

Eine Grossuntersuchung des nächsten Sternentstehungsgebietes in den Taurus-Molekülwolken (TMC) wurde begonnen. TMC produziert ausschliesslich Sterne von kleiner Masse, welche relativ isoliert entstehen. Die erste Hälfte unseres Surveys mit XMM-Newton ist beobachtet worden. Erste Auswertungen ergaben unerwartet 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. Ein Vergleich mit dem wenig absorbierten Spektrum eines klassischen T Tauri-Sterns gibt bei hohen Energien jedoch gute Übereinstimmung. 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, welches das ganze Gebiet mit dem Spitzer Space Telescope in allen Bändern des mittleren Infrarot aufnehmen wird, wurde ebenfalls bewilligt. 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 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, 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 vier Protosterne mit starken molekularen Ausflüssen und Jets beobachtet. Bei allen Systemen liegen die Jets nahezu in der Himmelsebene, sodass eine Positionsabweichung zwischen Röntgenquelle und Protostern optimal nachgewiesen werden kann. Die Chandra-Beobachtungen mit einer Auflösung von 0.5 Bogensekunden haben jedoch klar ergeben, dass die Röntgenemission innerhalb dieser Genauigkeit vom Protostern selber stammt. Alle Spektren sind sehr stark absorbiert, was auf eine grosse Wasserstoffkolonnendichte (ca. 10^{23} cm^{-2}) hinweist. Die Spektren wurden mit einer Maximum-Likelihood-Methode interpretiert, wobei zusätzlich Information über die charakteristischen Elektronentemperaturen erhalten wurden (mehrere 10 MK, was mit Schocks nicht erklärt werden kann). Die Staub-Kolonnendichten, die aus optischer Extinktion abgeleitet werden, sind im Vergleich zur interstellaren Materie viel zu klein. Eine Überprüfung der optischen Extinktionen sollte vorgenommen werden (M. Güdel, K. Arzner, K. Briggs, A. Telleschi, PSI, in Zusammenarbeit mit M. Audard, Columbia University, und S. Skinner, University of Colorado).

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

Wir haben zum ersten Mal das T Tauri-Dreifachsystem im Röntgengebiet räumlich aufgelöst beobachtet, und ebenfalls das erste 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. Ein von XMM-Newton aufgenommenes 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. Das Projekt wird fortgesetzt mit einer viel tieferen Beobachtung des Systems im folgenden Jahr (M. Güdel, K. Briggs, A. Telleschi, PSI, in Zusammenarbeit mit M. Audard, Columbia University, und S. Skinner, University of Colorado, K. Smith, Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Bonn).

Röntgenstrahlung von jungen Sternen im Orion-Sternentstehungsgebiet

Ein junger Stern akkretiert Masse von einer zirkumstellaren Scheibe und treibt dabei einen Jet an. Diese Sterne unterscheiden sich von der Sonne durch ihre schnelle Rotation und ihr vollkonvektives Inneres. Der Einfluss dieser Faktoren auf den Dynamo, die Magnetfeldstruktur und damit die Heizung (Ort, Energiefluss) von Plasma in diesen Systemen ist unklar. Die produzierte Röntgenemission ist wichtig für die Ionisation der gesamten Sternumgebung.

Das XMM-Newton-Röntgenobservatorium hat Röntgenstrahlung von mehreren hundert jungen Sternen in einem $2^\circ \times 0.5^\circ$ grosses Sternentstehungsgebiet um das Schwert des Orion aufgenommen. Im nördlichsten Gebiet zeigten massearme Sterne mit einem Ultraviolettexzess (Indikator für starke Massenakkretion) einen Leuchtkraft-Median von L_X/L_{bol} , der um einen Faktor 2–3 tiefer lag als für schwach akkretierende Systeme. Dies deutet darauf hin, dass die magnetische Aktivität primär auf dem Stern lokalisiert ist, und dass die Akkretion den Heizungsprozess hemmt und nicht antreibt. Eine Abschwächung des Dynamos durch Abbremsung der Rotation scheint nicht feststellbar zu sein: es gibt keine inverse Beziehung zwischen L_X/L_{bol} und der Rotationsperiode wie für Hauptreihensterne. Wir

fanden Plasmatemperaturen kontinuierlich bis zu ≈ 50 MK. Solche Strahlung muss eine bedeutende Rolle in chemischen Prozessen in der Akkretionsscheibe spielen (K.R. Briggs & M. Güdel, PSI, in Zusammenarbeit mit M. Audard, Columbia/NY, und K.W. Smith, STScI Baltimore).

Akkretionsscheiben um magnetische Sterne

Akkretionsscheiben werden in einem breiten Kontext gefunden, von jungen Sternen bis zu aktiven galaktischen Kernen. Die Effekte eines zentralen Magnetfeldes sind oft sehr wichtig: sie können zum Beispiel zu einer Lücke zwischen innerer Scheibe und dem Stern führen. Eine neue analytische Lösung wurde verwendet, um die Scheibenstruktur in magnetischen Systemen vorherzusagen: diese Struktur beeinflusst das Ausbruchsverhalten und Planetenmigration. Simulationen wurden mit einem 1-dimensionalen Gittercode und mit einem 3-D "smoothed particle hydrodynamics"-Code durchgeführt. In beiden Fällen wurde zusätzliches Drehmoment hinzugefügt, um ein Magnetfeld zu simulieren. Diese Simulationen wiedergeben die langen Intervalle zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ausbrüchen von FU Orionis-Sternen ebenso wie von der Zwergnova WZ Sge, falls die Scheibe genügend abgeschnitten wird. Die darauf folgenden "Echo"-Ausbrüche von WZ Sge wurden ebenso reproduziert (O.M. Matthews, PSI, in Zusammenarbeit mit R. Speith, Tübingen, G.A. Wynn, Leicester, M.R. Truss, St. Andrews).

Röntgenstrahlung von einem braunen Zwerg in den Plejaden

Magnetische Aktivität ist auf allen kühlen Hauptreihensternen nachzuweisen, jedoch fallen die koronalen Energieverluste zwischen M8-Sternen und den "ultra-kühlen" braunen Zwergen sehr stark ab.

Die magnetische Aktivität in braunen Zwergen ist deshalb interessant, weil diese Objekte ihre Energie durch Gravitationskontraktion und nicht durch Wasserstofffusion gewinnen, und weil die braunen Zwerge mit zunehmendem Alter abkühlen. So sind braune Zwerge in Sternentstehungsgebieten starke Röntgenquellen. Alte Objekte ($t > 300$ Myr) dagegen sind zwar in ganz seltenen Fällen durch Röntgenflares, aber nie durch kontinuierliche Röntgenemission detektiert worden.

Die Population von braunen Zwergen in den Plejaden (Alter ≈ 125 Myr) ist daher wichtig für unser Verständnis magnetischer Aktivität und ihrer Evolution auf diesen Objekten. Wir haben das XMM-Newton Röntgenobservatorium verwendet, um fünf Kandidaten zu beobachten, mit Spektraltypen im Bereich M7–M8. Wir detektierten das wärmste der Objekte, Roque 14 (M7). Seine Röntgenstrahlung scheint kontinuierlich zu sein, obschon ein flareartiges Verhalten mit langer Zerfallszeit von über einer Stunde nicht ganz ausgeschlossen werden kann. Die koronale Emission übertrifft die chromosphärischen Verluste, was analog ist zur Situation in kühlen Hauptreihensternen (K.R. Briggs, PSI, in Zusammenarbeit mit J.P. Pye, Leicester).

Jet Simulationen für MWC 560

Mit hydrodynamischen Simulationen wurden Jetmodelle für das symbiotische Doppelsternsystem MWC 560 untersucht. MWC 560 ist eine spezielle Jetquelle, weil die Jetachse exakt entlang der Sichtlinie liegt, und somit das ausfließende Gas als blauverschobene, variable Absorptionen im Spektrum der zentralen Quelle beobachtbar ist.

Die Simulationen wurden für eine achsensymmetrische, variable (gepulste) Jetströmung in einem dichten Umgebungsmedium durchgeführt. Die Eigenschaften des Jets wurden dabei variiert um die Abhängigkeit von verschiedenen Jetparametern zu untersuchen. Diese Modellrechnungen lieferten als Resultat die zeitabhängige Entwicklung der Jetstruktur, d.h. die Dichte, Temperatur, Zusammensetzung und Geschwindigkeit des Gases als Funktion von Ort und Zeit. Damit konnte die Dynamik und die Entwicklung der berechneten Jetpulse untersucht werden. Aus der berechneten Jetstruktur wurden zudem Karten für die Jetemission berechnet und synthetische Absorptionsprofile erstellt.

Die berechneten Absorptionsprofile konnten mit unseren umfangreichen spektroskopischen Beobachtungen der Jetabsorptionen von MWC 560 verglichen werden. Die Analyse zeigt,

dass die berechneten Modelle die beobachtete spektrale Struktur der Jet-Absorptionen und ihre zeitliche Variabilität qualitativ sehr gut reproduzieren kann. Etwas zu schwach sind noch die berechneten Absorptionen, die durch die Pulse erzeugt werden und auch die Kühlung des Jetgases ist weniger effizient als beobachtet. Zur Zeit werden diese Diskrepanzen mit zusätzlichen Modellrechnungen untersucht und es scheint, dass eine höhere Jetdichte die verbleibenden Diskrepanzen grösstenteils beheben kann (H.M. Schmid in Zusammenarbeit mit M. Stute und M. Camenzind, Landessternwarte Heidelberg).

Interpretation magnetischer Aktivität auf kühlen Sternen mit Hilfe von Dynamo-Moden

Kühle, rasch rotierende Sterne weisen eine erhöhte magnetische Aktivität mit zyklischen Eigenschaften über verschiedene Zeitskalen auf. Aktive Regionen treten hauptsächlich bei zwei um 180° getrennten Längen auf. Dabei dominiert abwechselungsweise und quasi-periodisch eine dieser beiden aktiven Längen. Der Wechsel der dominanten Aktivität von der einen auf die andere Seite wird als "Flip-Flop" bezeichnet. Weil die aktiven Regionen durch grosse, dunkle Flecken charakterisiert sind, äussert sich die Aktivität dieser Sterne in Helligkeitsschwankungen, bzw. in variablen Leuchtkurven. Wir haben eine neue Methode zur Interpretation der stellaren Aktivitätszyklen entwickelt, welche auf der Modellierung solcher Leuchtkurven aus gegebenen Dipol- und Quadrupolmoden des Magnetfeldes basiert. Dadurch lassen sich mit Hilfe von Messungen der Helligkeitsvariabilität Aussagen über den der Aktivität zugrunde liegenden magnetischen Dynamo gewinnen. Demnach sind langlebige aktive Längen eine natürliche Folge von nicht-axialsymmetrischen Dynamo-Moden. Unser Modell liefert ausserdem eine einfache Erklärung für das Auftreten von Flip-Flops und reproduziert erfolgreich die typischen Eigenschaften von Helligkeitsschwankungen kühler, aktiver Sterne (D.M. Fluri und S.V. Berdyugina).

Flecken auf FK Com: aktive Längen und Flip-Flops

Die Oberflächenstruktur des Riesen FK Com haben wir bereits früher für die Jahre 1994–1998 mit Hilfe der sogenannten "Doppler imaging" Methode rekonstruiert. Weil die meisten Sterne auch mit den besten Teleskopen nicht aufgelöst werden, kann die Oberflächenstruktur nicht direkt beobachtet werden. Sie lässt sich jedoch durch Inversion aus der zeitlichen Veränderung von Spektrallinienprofilen gewinnen, da die Linienformen modifiziert werden, wenn sich helle oder dunkle Gebiete über den Stern bewegen. Diese "Doppler imaging" Methode wurde verwendet, um neue Oberflächenbilder für die Jahre 1998–2003 zu gewinnen. Dadurch konnten die aktiven Längen und die differentielle Rotation weiter studiert werden. Das Auftreten von Flip-Flops auf FK Com etwa alle 3 Jahre wurde bestätigt (S.V. Berdyugina, in Zusammenarbeit mit H. Korhonen, Potsdam, und I. Tuominen, Oulu, Finnland).

Tomographie stellarer, nicht-radialer Pulsationen

Stellare, nicht-radiale Pulsationen wurden mit Hilfe der numerischen Methode zur Rekonstruktion von Sternoberflächen untersucht. Die Inversion liefert ein Bild der Sternoberfläche, auf welcher sektorische und tesserale Moden unterschieden werden können. Dadurch lässt sich die Pulsation bestimmen, ohne dass Annahmen über die spezifische Art der Pulsation notwendig waren. Die Methode der Oberflächenrekonstruktion wurde auf den rasch rotierenden Stern ω^1 Sco angewandt. Dadurch konnten wir insbesondere zeigen, dass sich die verwendete Methode gut zur Identifikation von Pulsations-Moden eignet (S.V. Berdyugina).

"Doppler imaging" von IM Pegasus in Unterstützung der NASA/Stanford Gravity Probe-B Mission

Gravity Probe-B (GP-B), ein von NASA und der Stanford Universität entwickelter Satellit, befindet sich seit April 2004 in einem polaren Orbit. Mit Hilfe von GP-B sollen zwei bisher unbestätigte Vorhersagen der Allgemeinen Relativitätstheorie von A. Einstein, das sogenannte "frame dragging" und der geodätischen Effekt, überprüft werden. Die Anforderungen an die Genauigkeit des Experiments sind enorm, da die Ausrichtung des Satelliten auf 1 Milli-Bogensekunde genau erfolgen muss. Dazu peilt GP-B den Stern IM Peg an, ein spektroskopischer Doppelstern vom Typ RS CVn mit einer langen Rotationsperiode von

24.65 Tagen. Der Primärstern des Systems, ein K2 Riese, weist eine starke magnetische Aktivität auf, welche sich in grossen dunklen Flecken auf der Sternoberfläche äussert. Es wurde befürchtet, dass diese Sternflecken den optischen Schwerpunkt des Sterns genügend verschieben könnten, um die Ausrichtung von GP-P signifikant zu beeinflussen, was unbedingt berücksichtigt werden müsste. Deshalb haben NASA/Stanford der ETH einen Kontrakt angeboten, aufgrund dessen wir IM Peg während der Satellitenmission optisch überwachen und die Verschiebungen des optischen Schwerpunktes durch Rekonstruktion der Sternoberfläche mit Hilfe der "Doppler imaging" Methode bestimmen.

IM Peg wird jede Nacht mit dem 2-Meter "Automatic Spectroscopic Telescope" (AST) beobachtet. Das AST ist Teil des Fairborn Observatoriums in Arizona und wird von der Tennessee State University betrieben. Diese Daten haben es uns ermöglicht, 9 Bilder der Sternoberfläche zu erstellen, welche die Periode von August 2003 bis November 2004 abdecken. Damit konnten wir zeigen, dass sich der optische Schwerpunkt von IM Peg innerhalb eines Gebietes von weniger als 10 % des Sternradius (entspricht 0.1 Milli-Bogensekunden) verschoben hat, da die Flecken in dieser Zeit recht gleichmässig über die Sternoberfläche verteilt waren. Photometrische Daten deuten jedoch darauf hin, dass sich die Flecken nun vermehrt auf der einen Hemisphäre konzentrieren, nachdem im Laufe des Jahres 2004 ein "Flip-Flop" stattgefunden hat.

Zusätzliche Beobachtungen von IM Peg im September 2004 am 3.9-Meter "Anglo-Australian Telescope" (AAT) mit einem hohen Signal-Rausch-Verhältnis haben es uns ermöglicht, erstmals die sekundäre Komponente des Doppelsternsystems zu detektieren. Mit Hilfe unsere numerischen Methode konnten wir auch zwei volle Umläufe des Sekundärsterns aus den seit September 2004 erhaltenen AST Daten rekonstruieren. Dadurch konnten wir die Bahnparameter des IM Peg Doppelsternsystems verbessern, was von grosser Bedeutung für die GP-B Mission ist (S.V. Berdyugina und S.C. Marsden).

Koronale Evolution von solaren Analogon

Wir haben hochaufgelöste XMM-Newton-Röntgenspektren von sechs solaren Analogon mit verschiedenem Alter (zwischen 0.1 und 1.6 Gyr) untersucht. Wir haben die thermische Struktur (Emissionsmassverteilung, DEM) und die Elementhäufigkeiten mit zwei verschiedenen Methoden und zwei verschiedenen Atomdatenbasen hergeleitet. Einerseits wurden multi- T koronale Modelle simultan mit den Häufigkeiten gefittet, auf der Basis von zwei verschiedenen Softwarepaketen. Andererseits haben wir zuerst die Flüsse der hellsten Eisenlinien extrahiert. Damit liess sich ein häufigkeitsunabhängiges DEM herleiten. Die Häufigkeiten wurden dann in einem zweiten Schritt bestimmt, indem die beobachteten Linieneinflüsse mit den vorhergesagten (unter Annahme solarer Zusammensetzung) verglichen wurden. Unabhängig von der Methode und der Atomdaten zeigt das DEM der jüngeren, aktiveren Sterne Plasma mit Temperaturen bis zu 20-30 MK. Bei den älteren Sternen verschwindet diese Komponente. Wir haben danach das Verhältnis zwischen koronalen und photosphärischen Elementhäufigkeiten bestimmt. Für die älteren Sterne fanden wir einen ähnlichen Verlauf wie für die solare Korona: die Elemente mit einem ersten Ionisations-Potential (FIP) <10 eV sind angereichert. Andererseits fanden wir für die aktivsten Sterne eine flache Verteilung, mit einer Tendenz zur Unterhäufigkeit der Elemente mit tiefem FIP. Die Lichtkurven der sechs Sterne zeigen eine beträchtliche Variabilität. Diese deutet an, dass Flares eine wichtige Rolle in der Koronaheizung spielen. Wir haben ein einfaches Model, in dem die gesamte Koronaheizung in Flareloops abläuft, angewendet, um die Lichtkurven statistisch zu rekonstruieren. Der Energiebereich der benötigten Flares nimmt zu mit zunehmender stellarer Leuchtkraft (A. Telleschi, M. Güdel, K. Briggs, PSI, in Zusammenarbeit mit M. Audard, Columbia University, S. Skinner, Univ. of Colorado, und J.-U. Ness, Hamburg).

3.3 Extragalaktische Astronomie

Kosmologie und Galaxienevolution bei hoher Rotverschiebung

C.M. Carollo und S.J. Lilly sind Mitglieder des COSMOS Teams, einer globalen Kollaboration mit dem Ziel, das HST Treasury Program von ACS Bildern, die ein zwei Quadrat grosses Feld beinhalten, mit ausführlichen Nachbeobachtungen über ein breites Band von Wellenlängen von Röntgenstrahlen bis Radiowellen zu ergänzen. Das Ziel des COSMOS Programms ist Zusammenhänge zu finden zwischen der Galaxienentwicklung, den Schwarzen Löchern im Zentrum, ihrer Umgebung und der grossskaligen Struktur, in die sie eingebettet sind. Die gute Qualität der erhältlichen HST+ACS Bilder des ganzen Felds erlauben, zusammen mit den Rotverschiebungen, die von Zusatzdaten abgeleitet werden, die Morphologie als Funktion von sowohl kosmischem Alter wie auch Umgebung zu studieren. Mehrere Mitglieder der Gruppe arbeiten an diesem Projekt.

Um die Information in der grossen Zahl von COSMOS Bildern zu nutzen, entwickeln C. Scarlata, M. Sargent und C.M. Carollo Software-Werkzeuge, mit denen die Morphologie schwacher Galaxien völlig automatisch bestimmt werden kann. In jeder Galaxie werden Lichtmoment (M20), Asymmetrie (A), Konzentration (C), and Gini-Koeffizient (G) gemessen. Das Ziel dieses Teils des Projekts ist es, die Regionen im Parameterraum definiert durch M20, A, C, und G zu bestimmen, worin sich die verschiedenen morphologischen Klassen befinden. Als Beitrag zum COSMOS-Projekt haben T. Lisker und S.J. Lilly eine Menge von K-Band Bildern komplett reduziert, die mit dem CTIO Observatorium in Chile gemacht wurden. Schliesslich hat S. Lilly einen detaillierten Plan einer ehrgeizigen Kampagne von spektroskopischen Übersichtsmessungen entwickelt, um den COSMOS Datenset mit dem VIMOS Spektrograph am VLT zu ergänzen, der 25'000 Galaxien bei Rotverschiebungen von $0.3 < z < 1.4$ und nochmals 25'000 bei $1.4 < z < 2.5$ enthält. Dem Projekt wurden über die nächsten zwei Jahre 60 Nächte bewilligt.

K.V. Tran und S.J. Lilly haben ihre Suche nach schwachen Ly α emittierenden Galaxien bei $z \approx 6.5$ fortgesetzt. Die Analyse der früheren Daten, in denen keine solche Galaxien gefunden wurden, hat ihnen erlaubt zu zeigen, dass die Dichte dieser LAEs bei $z \approx 6.5$ kleiner ist als bei $z \approx 3$. Neue Beobachtungen, welche den Umfang des Surveys verdoppeln, wurden im Oktober 2004 am VLT gemacht.

S.M. Weinmann und S. Lilly haben die Zahl und die Beobachtbarkeit der Pop III "Paarinstabilität" Supernovae geprüft, die bei grosser Rotverschiebung zu erwarten ist. Dies wird wichtig im Zusammenhang mit dem zukünftigen James Webb Space Telescope (JWST). Sie zeigten, dass alle neulich publizierten Schätzungen wahrscheinlich um Faktoren von 10-10.000 zu hoch sind. Obwohl solche Objekte, falls sie existieren, mit dem JWST detektierbar sind, sind sie so selten, dass es äusserst unwahrscheinlich ist, sie bei $z \gg 15$ zufällig zu finden.

C. Scarlata, in Zusammenarbeit mit M. Stiavelli (STScI, Baltimore), führt eine Übersichtsmessung am HST+ACS durch, um $z > 6$ Galaxien in der Nähe von SDSS QSOs bei ähnlicher Rotverschiebung zu finden. Da QSOs mit hoher Materiedichte assoziiert sind, vermuten wir, dass sie gehäuft mit solchen Galaxien auftreten. Scarlata fand eine Häufung von Objekten mit $(I - z) > 1.5$ im QSO Gebiet bei einer Konfidenz von $\approx 97\%$ auf der Basis von Zählungen und von 99.4% wenn er die Farbverteilung einbezieht. Dieses Beispiel ist die Galaxienanhäufung bei der gegenwärtig grössten Rotverschiebung.

S. Cantalupo, C. Porciani, S. Lilly und F. Miniati haben eine hydrodynamische Simulation angewandt, um relativistische Modelle von fluoreszierender Ly α Emission von optisch dickem Wasserstoff Gas bei einer Rotverschiebung von $z \approx 3$ konstruieren. Ein einfacher Strahlungstransport wurde angenommen, um den Durchgang der ionisierenden Strahlung durch das berechnete Volumen zu simulieren und die Verteilung des neutralen Wasserstoffs zu berechnen. Schliesslich wurde ein drei-dimensionaler Monte Carlo Code eingesetzt, um den Transport der Ly α Photonen zu verfolgen. Die numerischen Details verbessern frühere

Arbeiten und zeigen, dass frühere idealisierte Modelle die Tendenz hatten, die Fluoreszenzemission zu überschätzen. Der Grund liegt in der komplexen Topologie und dem Geschwindigkeitsfeld der Wolken, welche die Grössenverteilung und die Oberflächenhelligkeit der Quellen bestimmen.

C. Maier, S.J. Lilly und C.M. Carollo haben mit ISAAC am VLT und NIRSPEC am Keck Spektroskopie im nahen Infrarot gemacht, um die $H\alpha$ und [NII] Linien von 27 CFRS Galaxien bei $0.47 < z < 0.92$ zu messen. Damit erweitern sie ihre bereits existierenden optischen Daten. Sie haben eine Firtroutine entwickelt für [OII], $H\beta$, [OIII], $H\alpha$, und [NII], dem Extinktionsparameter AV, dem Ionisationsparameter q, und der Sauerstoffhäufigkeit [O/H] und bestimmen damit für jede Galaxie die individuelle Extinktion (AV), die Sternentstehungsrate (SFR), und [O/H]. Der Vergleich von SFR, [O/H], MB und AV dieser Galaxien bei mittlerer Rotverschiebung mit den Eigenschaften von lokalen Galaxien und mit chemischen Evolutionsmodellen wird gerade durchgeführt.

C. Maier, in Zusammenarbeit mit K. Meisenheimer und H. Hippelein (beide MPIA, Heidelberg), hat weitergefahren, Galaxien im CADIS Survey mit FORS2 am VLT und DOLORES am TNG zu beobachten. Es gibt Hinweise, dass die Metallizität-Luminositätsrelation auch bei mittlerer Rotverschiebung existiert. Sie scheint aber nach geringerer Häufigkeit und höherer Leuchtkraft verschoben zu sein im Vergleich zum lokalen Universum. Im Vergleich der beobachteten Metallizitäten und Luminositäten der Galaxien bei $0 < z < 3$ mit Pegase2 chemischen Evolutionsmodellen finden sie ein bevorzugtes Szenario, in dem die Metallizität der Galaxien um einen Faktor ≈ 2 zwischen $z \approx 0.7$ und heute ansteigt, und die Luminosität sich um $\approx 0.5 - 0.9$ mag vermindert.

A. Pasquali beschäftigt sich mit dem APPLES Parallel Survey mittels HST/ACS und GRAPES (dem ACS Gitterprisma Nachfolgeprogramm der Ultra Deep Field Bilder). Beide Programme werden von J. Rhoads und S. Malhotra (STScI, Baltimore, USA) angeführt. Die Zusammenarbeit hat zur Entdeckung einer bisher unbekanntem kugelförmigen Zwerggalaxie geführt, in der Sterne entstehen. In Bezug auf das GRAPES Projekt arbeitet A. Pasquali zusammen mit I. Ferreras (UCL, UK) und E. Daddi (ESO) an den Eigenschaften von elliptischen Galaxien im UDF/GRAPES Survey bei Rotverschiebungen zwischen ≈ 0.5 und ≈ 2 . Es war zum ersten Mal möglich, die Staubschalen und ausgedehnten Scheiben in elliptischen Galaxien bei $0.5 < z < 1.1$ nachzuweisen und zu zeigen, dass es keine signifikante Entwicklung in der Morphologie mit Rotverschiebung gibt bis zu $z \approx 1.1$.

K. V. Tran, in Zusammenarbeit mit P. van Dokkum (Yale), G.D. Illingworth (UCO/Lick), M. Franx (Leiden Observatory) und Daniel Kelson (OCIW), hat den Bruchteil der poststarburst ("E+A") Feldgalaxien im Gebiet der mittleren Rotverschiebung gemessen und ihre physikalischen Eigenschaften bestimmt. Das Hauptresultat ist, dass der E+A Anteil im Feld kleiner ist als in Haufen. Ebenfalls studiert wurden die Galaxienpopulationen in MS2053-04, einem Galaxienhaufen bei $z \approx 0.6$ mit dem Resultat, dass die wahrscheinlichen Vorgänger von SOs mit tiefem Mass-Leuchtkraft-Verhältnis in nahen Galaxien sternbildende Galaxien sind, die bei höherer Rotverschiebung ins Feld abwanderten.

Grossskalige Strukturen

Mit Hilfe des 2dF QSO Redshift Survey haben C. Porciani, P. Norberg und M. Magliocchetti (SISSA, Italien) die Häufigkeitseigenschaften von etwa 14000 Quasaren bei einer Rotverschiebung zwischen $0.8 < z < 2.1$ gemessen. Zum ersten Mal haben sie die Entwicklung der Quasar-Relationsfunktion mit Rotverschiebung bestimmt, bei einem Signifikanzniveau von 3.6 Sigma. Für die beobachteten Häufigkeiten und Clustering haben sie darauf geschlossen wie Quasare Dunkelmaterie-Halos verschiedener Masse bevölkern. Sie fanden, dass sich die optisch ausgewählten Quasare in Halos mit $M > 10^{12}$ Sonnenmassen befinden und die mittlere Masse der Gast-Halos 10^{13} Sonnenmassen ist. Vom Anteil der Halos, welche aktive Quasare enthalten, haben sie eine charakteristische Quasarlebenszeit von etwa 10^7 Jahren bei $z \approx 1$ abgeschätzt. Sie nähert sich 10^8 Jahren bei höheren Rotverschiebungen.

Ebenfalls mit dem 2dFGRS Survey haben P. Norberg und D. Croton (MPA, Garching), E. Gaztanaga (IEEC, Barcelona) und C. Baugh (ICC, Durham), zusammen mit dem ganzen 2dFGRS Team, das Clustering höherer Ordnung bei den 2dFGRS Galaxien in Abhängigkeit der Leuchtkraft mit Hilfe einer raumbegrenzten Auswahl untersucht. Die Interpretation der Resultate wird stark von der Existenz von zwei seltenen Super-Clustern in der Auswahl beeinflusst. Aber sie zeigt, dass M^* Galaxien bis etwa 6 in Rotverschiebung ein hierarchisches Clustering entwickeln. Zusammen mit C. Porciani wurden auch Indizien gefunden, die im 2dFGRS Survey auf sehr grosse kohärente Strukturen hindeuten.

P. Norberg hat auch mit S. Cole und J. Peacock (2dFGRS Team) zusammengearbeitet, um die systematischen und statistischen Fehler im geschätzten Powerspektrum zu studieren. Sie haben die vollständige Maximum-Likelihood-Technik benutzt und den vollen Fehler der Kovarianz-Matrix einbezogen, um die passendsten kosmologischen Parameter für Λ CDM-Typ-Modelle zu bestimmen. Der Baryonen-Anteil ist demnach auf 20% genau messbar und, wenn mit den neuesten CMB-Resultaten kombiniert, erhalten sie eine Massendichte der Materie mit etwa 10% Genauigkeit.

F. van den Bosch, zusammen mit P. Norberg und H.J. Mo und X. Yang (beide Universität von Massachusetts, Amherst, USA), bestimmten mittels des 2dFGRS Surveys die Geschwindigkeit von Galaxien-Satelliten als Funktion der Leuchtkraft der Gast-Galaxie. Die resultierende Kinematik der Satelliten zeigt eine ausgezeichnete Übereinstimmung mit den Voraussagen unseres bedingten Leuchtkraft-Funktionsmodells (CLF) und gibt damit ein unabhängiges Indiz für die dynamische Entwicklung, welche die Masse-Leuchtkraftverhältnisse des CLF Formalismus voraussagt. Die Autoren haben auch gezeigt, dass in einer Λ CDM-verträglichen Kosmologie die beobachteten Häufigkeiten von Gast- und Satelliten-Galaxien im 2dFGRS Survey einer relativ tiefen Powerspektrum-Normalisierung bedürfen.

F. van den Bosch, zusammen mit H.J. Mo und X. Yang (beide Universität von Massachusetts, Amherst, USA) und Y.P. Jing (Shanghai Observatorium, China), haben das Halo-Besetzungsmodell gebraucht, um einen neuen Galaxiengruppen-Suchalgorithmus zu eichen. Diese neue Methode ist erfolgreicher als der herkömmliche Freunde-von-Freunden Suchalgorithmus. Gruppenkataloge wurden gebraucht, um die Zweipunkt-Gruppenkorrelationsfunktionen zu finden, welche einen starken Anstieg der Korrelation mit dem mittleren Intergruppenabstand anzeigen.

F. van den Bosch, zusammen mit H.J. Mo und X. Yang (beide Universität von Massachusetts, Amherst, USA) und Y. Wang und Y. Chu (beide Universität für Naturwissenschaft und Technologie in China, Hefei, China), haben die Dreipunkt-Korrelationsfunktion von Galaxien untersucht. Die Resultate, welche sie vom 2dFGRS Survey erhielten, sind in guter Übereinstimmung mit den Modellvoraussagen, welche auf dem bedingten Leuchtkraft-Funktionsmodell beruhen.

F. van den Bosch, zusammen mit G. Tormen und C. Giocoli (beide Universität von Padua, Italien), haben ein einfaches semi-analytisches Modell konstruiert, um die Massenfunktion von Dunkelmaterien-Subhalos zu berechnen. Sie haben gezeigt, dass entgegen früheren Behauptungen die Subhalo-Massenfunktion nicht universell ist. Sowohl die Steigung wie auch die Normalisierung hängen im Gegenteil vom Verhältnis der angestammten Halo-Masse und der charakteristischen nicht-linearen Masse ab.

P. Norberg, zusammen mit C. Frenk (ICC, Durham), S. White (MPA, Garching) und S. Cole (ICC, Durham), haben den vollen 2dFGRS Survey gebraucht, um isolierte, helle Galaxien zu finden, welche zusammen mit ihren assoziierten Satelliten untersucht wurden. Die Satelliten-Geschwindigkeitsverteilung wurde bei grossen Abständen gemessen und mit einer hochaufgelösten n -Körper Simulation verglichen, die mit semi-analytischen Galaxien bevölkert war. Dies erlaubt, die Masse des Galaxien-Halos zu bestimmen.

V. Eke (ICC, Durham), zusammen mit P. Norberg und dem ganzen 2dFGRS Team, haben, mit Hilfe eines Perkolationsalgorithmus angewandt auf den 2dFGRS Survey, die grösste erhältliche homogene Menge von Galaxiengruppen konstruiert. Der resultierende 2PIGG

Katalog wird nun gebraucht, um den sichtbaren Inhalt von Galaxiensystemen mit verschiedenen Grössen zu untersuchen. Ein eindeutiger Trend von zunehmender Halo-Masse-zu-Licht-Verhältnis mit zunehmender Gruppenleuchtkraft in den 2PIGG Daten wurde gefunden.

F. Miniati, zusammen mit E. Arnaud und G. Sigl (beide IAP), haben die Propagation von Eisen- und Protonen-Kernen über 10^{19} eV in grossskaligen Strukturen simuliert und mit Quellendichten verglichen. Sie fanden, dass die Injektion von reinem Eisen eine Energieverteilung der ultra-energiereichen kosmischen Strahlung (UHECRs) voraussagt, welche verschieden ist von jener der Protoneninjektion und den existierenden Beobachtungen unter ungefähr 30 EeV widerspricht. Die Injektion von leichten Kernen oder Protonen muss daher bei diesen Energien beitragen. Bei höheren Energien sind die existierenden Daten jedoch konsistent mit der Injektion von reinem Eisen mit Spektral-Indizes zwischen 2 und 2.4. Die Eigenschaften der Ankunftsrichtungsstatistik, Spektrum und Atommassen der Teilchen, welche auf der Erde detektiert werden, wurden für verschiedene Szenarios im Hinblick auf die kommenden Messungen mit dem AUGER Observatorium berechnet.

F. Miniati hat mit M. Brueggen (Bremen) und T. Ensslin (MPA) die Leuchtkraftfunktion von Radioüberresten berechnet, welche durch die Kompression des alten Radioplasmas (ausgeworfen von den Radiogalaxien) und durch strukturformierende Stosswellen produziert wird. Die berechnete Leuchtkraftfunktion stimmt mit den neusten Beobachtungen überein und sagt voraus, dass mit der kommenden Generation von tieffrequenten Radioteleskopen (wie LOFAR, SKA) ca. 1000 Radioüberreste entdeckt werden sollten. Darüber hinaus sagen sie Radioüberreste voraus, welche vor allem in Niederdruckgebieten ausserhalb der Kerne von Galaxienhaufen aufzufinden sind.

Galaxien in der gegenwärtigen Epoche

C. Scarlata, C.M. Carollo und A. Pasquali haben eine grosse Datenmenge von Bildern der lokalen Scheiben-Galaxien analysiert, welche mit verschiedenen Instrumenten auf dem Hubble Space Teleskop gemacht wurden. Im Speziellen haben sie an optischen (I und B Band, ACS) und infraroten (H Band, NICMOS) hochaufgelösten Bildern einer Menge von 9 Spiral-Galaxien (Sa bis Sc) gearbeitet. Diese Galaxien sind bekannt, dass sie einen Zentralkörper haben, der durch ein exponentielles Profil beschrieben werden kann. Die (B-I) und (I-H) Farben der Zentralkörper werden interpretiert mittels eines stellaren Populationsmodells, das zeigt, dass die Zentralkörper einen grossen Bereich von stellaren Alter umfassen, das von 6.5 bis etwa 10 Giga-Jahren erreicht.

M. Zemp, C.M. Carollo und B. Moore (Universität Zürich) haben während Galaxienkollisionen mit numerischen Simulationen die dynamische Entwicklung von schwarzen Löchern studiert. Sie haben sich auf die Phase der dynamischen Reibung konzentriert, während derer die massiven schwarzen Löcher gegen das Zentrum des Überrests sinken und ein Binärobjekt bilden. Sie studierten auch die darauf folgende Phase, in welcher das Schwarzes-Loch-Binärsystem weiter zerfällt durch gravitationelle Steinschleuder-Wechselwirkungen, und die Endphase der schnellen Koaleszenz der beiden schwarzen Löcher. Die Abstände der schwarzen Löcher verringern sich genügend, so dass die Emission von Gravitationswellen ein wirksames Mittel wird, um den verbleibenden Drehimpuls wegzutransportieren.

A.A. Dutton und F.C. van den Bosch haben zusammen mit S. Courteau (Queens Universität, Kingston, Kanada) und A. Dekel (Hebrew Universität, Jerusalem) semi-analytische Modelle gebraucht, um die Bildung von Scheiben-Galaxien zu studieren. Sie haben numerische Galaxien konstruiert, um die Skalenverhältnisse zwischen Leuchtkraft, Rotation und Grösse der Scheibe zu studieren. Dabei gingen sie von den beobachtenden Neigungen, Null-Punkten und Streuungen sowie Korrelationen der Reste aus, um ihre semi-analytischen Modelle einzuschränken. Die vorläufigen Resultate legen nahe, dass für Modelle, welche den Beobachtungsdaten genügen, keine adiabatische Kontraktion des Dunkelmaterien-Halos als Folge der Scheibenbildung eintritt, oder sie teilweise sogar umgekehrt wird.

P.P. Papadopoulos arbeitete an verschiedenen Aspekten des interstellaren Mediums in externen Galaxien mit Betonung ihrer kalten Komponente (HI und HII Gas und vermischem Staub). Er hat sich speziell für das Studium der Eigenschaften des molekularen Gases interessiert, beobachtbar in mm/sub-mm CO und HCN Linien, wie auch für das Staub-Kontinuum in der extremen Umgebung von Starbursts im lokalen und entfernten Universum.

J. Tan und E. Blackman (Rochester) haben ein neues Modell zur Sternentstehung in den Zentren der elliptischen Galaxien vorgeschlagen, das helfen könnte, die niedrige Leuchtkraft von schwarzen Löchern in diesen Galaxien zu erklären. Sie haben erfolgreich für Zeit am SMA nachgeschaut, um den Scheibenkern von M87 zu beobachten und das Modell zu testen.

A. Pasquali, zusammen mit G. Kauffmann (MPA, Garching) und T. Heckmann (JHU, Baltimore, USA), haben die Strahlung im fernen Infrarot der IRAS Bänder von SDSS Galaxien untersucht, für welche optische Spektren erhältlich sind. Das Ziel ist eine statistische Untersuchung über den Ursprung der Infrarotemission in AGNs mit Rotverschiebungen von $z \approx 0.2$. Das Projekt wird noch weitergeführt.

A. Pasquali, zusammen mit P. Castangia (Universität von Cagliari, Italien), verwenden Archivspektren von IUE und HAST/WFPC2 und NICMOS Bilder, um die Starburst-Galaxie NGC 7673 zu erfassen und in ihrer Sternbildungsgeschichte bei verschiedenen Wellenlängen zu charakterisieren. Im Speziellen untersuchen sie die Eigenschaften (Alter und Masse) von Supersternhaufen, welche in optischen und Infrarot-Wellenlängen die beobachteten UV-Spektren erklären können.

Galaktische Sternentstehung und stellare Populationen

J. Tan und L. Eyer (Observatorium Genf) haben nach Sternen gesucht, welche dynamisch aus dem jungen, tief eingebetteten Orionnebel-Sternhaufen herausgeschleudert wurden. Das dynamische Herausschleudern von massiven Sternen ist wahrscheinlich ein wichtiger Effekt, um die Rückkopplung der Entstehung massenreicher Sterne auf den Protosternhaufen zu begrenzen.

J. Tan und M. Kirkland (Princeton) haben ihre Untersuchung von nahen Infrarot-Dunkelwolken weitergeführt, die wahrscheinlich in einer frühen Phase der Bildung eines Sternhaufens sind. Zusätzlich zur Bestimmung der Massen, Grössen und des inneren Drucks haben sie verschiedene Sternbildungsszenarios mit Moleküllinien und Profilen verglichen.

J. Tan und J. Munoz (Princeton) haben die Variabilität von zwei Untersuchungsreihen von Gamma-Ray Bursts (GRBs) untersucht, welche von BATSE auf dem Compton GRO beobachtet wurden. Die grössere Menge besteht aus vielen hellen, langandauernden GRBs. Die zweite Menge besteht aus jenen Bursts, für welche optische Afterglows gemeldet wurden. Sie finden einen signifikanten Unterschied in den Variabilitätseigenschaften: Die Bursts, welche Afterglows produzieren, haben die Tendenz, Variabilität auf einer kürzeren Zeitskala zu zeigen. Dies schränkt die möglichen Modelle für GRBs ein.

J. Tan und C. McKee (UC Berkeley) sind weitergefahren mit ihren Bemühungen, die Sternentstehung der ersten Generation zu verstehen: Sie haben Fortschritte gemacht in der Erklärung, wie protostellare Rückwirkung die Akkretion bei diesen Objekten limitieren kann und somit ihre Anfangsmasse bestimmt.

Gamma-Ray Bursts: Polarisiert und magnetisch getrieben?

Eine auf Beobachtungen mit dem RHESSI-Satelliten gestützte Publikation (W. Coburn & S.W. Boggs 2003, Nature 423, 415) kam kürzlich zum Schluss, dass die harte Röntgenemission zumindest eines beobachteten GRB ca. 80% linear polarisiert war, was dem Maximalwert für Synchrotronemission einer mit dem Spektrum verträglichen Elektronverteilung entspricht. Die gezogenen Schlüsse waren aufsehenerregend: Starke geordnete Magnetfelder sind möglicherweise für den Beschleunigungsprozess des beobachteten Jets oder Feuerballs massgebend. Wir haben die gesamte Datenanalyse mit den dafür erforderlichen, grundlegenden Parametern der RHESSI-Satellitenstruktur und den Detektoreigenschaften

(Analyse von Compton-gestreuten Photonen in den Mehrfachdetektoren) durchgeführt und dazu ein detailliertes Fehlerbudget hergeleitet. Die frühere Publikation konnte klar widerlegt werden. Die darin gezogenen Schlüsse basieren auf einer Fehlinterpretation von zufälligen Koinzidenzen in Detektorpaaren. In Wirklichkeit lässt sich eine Aussage über den Polarisationsgrad beim beobachteten GRB infolge der grossen Fehlerlimiten nicht machen. Dasselbe trifft auf einen zweiten untersuchten GRB zu. Schlüsse über geordnete Magnetfelder in GRB lassen sich deshalb vorderhand nicht machen. Die Anforderungen an einen GRB für erfolgreiche Polarisationsmessungen mit RHESSI wurden abgeschätzt. Geeignete GRB dürften sehr selten sein (K. Arzner, M. Güdel, in Zusammenarbeit mit dem PSI-Labor für Astrophysik: C. Wigger/PI, W. Hajdas, A. Zehnder).

3.4 Astronomische Instrumentierung

Optische und elektronische Komponenten für den ESA Satelliten Herschel

Die ETH ist an einem wichtigen Teil des HIFI Instruments beteiligt, einem der drei Fokalinstrumente des Herschel Satelliten der ESA. HIFI wird ab 2007 Submillimeter-Wellen mit grosser Empfindlichkeit und spektraler Auflösung messen. Der Forschungsschwerpunkt ist die Sternentstehung und die Beobachtung von Wasserdampf in verschiedenen astronomischen Objekten. Das Institut für Astronomie ist für die Fabrikation der Hauptoptik und Mixersubassemblies 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 überwacht wird. Mixersubassemblies bestehen mit tausenden von Elementen, 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 wird nun ebenfalls in der Industrie hergestellt. Das Institut für Astronomie wird ab 2005 die Betreuung des gesamten ETH Teils übernehmen (A.O. Benz, Ch. Monstein, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Feldtheorie und Höchstfrequenz und SRON, Groningen).

Instrumentierung für optische Polarimetrie

Das ZIMPOL2 System erwies sich als sehr stabil und zuverlässig, trotz einiger kleinerer ungelöster aber tolerierbarer Probleme. Aus diesem Grund waren nur wenige Reparatur- und Unterhaltsarbeiten erforderlich. Aufgrund von Anforderungen der Benutzer wurden verschiedene Modifikationen und Verbesserungen durchgeführt. Die Hauptarbeit konzentrierte sich auf die Entwicklung einer neuen ZIMPOL3 Kamera. Ferner wurde ein Labormodell für einen Hochspannungstreiber für Pockels-Zellen entwickelt und getestet.

ZIMPOL 3 Kamera

Primäres Ziel der Entwicklung einer neuen demodulierenden ZIMPOL3 CCD-Kamera ist der Ersatz der Kameras, die seit etwa 5 Jahren in unseren ZIMPOL-Systemen eingesetzt werden. Die neue Kamera basiert auf dem gleichen Prinzip wie die vorhergehende ZIMPOL2 Kamera. Sie wurde jedoch weitgehend umkonstruiert unter Verwendung der neuesten elektronischen Komponenten und mit einem fortgeschrittenen System-Konzept. Parallel zur Entwicklung der Kamera wurde ein neues Konzept für die zur Steuerung und den Betrieb des Instruments benötigte Software entworfen, das flexibler ist und leichter an unterschiedliche Betriebssystem-Umgebungen und die verschiedensten Bedürfnisse der Benutzer angepasst werden kann. Die Software kann auf mehrere Computer verteilt sein, die untereinander und mit dem ZIMPOL-System über Ethernet miteinander vernetzt sind.

Neben dem Ersatz der vorhandenen ZIMPOL2 Kameras wird die neue Kamera auf Grund ihres flexibleren und fortschrittlicheren Entwurfs als Plattform für weitere Entwicklungen und neue Anwendungen in Betracht gezogen. So planen wir die Verwendung neuer CCD-Sensoren mit mehr und kleineren Pixeln, d.h. mit besserer räumlicher Auflösung bei gleichem Gesichtsfeld. Ausserdem ist allgemein der Einsatz in einem schnellen "Differential-Imaging-System" möglich, wie z.B. als Demodulator in einem schnell modulierenden Polari-

metrie-System an einem kommenden Sonnen-Teleskop (S. Hagenbuch, P. Steiner und H.P. Povel).

Polarisations-Modulatoren

Weitere Verbesserungen wurden bei den schnellen Polarisationsmodulatoren erreicht. Für Polarisationsmessungen mit höchster polarimetrischen Genauigkeit, wie sie z.B. für das CHEOPS Projekt benötigt werden, wurden neue FLC-Modulatoren mit sehr hoher optischer Qualität evaluiert und ausführlich untersucht.

Für die gleichzeitige Messung aller 4 Stokes-Parameter wird ein Mehrphasen-Polarisations-Modulator benötigt. Von D. Elmore (HAO, Boulder) wurde eine 4-Phasen-Modulations-Schema mit 2 Pockels-Zellen vorgeschlagen. Dafür wurde ein spezieller bipolarer Doppel-Hochspannungstreiber entwickelt. Der Entwurf basiert auf zwei Hochspannungs-Versorgungen und drei Push-Pull-HV-Schaltern. Mit einem Schalter wird die Hochspannung zwischen zwei Werten umgeschaltet, während mit den beiden anderen Schaltern die Polarität gewechselt wird. Die von Meadowlark entwickelten Pockels-Zellen (45 mm x 3.2 mm) benötigen eine Hochspannung bis maximal 2500 V. Die Bedienung des Gerätes erfolgt über einen embedded Controller mit Ethernet-Schnittstelle. Ein Labormuster des HV-Treibers wurde aufgebaut und mit einer Pockels-Zelle bei einer Modulationsfrequenz bis zu 1 kHz erfolgreich getestet (H.P. Povel und D. Gisler).

Mikrolinsen

Eine neue Generation von Mikrolinsen-Arrays für die CCD-Sensoren wurde entwickelt mit dem Ziel in Zukunft unmaskierte Standardsensoren für ZIMPOL verwenden zu können. Zwei erste Prototypen wurden vom CSEM (Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique) hergestellt und auf einen Test-CDD aufgebracht. Ausführliche Testmessungen im Labor und am Teleskop (IRSOL) wurden durchgeführt, um die Qualität und die Leistungsfähigkeit des Designs zu untersuchen. Sowohl bei der Brennweite wie auch bei der Fokussiergenauigkeit konnten die Vorgaben gut erfüllt werden. Für Messungen mit hoher polarimetrischen Genauigkeit ist der Streulichtanteil noch zu hoch, so dass in diesem Punkt weitere Verbesserungen erforderlich sind (D. Gisler, H.P. Povel und Ch. Thalmann).

CHEOPS: Phase A Studie für den "ESO Planet Finder"

CHEOPS ist ein ehrgeiziges Instrumentenprojekt für die Suche und Charakterisierung von extra-solaren Planeten mit dem Very Large Telescope (VLT) der Europäischen Südsternwarte (ESO) in Chile. Das CHEOPS Instrument (CHEOPS = Characterization of Exoplanets with Opto-infrared Polarimetry and Spectroscopy) beinhaltet eine extreme adaptive Optik mit mehr als 1000 Stallelementen, einen Stellarkoronographen und zwei Detektorarme für Spektroskopie und Polarimetrie. Das Ziel dieses Instruments ist der direkte Nachweis von Photonen von der Oberfläche eines extra-solare Gasplaneten mit ähnlichen Eigenschaften wie der Planet Jupiter in unserem Sonnensystem.

In diesem Jahr wurde die Phase A Studie von CHEOPS abgeschlossen und der ESO zur Begutachtung vorgelegt. Innerhalb eines internationalen Konsortiums unter der Federführung des Max Planck Instituts für Astronomie, Heidelberg, waren wir zuständig für die Machbarkeitsstudien und Demonstrationsexperimente für den geplanten CHEOPS Polarimeter, der auf dem ZIMPOL-Prinzip basiert (ZIMPOL = Zürich Imaging Polarimeter). Zudem haben wir die zu erwartende Polarisation von beobachtbaren Planeten abgeschätzt und die Wahrscheinlichkeit für eine erfolgreiche Planeten-Entdeckung mit verschiedenen Suchstrategien berechnet (H.M. Schmid, D. Gisler, F. Joos, Ch. Thalmann, H.P. Povel, J.O. Stenflo, S. Hagenbuch in Zusammenarbeit mit MPIA Heidelberg, Observatorium Padua, Universität Amsterdam und Universität Leiden).

Multikanal-Radiospektrometer in FFT Technologie

Das Konzept des Multikanal-Spektrometers ARGOS beruht auf einer Fast-Fourier Transformation (FFT) des zeitlich variablen Signals. Sie verwandelt die digitalisierte Zeitreihe in ein Spektrum. Radio-Spektrometer können wesentlich empfindlicher gemacht werden, wenn

sie gleichzeitig auf allen Kanälen messen. Breitbandige Multikanal-Radiospektrometer gab es bisher nur nach dem akusto-optischen Prinzip. Eine neue Möglichkeit mittels schnellem Sampling und anschiessender Fourier Transformation ist durch die Fortschritte der Digitalelektronik in Griffweite gerückt. Wir kombinieren einen schnellen digitalen Sampler mit einem Rechner (sehr grosser FPGA chip), der die Fast-Fourier Transformation des zeitlichen Signalverlaufs genügend schnell schafft, so dass alle Information kontinuierlich erfasst wird. Die totale Bandbreite ist 1 GHz bei 16000 Kanälen. Besonders in der nicht-solaren Millimeter-Astronomie besteht ein grosses Interesse für Anwendungen, da ARGOS eine bisher für FFT-Spektrometer unerreichte Bandbreite hat. Filter, Lokaloszillatoren und weitere HF-Komponenten wurden beschaffen und im ARGOS - Empfänger eingebaut als Vorbereitung für die erste Inbetriebsetzung des FFT Spektrometers an der ETH Zürich sowie auf dem Gornergrat Observatorium bei Zermatt (KOSMA) (Ch. Monstein, M. Arnold, H. Meyer, F. Aebersold, in Zusammenarbeit mit den Fachhochschulen Solothurn und Aargau, sowie Acqiris SA, Genf).

Kostengünstiges Breitband-Spektrometer

Das neue frequenz-agile Spektrometer CALLISTO kostet weniger als ein Prozent eines vergleichbaren Instruments, da nur Komponenten aus der Konsumentenelektronik verwendet werden. Es konnten insgesamt 5 Geräte des CALLISTO - Spektrometers produziert und qualifiziert werden, praktisch ohne Mehrkosten für das Projekt. Zwei CALLISTOs stehen derzeit im Einsatz zur Sonnenbeobachtung. In Bleien läuft ein Gerät seit Monaten am 5m-Parabolspiegel und beobachtet die Sonne im Frequenzbereich 45-160 MHz als Ergänzung zu Phoenix-2 im unteren Meterwellenbereich. Ein zweites Gerät arbeitet seit Frühsommer am 5m Parabolspiegel am Sonnenturm der ETH im Zentrum von Zürich. Dieses beobachtet die Sonne im Frequenzbereich 160- 860 MHz tagtäglich in zirkularer Polarisation. Ein weiterer CALLISTO ist vorgesehen für ad hoc Messungen bei Bedarf in einer möglichst ungestörten Umgebung in den Alpen (Messkampagnen, Kooperationen etc.). Die Daten beider Instrumente werden via Internet jede Nacht automatisch abgerufen, zur Übersicht in erste Bilder (Spektrogramme) umgewandelt und archiviert. Dieses Konzept erlaubt es, die CALLISTO Spektrometer irgendwo auf der Erde mit Netzanschluss zu betreiben.

Ein drittes Gerät aus dieser Serie befindet sich derzeit bei der National Radio Astronomy Observatory (NRAO) in der Konfigurationsphase an einem Parabolspiegel in Green Bank (West Virginia, USA). Die NRAO will damit die solare Radiostrahlung im Frequenzbereich von 80-850 MHz beobachten zur Erforschung des Sonneneinflusses auf das erdnahe Raumwetter. Als Kompensation für die Hardware hat die NRAO eine Software Entwicklung geleistet und wird dazu auch in Zukunft durch Zusammenarbeit beitragen. Die Daten werden uns zur Verfügung stehen und von unserem Server ähnlich wie die Instrumente in der Schweiz abgerufen werden. Für das fünfte Gerät und allfällige weitere stehen bereits Anfragen aus USA, Italien, Russland und Indien an (Ch. Monstein, M. Arnold, H. Meyer, F. Aebersold).

Datenzentrum für Röntgensatellit RHESSI und Radiospektrometer Phoenix und CALLISTO

Die Daten des NASA-Satelliten RHESSI (Reuven Ramaty High Energy Solar Spectroscopic Imager) werden an der ETH gespeichert und über Internet zugänglich gemacht im HESSI European Data Center (HEDC). In derselben Datenbank sind auch die Phoenix-2 Daten und neuerdings die CALLISTO Daten gespeichert. Zurzeit sind Bilder, Spektren und weitere Informationen von über 13'000 Sonneneruptionen über eine Web-Seite abrufbar. Die Palette der Datenprodukte wurde weiter ausgebaut. Insbesondere werden heute auch die Anzahl der Quellen und je ihr Spektrum gezeigt. Dies ist eine Hilfe zum Unterscheiden von Fusspunkten und koronalen Quellen. Letztere sind der zukünftige Schwerpunkt zur Erforschung des Beschleunigungsmechanismus. Die Auswahl von geeigneten Ereignissen aus einer grossen Zahl von Daten wäre ohne die Hilfe von HEDC heute fast unmöglich. Das Datenzentrum hat durchschnittlich 36 Anfragen pro Tag (P. Saint-Hilaire, A.O. Benz, und A. Csillaghy).

Sonnenturm Zürich

Das 10 m Sonnenteleskop und seine Einrichtungen im Sonnenturm Zürich werden für die Ausbildung von Studenten in Praktika, Semester- und Diplomarbeiten, sowie für Tests neuer Komponenten und Instrumente verwendet. Im Sommer 2003 wurde der Zeiss-Coelostat vollständig revidiert. Bis zum Herbst 2004 wurden die mehr als 18 Jahre alten elektronischen Komponenten ersetzt. Zu erwähnen sind 4 Schrittmotor-Steuerungen mit PC-Interface (Endstufen, Controller) für xy-Scan-Tisch, Gitterdrehung und Littrow-Linsen-Verstellung, 2 Servo-Verstärker für Rektaszensions- und Deklinations-Motoren, 1 Universal-Schnittstellen-Karte mit analogen und digitalen Ein- und Ausgängen für die geregelte Nachführung der Spiegel und ein Standard-Personal-Computer.

Die für die Steuerung und Bedienung des Systems erforderliche Software wurde entwickelt. Sie ist kompatibel zur neuen ZIMPOL-Software, so dass beide Systeme an einer gemeinsamen Schnittstelle, z.B. über eine Text-Konsole oder eine graphische Oberfläche bedient werden können. Der Testbetrieb der neuen Hard- und Software des Sonnenturms verlief bisher ohne Probleme und kann voraussichtlich im Februar 2005 abgeschlossen werden (H.P. Povel und P. Steiner).

4 Veröffentlichungen*Erschienen:*

- Arzner, K.: Demodulation of RHESSI Count Rates by an Unbiased Linear Bayes Estimator. *Inverse Problems* **20** (2004), 1729–1745
- Arzner, K.: Visibility-Based Demodulation of RHESSI Light Curves. *Adv. Space Res.* **34** (2004), 456–461
- Arzner, K., Güdel, M.: Are Coronae of Magnetically Active Stars Heated by Flares? III. Analytical Distribution of Superimposed Flares. *Astrophys. J.* **602** (2004), 363–376
- Arzner, K., Vlahos, L.: Particle Acceleration in Multiple Dissipation Regions. *Astrophys. J.* **605** (2004), L69–L72
- Arzner, K., Güdel, M.: On the Statistics of Superimposed Flares. *IAU Symp.* **219**, eds. A.K. Dupree, A.O. Benz, (San Francisco: ASP) (2004), CD-839–843
- Audard, M., Drake, S.A., Güdel, M., Mewe, R., Pallavicini, R., Simon, T., Singh, K.P., Skinner, S.L., White, N.E., Coronae of Cool Stars. *IAU Symp.* **219**, eds. A.K. Dupree, A.O. Benz, (San Francisco: ASP) (2004), 243–248
- Audard, M., Güdel, M., Sres, A., Mewe, R., Raassen, A.J.J., van der Meer, R.L.J., Behar, E., Foley, C.R.: Elemental Abundances in Stellar Coronae with XMM-Newton. In *New Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http://xmm.vilspa.esa.es>
- Audard, M., Güdel, M., Sres, A., Mewe, R., Raassen, A.J.J., van der Meer, R.L.J., Behar, E., Foley, C.R.: The Chandra LETG and XMM-Newton Spectra of HR 1099. In *New Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http://xmm.vilspa.esa.es>
- Audard, M., Telleschi, A., Güdel, M., Skinner, S.L., Pallavicini, R., Mitra-Kraev, U.: Some Like It Hot: The X-Ray Emission of the Giant Star YY Mensae. *Astrophys. J.* **617** (2004), 531–550
- Aznar Cuadrado, R., Jordan, S., Napiwotzki, R., Schmid, H.M., Solanki, S.K., Mathys, G.: Discovery of kilogauss magnetic fields in three DA white dwarfs. *Astron. Astrophys.* **423** (2004), 1081–1094
- Balogh, M., Eke V., Miller, C., Lewis, I., Bower, R., Couch, W., Nichol, R., Bland-Hawthorn, J., Baldry, I.K., Baugh, C., Bridges, T., Cannon, R., Cole, S., Colless, M., Collins, C., Cross, N., Dalton, G., De Propris, R., Driver, S.P., Efstathiou, G.,

- Ellis, R.S., Frenk, C.S., Glazebrook, K., Gomez, P., Gray, A., Hawkins, E., Jackson, C., Lahav, O., Lumsden, S., Maddox, S., Madgwick, D., Norberg, P., Peacock, J.A., Percival, W., Peterson, B.A., Sutherland, W., Taylor, K.: Galaxy ecology: groups and low-density environments in the SDSS and 2dFGRS. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **348** (2004), 1355
- Baugh, C.M., Croton, D.J., Gaztanaga, E., Norberg, P., Colless, M., Baldry, I.K., Bland-Hawthorn, J., Bridges, T., Cannon, R., Cole, S., Collins, C., Couch, W., Dalton, G., De Propris, R., Driver, S.P., Efstathiou, G., Ellis, R.S., Frenk, C.S., Glazebrook, K., Jackson, C., Lahav, O., Lewis, I., Lumsden, S., Maddox, S., Madgwick, D., Peacock, J.A., Peterson, B.A., Sutherland, W., Taylor, K.: The 2dF Galaxy Redshift Survey: hierarchical galaxy clustering. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **351** (2004), L44
- Benz A.O.: Nanoflares and the Heating of the Solar Corona (Review). *Stars as Suns: Activity, Evolution, and Planets*, IAU Symposium **219** (2004), 461–472
- Benz A.O.: Decimeter Burst Emission and Particle Acceleration. Invited book chapter in: *Solar and Space Weather Radiophysics* (D.E.Gary and C.U.Keller, eds.), Kluwer Academic Press (2004), 203–221
- 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** (2004)
- Benz, A.O., Monstein, C., Meyer, H.: CALLISTO - A new concept for solar radio spectrometers. *Solar Phys.* **227** (2004)
- Behar, E., Leutenegger, M., Doron, R., Güdel, M., Feldman, U., Audard, M., Kahn, S.M.: Resolving X-Ray Sources from B Stars Spectroscopically: The Example of Mu Leporis. *Astrophys. J.* **612** (2004), L65–L68
- Berdyugina, S.V.: Non-axisymmetric magnetic fields and flip-flops on the Sun and cool stars. *Solar Phys.* **226** (2004)
- Berdyugina, S.V.: Tomography of stellar non-radial pulsations. *Astron. Nachricht.* **325** (2004), 237–240
- Berdyugina, S.V., Fluri, D.M.: Evidence for the Hanle effect in molecular lines. *Astron. Astrophys.* **417** (2004), 775–784
- Berdyugina, S.V., Järvinen, S.P., Tuominen, I.: Active longitudes and magnetic cycles on AB Dor. In *Stars as Suns: Activity, Evolution, and Planets* A.K. Dupree, A.O. Benz (Eds.) *Proc. IAU Symp.* **219** (2004), 848–852
- Berdyugina, S.V., Korhonen, H., Telting, J.H., Schrijvers, C.: Mapping non-radial pulsation using surface imaging techniques. *Com. in Asteroseismology* **145** (2004), 40–41
- Berdyugina, S.V., Usoskin, I.G.: Persistent active longitudes in sunspot activity: Sun-as-a-star approach In *Stars as Suns: Activity, Evolution, and Planets* A.K. Dupree, A.O. Benz (Eds.) *Proc. IAU Symp.* **219** (2004), 128–132
- Blake, C., Pracy, M.B., Couch, W.J., Bekki, K., Lewis, I., Glazebrook, K., Baldry, I.K., Baugh, C.M., Bland, H. J., Bridges, T., Cannon, R., Cole, S., Colless, M., Collins, C., Dalton, G., De Propris, R., Driver, S.P., Efstathiou, G., Ellis, R.S., Frenk, C.S., Jackson, C., Lahav, O., Lumsden, S., Maddox, S., Madgwick, D., Norberg, P., Peterson, B.A., Sutherland, W., Taylor, K.: The 2dF Galaxy Redshift Survey: the local E+A galaxy population. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **355** (2004), 713
- Briggs, K.R., Güdel, M., Audard, M., Smith, K., Mewe, R., den Boggende, A.J.F.: X-Ray Emission from Young Stars in Suburban Orion. *IAU Symp.* **219**, eds. A.K. Dupree, A.O. Benz, (San Francisco: ASP) (2004), 228–232
- Briggs, K.R., Pye, J.P.: X-Ray Emission from a Brown Dwarf in the Pleiades. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **353** (2004), 673–680
- Burgett, W.S., Vick, M.M., Davis, D.S., Colless, M., De Propris, R., Baldry, I., Baugh, C., Bland-Hawthorn, J., Bridges, T., Cannon, R., Cole, S., Collins, C., Couch, W.,

- Cross, N., Dalton, G., Driver, S., Efstathiou, G., Ellis, R., Frenk, C.S., Glazebrook, K., Hawkins, E., Jackson, C., Lahav, O., Lewis, I., Lumsden, S., Maddox, S., Madgwick, D., Norberg, P., Peacock, J.A., Percival, W., Peterson, B., Sutherland, W., Taylor, K.: Substructure analysis of selected low-richness 2dFGRS clusters of galaxies. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **352** (2004), 605
- Claudi, R.U., Costa, J., Feldt, M., Gratton, R., Amorim, A., Henning, Th., Hippler, S., Neuhäuser, R., Pernechele, C., Turatto, M., Schmid, H.M., Walters, R., Zinnecker, H.: CHEOPS: a second generation VLT instrument for the direct detection of exo-planets. in: "Second Eddington Workshop: Stellar structure and habitable planet finding", F. Favata et al. (eds.), ESA SP-538 (2004), 301–304
- Claudi, R.U., Turatto, M., Gratton, R., Antichi, J., Buson, S., Pernechele, C., Desidera, S., Baruffolo, A., Lima, J., Alcalá, J., Cascone, E., Piotto, G., Ortolani, S., Schmid, H.M., Feldt, M., Neuhäuser, R., Waters, R., Berton, A., Bagnara, P.: CHEOPS NIR IFS: exploring stars neighborhood spectroscopically. in: Ground-based instrumentation for astronomy, A.F.M. Moorwood & M. Iye (eds.), SPIE Conf. Vol. 5492 (2004), 1351–1361
- Cross, N.J.G., Driver, S.P., Liske, J., Lemon, D.J., Peacock, J.A., Cole, S., Norberg, P., Sutherland, W.J.: The Millennium Galaxy Catalogue: the photometric accuracy, completeness and contamination of the 2dFGRS and SDSS-EDR/DR1 data sets. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **349** (2004), 57
- Croton, D.J., Colless, M., Gaztanaga, E., Baugh, C.M., Norberg, P., Baldry, I.K., Bland-Hawthorn, J., Bridges, T., Cannon, R., Cole, S., Collins, C., Couch, W., Dalton, G., de Propris, R., Driver, S.P., Efstathiou, G., Ellis, R.S., Frenk, C.S., Glazebrook, K., Jackson, C., Lahav, O., Lewis, I., Lumsden, S., Maddox, S., Madgwick, D., Peacock, J.A., Peterson, B.A., Sutherland, W., Taylor, K.: The 2dF Galaxy Redshift Survey: voids and hierarchical scaling models. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **352** (2004), 828
- Croton, D.J., Gaztanaga, E., Baugh, C.M., Norberg, P., Colless, M., Baldry, I.K., Bland-Hawthorn, J., Bridges, T., Cannon, R., Cole, S., Collins, C., Couch, W., Dalton, G., De Propris, R., Driver, S.P., Efstathiou, G., Ellis, R.S., Frenk, C.S., Glazebrook, K., Jackson, C., Lahav, O., Lewis, I., Lumsden, S., Maddox, S., Madgwick, D., Peacock, J.A., Peterson, B.A., Sutherland, W., Taylor, K.: The 2dF Galaxy Redshift Survey: higher-order galaxy correlation functions. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **352** (2004), 1232
- Crowther, P.A., Hadfield, L.J., Schild, H., Schmutz, W.: An exceptional population of late-type WC stars in the metal-rich spiral galaxy M 83. *Astron. Astrophys.* **419** (2004), L17–L20
- den Herder, J.W., Brinkman, A.C., Kahn, S.M., Branduardi-Raymont, G., Audard, M., den Boggende, J., Cottam, C., Erd, C., Güdel, M., Kaastra, J.S., Paerels, F.B., Peterson, J.R., Rasmussen, A.P., Reynolds, J.D., Tamura, T., de Vries, C.P.: Calibration of the Reflection Grating Spectrometers onboard XMM-Newton. In *New Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http://xmm.vilspa.esa.es>
- De Propris, R., Colless, M., Peacock, J.A., Couch, W.J., Driver, S.P., Balogh, M. L., Baldry, I.K., Baugh, C.M., Bland-Hawthorn, J., Bridges, T., Cannon, R., Cole, S., Collins, C., Cross, N., Dalton, G., Efstathiou, G., Ellis, R.S., Frenk, C.S., Glazebrook, K., Hawkins, E., Jackson, C., Lahav, O., Lewis, I., Lumsden, S., Maddox, S., Madgwick, D., Norberg, P., Percival, W., Peterson, B.A., Sutherland, W., Taylor, K.: The 2dF Galaxy Redshift Survey: the blue galaxy fraction and implications for the Butcher-Oemler effect. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **351** (2004), 125
- Dumm, T., Güdel, M., Schmutz, W., Audard, M., Schild, H.-R., Leutenegger, M., van der Hucht, K.: XMM Observations of the WR+O System Gamma Velorum. In *New*

- Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http://xmm.vilspa.esa.es>
- Eke V.R., Baugh C.M., Cole S., Frenk C.S., Norberg P., Peacock J.A., Baldry I.K., Bland-Hawthorn J., Bridges T., Cannon R., Colless, M., Collins C., Couch W., Dalton G., De Propris R., Driver S.P., Efstathiou G., Ellis R.S., Glazebrook K., Jackson C., Lahav O., Lewis I., Lumsden S., Maddox S., Madgwick D., Peterson B.A., Sutherland W., Taylor K.: Galaxy groups in the 2dFGRS: the group-finding algorithm and the 2PIGG catalogue. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **348** (2004), 866
- Eke V.R., Frenk C.S., Baugh C.M., Cole S., Norberg P., Peacock J.A., Baldry I.K., Bland-Hawthorn J., Bridges T., Cannon R., Colless M., Collins C., Couch W., Dalton G., De Propris R., Driver S.P., Efstathiou G., Ellis R.S., Glazebrook K., Jackson C., Lahav O., Lewis I., Lumsden S., Maddox S., Madgwick D., Peterson B.A., Sutherland W., Taylor K.: Galaxy groups in the 2dFGRS: the luminous content of the groups. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **355** (2004), 769
- Egorova T., Rozanov, E., Manzini, E., Haberreiter, M., Schmutz, W., Zubov, V. and Peter, T.: Chemical and dynamical response to the 11-year variability of the solar irradiance simulated with a Chemistry-Climate Model. *Geoph. Res. Letters* **31** (2004), 6119–6122
- Erdogdu P., Lahav O., Zaroubi S., Efstathiou G., Moody S., Peacock J.A., Colless M., Baldry I.K., Baugh C.M., Bland-Hawthorn J., Bridges T., Cannon R., Cole S., Collins C., Couch W., Dalton G., De Propris R., Driver S.P., Ellis R.S., Frenk C.S., Glazebrook K., Jackson C., Lewis I., Lumsden S., Maddox S., Madgwick D., Norberg P., Peterson B.A., Sutherland W., Taylor K.: The 2dF Galaxy Redshift Survey: Wiener Reconstruction of the Cosmic Web. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **352** (2004), 939
- Favata, F., Micela, G., Baliunas, S.L., Schmitt, J.H.M.M., Güdel, M., Harnden, F.R. Jr., Sciortino, S., Stern, R.A.: High-Amplitude, Long-Term X-Ray Variability in the Solar-Type Star HD 81809: The Beginning of an X-Ray Activity Cycle? *Astron. Astrophys.* **418** (2004), L13–L16
- Feldt, M., Costa, J., Stumpf, M., Berton, A., Schmid, H.M., Stuik, R., Lima, J.: Wavefront sensing through spatial filters: the case for coronagraphic, high-contrast AO systems. in: “Advancements in adaptive optics”, D. Bonaccini et al. (eds.), SPIE Conf. **5490** (2004), 1146–1154
- Fluri, D.M., Berdyugina, S.V.: First evidence for Hanle effect in molecular lines. In *Stars as Suns: Activity, Evolution, and Planets* A.K. Dupree, A.O. Benz (Eds.) Proc. IAU Symp. **219** (2004), 674–677
- Gandorfer, A., Povel, H.P., Steiner, P., Aebbersold, F., Egger, U., Feller, A., Gisler, D., Hagenbuch, S., Stenflo, J.O.: Solar polarimetry in the near UV with the Zurich Imaging Polarimeter ZIMPOL II. *Astron. Astrophys.* **422** (2004), 703–708
- Gioia I.M., Braito V., Branches M., Della Ceca R., Maccacaro T., Tran K.: An X-ray review of MS1054-0321: Hot or not? *Astron. Astrophys.* **419** (2004), 517
- Gisler, D., Schmid, H.M., Thalmann, C., Povel, H.P., Stenflo, J.O., Joos, and 18 coauthors: CHEOPS/ZIMPOL: a VLT instrument study for the polarimetric search of scattered light from extrasolar planets. In *Ground-based Instrumentation for Astronomy* A.F.M. Moorwood, M. Iye (Eds.) SPIE **5492** (2004), 463–474
- Gratton, R., Feldt, M., Schmid, H.M., Brandner, W., Hippler, S., Neuhäuser, R., Quirrenbach, A., Desidera, S., Turatto, M., Stam, D.M.: The science case of the CHEOPS planet finder for VLT. in: “Ground-based instrumentation for astronomy”, A.F.M. Moorwood & M. Iye (eds.), SPIE Conf. **5492** (2004), 1010–1021
- Greiner, J., Klose, S., Reinsch, K., Schmid, H.M., Sari, R., Hartmann, D.H., Kouveliotou, C., Rau, A., Palazzi, E., Straubmeier, C., Stecklum, B., Zharikov, S., Tovmassian, G., Bärnbantner, O., Ries, C., Jehin, E., Henden, A., Kaas, A.A., Grav, T., Hjorth,

- J., Pedersen, H., Wijers, R.A.M.J., Kaufer, A., Park, H.-S., Williams, G., Reimer, O.: The Polarization Evolution of the Optical Afterglow of GRB 030329. in: "Gamma-Ray Bursts: 30 Years of Discovery", E.E. Fenimore and M. Galassi (eds.). AIP Conference Proceedings **727** (2004), 269–273
- Grigis, P.C., Buser, D., Benz, A.O.: Time evolution of the spectral index in solar flares. Solar Magnetic Phenomena Summer School and Workshop, Kanzelhoehe (Austria), Ed.: A. Veronig (2004), 199–202
- Grigis, P.C., Benz, A.O.: The spectral evolution of impulsive solar X-ray flares. *Astron. Astrophys.* **426** (2004), 1093–1101
- Güdel, M.: X-Ray Astronomy of Stellar Coronae. *Astron. Astrophys. Review* **12** (2004), 71–237
- Güdel, M., Audard, M., Reale, F., Skinner, S.L., Linsky, J.L.: Flares from Small to Large: X-Ray Spectroscopy of Proxima Centauri with XMM-Newton. *Astron. Astrophys.* **416** (2004), 713–732
- Güdel, M.: X-Rays from Stars (Invited book chapter). *Frontiers of X-ray Astronomy*, eds. A.C. Fabian, K.A. Pounds, R.D. Blandford, Cambridge University Press (2004), 39–70
- Güdel, M.: Stellar Flares and Coronal Structure—Review. *IAU Symp.* **219**, eds. A.K. Dupree, A.O. Benz (2004), 159–170
- Güdel, M.: New Views and Visions of Stellar Coronae and Stellar Winds - Review In *New Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http:xmm.vilspa.esa.es>
- Güdel, M., Audard, M., Horvath, M., Smith, K.W., Skinner, S.L., Linsky, J.L., Drake, J.J.: An XMM-Newton Study of Proxima Centauri In *New Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http:xmm.vilspa.esa.es>
- Klose, S., Palazzi, E., Masetti, N., Stecklum, B., Greiner, J., Hartmann, D.H., Schmid, H.M.: Prospects for multiwavelength polarization observations of GRB afterglows and the case GRB 030329. *Astron. Astrophys.* **420** (2004), 899–903 Fluri, D.M., Berdyugina, S.V.: Flip-flops as observational signatures of different dynamo modes in cool stars. *Solar Phys.* **226** (2004)
- Knaack, R., Stenflo, J.O., Berdyugina, S.V.: Periodic oscillations in the north-south asymmetry of the solar magnetic field. *Astron. Astrophys.* **418** (2004), L17–L20
- Korhonen, H., Berdyugina, S.V., Tuominen, I.: Spots on FK Com: active longitudes and "flip-flops". *Astron. Nachricht.* **325** (2004), 402–407
- Magliocchetti M., Maddox S.J., Hawkins E., Peacock J.A., Bland-Hawthorn J., Bridges T., Cannon R., Cole S., Colless M., Collins C., Couch W., Dalton G., De Propriis R., Driver S.P., Efstathiou G., Ellis R.S., Frenk C.S., Glazebrook K., Jackson C.A., Jones B., Lahav O., Lewis I., Lumsden S., Norberg P., Peterson B.A., Sutherland W., Taylor K.: The 2dF galaxy redshift survey: clustering properties of radio galaxies. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **350** (2004), 1485
- Maier C., Meisenheimer K., Hippelein H.: The metallicity-luminosity relation at medium redshift based on faint CADIS emission line galaxies. *Astron. Astrophys.* **418** (2004), 475
- Marsden, S.C., Waite, I.A., Carter, B.D., and Donati, J-F.: Doppler imaging of G-dwarfs in two young open clusters. *Astron. Nachricht.* **325** (2004), 246
- Mathew, S.K., Solanki, S.K., Lagg, A., Collados, M., Borrero, J.M., Berdyugina, S.: Thermal-magnetic relation in a sunspot and a map of its Wilson depression. *Astron. Astrophys.* **422** (2004), 693–701
- Miniati F.: Nonthermal Components in the Large Scale Structure. Proceedings of the 3rd Korean Astrophysics Workshop "Cosmic Rays and Magnetic Fields in Large Scale

- Structure”, Pusan, Korea, August 2004, eds. H. Kang & D. Ryu, Journal of the Korean Astronomical Society
- Mo H.J., Yang X., van den Bosch F.C., Jing Y.P.: The Dependence of Galaxy Luminosity Function on Large-Scale Environment. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **349** (2004), 205–212
- Munshi D., Porciani C., Wang Y.: Galaxy clustering and dark energy. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **349** (2004), 281
- Ness, J.-U., Güdel, M., Schmitt, J.H.M.M., Audard, M., Telleschi, A.: On the Sizes of Stellar X-Ray Coronae. *Astron. Astrophys.* **427** (2004), 667–683
- Nussbaumer, H.: *Steht es in den Sternen? vsf Hochschulverlag AG, Zürich* (2004)
- Olsen, J.E., Kirk, E.C., Lerch, Ph., Huber, M.E., Arzner, K., Hajdas, W., Zehnder, A., Ott, H.: Study of a Mo-Au TES Deposited Directly on a Freestanding Membrane. *Nuclear Instruments and Methods A* **520** (2004), 296–299
- Padilla N.D., Baugh C.M., Eke V.R., Norberg P., Cole S., Frenk C.S., Croton D.J., Baldry I.K., Bland Hawthorn J., Bridges T., Cannon R., Colless M., Collins C., Couch W., Dalton G., De Propriis R., Driver S.P., Efstathiou G., Ellis R.S., Glazebrook K., Jackson C., Lahav O., Lewis I., Lumsden S., Maddox S., Madgwick D., Peacock J.A., Peterson B.A., Sutherland W., Taylor K.: The 2dF Galaxy Redshift Survey: the clustering of galaxy groups. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **352** (2004), 211
- Pallavicini, R., Franciosini, E., Maggio, A., Micela, G., Audard, M., Güdel, M.: XMM-Newton Observation of theta Tau, the Brightest Hyades Giant. In *New Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http://xmm.vilspa.esa.es>
- Papadopoulos, P. P. and Greve T. R.: CI Emission in Ultraluminous Infrared Galaxies as a Molecular Gas Mass Tracer. *Astrophys. J. Letters* **615** (2004), 29
- Pasquali, A., De Marchi G., Pulone L., Brigas S.M.: The global mass function of M 15. *Astron. Astrophys.* **428** (2004), 469
- Pasquali, A., Gallagher J.S., de Grijs R.: Nuclear star formation in NGC 624. *Astron. Astrophys.* **415** (2004), 103
- Percival W.J., Burkey D., Heavens A., Taylor A., Cole S., Peacock J.A., Baugh C.M., Bland-Hawthorn J., Bridges T., Cannon R., Colless M., Collins C., Couch W., Dalton G., De Propriis R., Driver S.P., Efstathiou G., Ellis R.S., Frenk C.S., Glazebrook K., Jackson C., Lahav O., Lewis I., Lumsden S., Maddox S., Norberg P., Peterson B.A., Sutherland W., Taylor K.: The 2dF Galaxy Redshift Survey: spherical harmonics analysis of fluctuations in the final catalogue. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **353** (2004), 1201
- Petit, P., Donati, J.-F., Oliveira, J.M., Aurière, M., Bagnulo, S., Landstreet, J.D., Lignières, F., Lüftinger, T., Marsden, S.C., and 5 coauthors: Photospheric magnetic field and surface differential rotation of the FK Com star HD 199178. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **351** (2004), 826–844
- Pirzkal N., Xu C., Malhotra S. et al.: GRAPES, Grism Spectroscopy of the Hubble Ultra Deep Field: Description and Data Reduction. *Astrophys. J. Suppl. Ser.* **154** (2004), 501
- Porciani C., Magliocchetti M., Norberg P.: Cosmic Evolution of Quasar Clustering: Implications for the Host Haloes. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **355** (2004), 1010
- Porciani C., Petroni S., Fiorentini G.: Cosmic and Galactic neutrino backgrounds from thermonuclear sources. *Astroparticle Physics* **20** (2004), 683
- Raassen, A.J.J., Mewe, R., van der Hucht, K.A., Schmutz, W., Schild, H., Dumm, T., Güdel, M., Audard, M., Leutenegger, M.A., Skinner, S.L.: XMM-Newton X-Ray Ob-

- servations of γ^2 Velorum (WC8 + O7.5III). Nuclear Physics B - PS **132** (2004), 697–700
- Reale, F., Güdel, M., Peres, G., Audard, M.: Modeling an X-Ray Flare on Proxima Centauri: Evidence of Two Flaring Loop Components and of two Heating Mechanisms at Work. *Astron. Astrophys.* **416** (2004), 733–747
- Raassen, A.J.J., Audard, M., Mewe, R., Güdel, M., Kaastra, J.S.: Emission Measure Modeling and Abundance Determination of AT Mic Observed by Means of RGS and EPIC-MOS on Board XMM-Newton. In *New Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http:xmm.vilspa.esa.es>
- Rimmele, T., Hubbard, R., Balasubramaniam, K.S., Berger, T., Elmore, D., Gary, A., Jennings, D., Keller, C., Kuhn, J., Lin, H., Mickey, D., Moretto, G., Socas-Navarro, H., Stenflo, J.O., Wang, H.: Instrumentation for the Advanced Technology Solar Telescope. In *Ground-based Instrumentation for Astronomy* A.F.M. Moorwood, M. Iye (Eds.) SPIE **5492** (2004), 944–957
- Schild, H., Güdel, M., Mewe, R., Schmutz, W., Raassen, A.J.J., Audard, M., Dumm, T., van der Hucht, K.A., Leutenegger, M.A., Skinner, S.L.: Wind Clumping and the Wind-Wind Collision Zone in the Wolf-Rayet Binary γ^2 Velorum. *Astron. Astrophys.* **422** (2004), 177–191
- Schmid, H.M., Quirrenbach, A., Wolstencroft, R.D.: Polarization of terrestrial planets and the ZIMPOL technique. in: “The second TPF-Darwin international conference”, Electronic Poster Proceedings (2004), <http://planetquest1.jpl.nasa.gov/TPFDarwin-Conf/proceedings/posters/p101.pdf>
- Shelyag, S., Schüssler, M., Solanki, S.K., Berdyugina, S.V., Vögler, A.: G-band spectral synthesis and diagnostics of simulated solar magneto-convection. *Astron. Astrophys.* **427** (2004), 335–343
- Skinner, S.L., Güdel, M., Audard, M., Smith, K.W.: New Perspectives on the X-Ray Emission of HD 104237 and Other Nearby Herbig Ae/Be Stars from XMM-Newton and Chandra. *Astron. Astrophys. J.* **614** (2004), 221–234
- Smith, K.W., Güdel, M., Audard, M.: A Menagerie of Stellar Flares. In *New Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http:xmm.vilspa.esa.es>
- Smith, K.W., Güdel, M., Audard, M., Behar, E., Mewe, R.: The Neupert Effect in Sigma Geminorum. In *New Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http:xmm.vilspa.esa.es>
- Smith, K.W., Güdel, M., Audard, M., Jeffries, R.: Pre-Main Sequence Dwarfs Near Gamma Velorum. In *New Visions of the X-ray Universe in the XMM-Newton and Chandra Era* F. Jansen (ESA) (Eds.) (2004), on-line publication, <http:xmm.vilspa.esa.es>
- Smith, K., Pestalozzi, M., Güdel, M., Conway, J., Benz, A.O.: The Magnetosphere of T Tauri South. *IAU Symp.* **221**, eds. M. Burton et al. (2004), 166–171
- Stäuber, P., Benz, A.O., Doty, S.D., van Dishoeck, E.F., Jorgensen, J.K.: High-Energy Radiation Probes of Protostellar Envelopes. 4th Zermatt Symposium “The Dense Interstellar Medium in Galaxies”, *Springer Proc. in Phys.* **91** (2004), CD 1–5
- Stäuber, P., Doty, S.D., van Dishoeck, E.F., Jorgensen, J.K., Benz, A.O.: Influence of UV radiation from a massive YSO on the chemistry of its envelope. *Astron. Astrophys.* **426** (2004), 577–589
- Stenflo, J.O.: The new world of scattering physics seen by high-precision imaging polarimetry. *Reviews in Modern Astronomy* **17** (2004), 269–296
- Stenflo, J.O.: Hidden magnetism. *Nature* **430** (2004), 304–304

- Telleschi, A., Güdel, M., Arzner, K., Briggs, K., Audard, M., Ness, J.-U., Mewe, R., Raassen, A.J.J., Skinner, S.L., Cuntz, M., Saar, S.: Coronal X-Ray Spectroscopy of Solar Analogs. IAU Symp. **219**, eds. A.K. Dupree, A.O. Benz, (San Francisco: ASP) (2004), CD-930–934
- Tran, K., Lilly, S., Crampton, D., Brodwin, M.: A VLT/FORS2 Multi-slit Search for Lyman-alpha Emitting Galaxies at $z \approx 6.5$. *Astrophys. J. Letters* **612** (2004), 89
- Tran, K., Franx, M., Illingworth, G., van Dokkum, P., Kelson, D., Magee, D.: Field E+A Galaxies at Intermediate Redshifts ($0.3 < z < 1$). *Astrophys. J.* **609** (2004), 683
- Tran, K., Franx, M., Illingworth, D.G., van Dokkum, P., Kelson, D.: Post-starburst Galaxies in Intermediate Redshift Clusters. IAU Symp. **195** Outskirts of Galaxy Clusters: Intense Life in the Suburbs, Torino, Italy, March 2004
- van den Bosch, F.C., Norberg, P., Mo, H.J., Yang, X.: Probing Dark Matter Haloes with Satellite Kinematics *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **352** (2004), 1302–1314
- van den Bosch, F.C., Mo, H.J., Yang, X.: Erratum: Towards Cosmological Concordance on Galactic Scales. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **348** (2004), 736
- van den Bosch, F.C., Yang, X., Mo, H.J.: Erratum: Linking Early and Late Type Galaxies to their Dark Matter Haloes. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **348** (2004), 735
- Wachter, R., Haberreiter, M., and Kosovichev, A.G.: Oscillation spectra of line depth, intensity and velocity from radiative transfer calculations. In *Proceedings of the SOHO 14 / GONG 2004 Workshop* D. Danesy (Eds.) ESA SP-559 (2004), 668–672
- Wang, Y., Yang, X., Mo, H.J., van den Bosch, F.C., Chu Y.: The Three-Point Correlation Function of Galaxies: Comparing Halo Occupation Models with Observations. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **353** (2004), 287–300
- Wenzler, T., Solanki, S.K., Krivova, N.A., Fluri, D.M.: Comparison between KPVT/SPM and SOHO/MDI magnetograms with an application to solar irradiance reconstructions. *Astron. Astrophys.* **427** (2004), 1031–1043
- Wigger, C., Hajdas, W., Arzner, K., Güdel, M., Zehnder, A.: Gamma-Ray Burst Polarization: Limits from RHESSI Measurements. *Astrophys. J.* **613** (2004), 1088–1100
- Wigger, C., Hajdas, W., Smith, D.M., Güdel, M., Hurley, K., Mchedlishvili, A., Zehnder, A.: Observing Gamma Ray Bursts with the RHESSI Satellite. *Nuclear Physics B - PS* **132** (2004), 331–334
- Yang, X., Mo, H.J., Jing, Y.P., van den Bosch, F.C., Chu Y.Q.: Populating Dark Matter Haloes with Galaxies: Comparing the 2dFGRS with Mock Galaxy Redshift Surveys. *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.* **350** (2004), 1153–1173

Arnold O. Benz