

Zürich

Institut für Astronomie

ETH Zentrum, CH-8092 Zürich
Tel. +41-1-6323813, Telefax: +41-1-6321205
E-Mail: <username>@astro.phys.ethz.ch

1 Personal und Ausstattung

1.1 Personalstand

Direktoren und Professoren:

Prof. Dr. J. O. Stenflo [-23804] (Vorsteher), Prof. Dr. A. O. Benz [-24223].

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. K. Arzner [-23814], Dr. A. Brković, Dr. Th. Dumm [-24217], Dr. M. Fligge, Dr. C. Frutiger, Dr. A. Gandorfer [-23815], Dr. M. Güdel [-27129], Dr. P. Messmer, Prof. Dr. H. Nussbaumer [-23631], Dr. A. Pauluhn, Dr. H. R. Schild [-23806], Dr. H. M. Schmid [-27386], Dr. K. W. Smith [-27987], Dr. K. Stucki, Dr. R. Walder [-24217].

Doktoranden:

Dipl.-Phys. M. Audard, Dipl.-Phys. M. Fivian, Dipl.-Phys. D. Fluri, Dipl.-Phys. D. Gisler, Dipl.-Phys. M. Haberreiter, Dipl.-Phys. R. Holzreuter, Dipl.-Phys. J. Klement, Dipl.-Phys. R. Knaack, Dipl.-Phys. S. Motamen, Dipl.-Phys. G. Paesold, Dipl.-Phys. P. Saint-Hilaire, Dipl.-Phys. T. Wenzler.

Sekretariat und Verwaltung:

B. Codoni [-23813].

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 M. Arnold [-20729], Ing. HTL S. Hagenbuch [-24222], Dipl. Inf. M. Psarros.

2 Gäste

J. Adema (Groningen), S. Berthet (Bern), M. Bianda (Locarno), A. Csillaghy (Berkeley), T. de Graauw (Groningen), R. Kallenbach (Bern), M. Khodachenko (Graz), T. Montmerle (Saclay), M. Pestalozzi (Onsala), D. Queloz (Genf), J. Schouten (ESTEC), S. K. Solanki (Katlenburg-Lindau), R. von Steiger (Bern), K. Wildemann (Groningen), G. Winnewisser (Köln), C. S. Wu (Greenbelt), G. Del Zanna (Cambridge, UK).

3 Wissenschaftliche Arbeiten

3.1 Physik der Sonne

Aufzeichnung des „zweiten Sonnenspektrums“ im ultravioletten Bereich

Die lineare Polarisation der in der Sonnenatmosphäre gestreuten Strahlung zeigt eine starke Wellenlängenabhängigkeit. Da verschiedene physikalische Mechanismen zur Strukturierung beitragen, ergibt sich eine Wellenlängenstrukturierung, die vergleichbar ist mit dem Intensitätsspektrum. Die systematische Registrierung dieses „zweiten Sonnenspektrums“ ist ein zeitaufwendiges Unternehmen, bei dem es auf eine optimale Ausnutzung der vorhandenen technischen und instrumentellen Gegebenheiten ankommt. Mit dem am Institut für Astronomie entwickelten hochempfindlichen Polarimeter ZIMPOL II wurde in den letzten Jahren am Sonnenteleskop des Istituto Ricerche Solari Locarno das zweite Sonnenspektrum mit bisher unerreichter Genauigkeit aufgezeichnet und als Buch im Verlag der Fachvereine Zürich publiziert. In diesem Jahr konnte das Projekt im vielversprechenden Wellenlängenbereich unterhalb von 4500 Å fortgesetzt werden. Dafür wurde eine modifizierte Version des ZIMPOL-II-Polarimeters in Locarno benutzt, die zum ersten Mal hochempfindliche Polarimetrie im nahen ultravioletten Bereich des Sonnenspektrums erlaubt. Mit diesem Instrumentarium konnte bis heute das zweite Sonnenspektrum oberhalb von 3890 Å vermessen werden (A. Gandorfer).

Räumliche Verteilung des Hanle-Effekts

Die Linearpolarisation des „zweiten Sonnenspektrums“ wird von den Magnetfeldern durch den sog. Hanle-Effekt stark verändert. Hiermit ergibt sich eine neue diagnostische Möglichkeit zur Untersuchung solarer Magnetfelder, besonders für kleinskalige turbulente Felder und schwache chromosphärische Felder, für welche der Zeeman-Effekt unempfindlich ist. Mit unserem Polarisationssystem ZIMPOL II wurden im März 2001 am National Solar Observatory / Sacramento Peak Beobachtungen mit einem Universalfilter ausgeführt, um zum ersten Mal die räumliche Verteilung des Hanle- und Zeeman-Effekts zu untersuchen. Monochromatische Bilder der vier Stokes-Parameter wurden in verschiedenen magnetischen Gebieten aufgezeichnet. Unter anderem fanden wir eine unerwartet deutliche Korrelation zwischen dem Hanle-Effekt und dem chromosphärischen Emissionsnetzwerk, welche nur unter speziellen Bedingungen für die Magnetfeldverteilung möglich ist (J.O. Stenflo, A. Gandorfer, D. Gisler, R. Holzreuter, in Zusammenarbeit mit C.U. Keller, NSO/Tucson, und M. Bianda, Locarno).

Theorie zur Deutung des zweiten Sonnenspektrums

Um das „zweite Sonnenspektrum“ zu interpretieren haben wir numerische Methoden entwickelt und angewandt. Wir haben die Depolarisation von atomaren Linien im Sonnenspektrum untersucht und die Gründe für die Depolarisation identifiziert. Es hat sich gezeigt, dass die Stärke der Depolarisation von photosphärischen Linien stark von den atomaren Details der betrachteten Linie und der Entstehungshöhe abhängt. Um Spektrallinien realistisch zu modellieren, benötigen wir effiziente numerische Methoden zur Berechnung des polarisierten Strahlungstransports. Dafür wurde ein verallgemeinerter Algorithmus entwickelt, der spezielle Effekte des Strahlungstransports wie Frequenzumverteilungen in Streuprozessen und depolarisierende Stöße selbstkonsistent und schnell implementiert (D. Fluri und J.O. Stenflo, in Zusammenarbeit mit K.N. Nagendra, Bangalore).

Zur theoretischen Deutung der Streupolarisationseffekte des zweiten Sonnenspektrums sind verschiedene Werkzeuge entwickelt worden. Mit Hilfe exotischer Prozesse, wie optischem Pumpen, konnten bisher unerklärliche Phänomene des zweiten Sonnenspektrums, vor allem in den Natrium D₁- und D₂-Linien, erfolgreich modelliert und untersucht werden. Wir haben die bestehenden Modelle um statistische Gleichgewichtsberechnungen erweitert, um die eingehenden Parameter aus physikalischen Prozessen berechnen zu können. Dabei zeigt sich, dass in realistischeren Berechnungen die exotischen Phänomene nicht stark genug ausgeprägt sind, um die beobachteten Streupolarisationen zu erklären. Durch präzisere

Strahlungstransportrechnungen kann versucht werden, ein Teil dieser Probleme zu lösen (J. Klement und J.O. Stenflo).

Die Beobachtungen des „zweiten Sonnenspektrums“ haben gezeigt, dass die unerwartet starke Polarisation der Moleküllinien gegenüber Magnetfeldern unempfindlich sind, im Gegensatz zu den atomaren Linien. Dieses Verhalten blieb lange rätselhaft, da keine Theorie für die Entstehung der Streupolarisation in Moleküllinien existierte. Es ist uns aber jetzt gelungen, diese Quantentheorie zu entwickeln und auf die Moleküllinien von MgH und C₂ anzuwenden. Die Lösung des Rätsels ist, dass die Moleküllinien einen verschwindend kleinen Landé-Faktor haben, obwohl ihre Polarisierbarkeit bei Streuprozessen hoch ist (J.O. Stenflo und A. Gandorfer, in Zusammenarbeit mit S. Berdyugina, Oulu, Finnland).

Harmonische Analyse des Sonnenmagnetfeldes

Die Zerlegung magnetischer Karten der Sonnenoberfläche, sogenannter Magnetogramme, nach Kugelfunktionen und die anschließende Zeitreihenanalyse erlauben die Untersuchung der modalen Struktur des globalen Magnetfeldes. Hierzu wurden zwei Datensätze verwendet. Der erste, aufgenommen am Mount-Wilson-Observatorium in Kalifornien, erstreckt sich über einen Zeitraum von 33 Jahren, der zweite, aufgenommen am Kitt Peak (Arizona), über 26 Jahren. Eine komplexe Struktur resonanter Moden wurde gefunden. Neben dem offensichtlichen 22jährigen Zyklus deutet vieles auf die Existenz kurzlebiger Zyklen. Allerdings erschweren numerische Probleme, verursacht hauptsächlich durch Datenlücken, die Interpretation. Bisher konnte kein systematischer Zusammenhang zwischen den geraden zonalen Moden und ihren Resonanzfrequenzen gefunden werden. Bestätigen lässt sich hingegen die bereits bekannte Paritätsregel, nach der der 22jährige Zyklus die ungeraden Moden dominiert. Unsere Ergebnisse unterstützen die Ansicht, dass die resonanten Moden durch chaotische Phänomene im Sonneninnern stochastisch angeregt werden (R. Knaack und J.O. Stenflo).

Zyklische Evolution von Sonnenflecken

Mit Hilfe der Sonnenfleckendaten vom Royal Greenwich Observatory (1874–1981) wurden Variationen der Fleckenverteilung zwischen verschiedenen Aktivitätszyklen untersucht. Nördliche und südliche Hemisphäre wurden dabei für jeden Zyklus separat betrachtet. Ausgehend von den Schmetterlingsdiagrammen wurde für jeden Zyklus und jede Hemisphäre die Sonnenfleckenflächen (als Funktion der heliographischen Breite) über die Zeit integriert. Auf diese Weise erhielten wir die latitudinale Verteilung als zeitliches Mittel für jeden Zyklus. Dann wurden die ersten fünf Momente (Fläche, mittlere Latitude, Breite, Asymmetrie und Kurtosis) bestimmt. Wie sich zeigte, sind alle Momente stark miteinander korreliert. Durch die Verwendung von Daten des Observatoire de Paris zwischen 1660–1719 liess sich zeigen, dass die gefundenen Gesetzmässigkeiten auch während des Maunder-Minimums gültig waren.

Obige Momentenanalyse wurde auf theoretische Dynamomodelle angewandt, um weitere Randbedingungen für moderne Dynamotheorien setzen zu können. Es handelte sich um einfache eindimensionale lineare Dynamos, bei denen alpha um einen Mittelwert fluktuiert. Dabei wurde das torodiale Feld ausgewertet. Die Vergleiche mit den Beobachtungen sehen erfolgsversprechend aus. Im zukünftigen nächsten Schritt geht es darum, weitere Elemente des Dynamoprozesses zu berücksichtigen, um zu sehen, ob das ein oder andere die Beobachtungen wiedergibt oder ihnen widerspricht. Dabei werden neben den alpha-Fluktuationen und dem stochastischen Quellterm insbesondere eine variable meridionale Zirkulation als Elemente des Dynamoprozesses berücksichtigt. Letztgenanntes erfordert eine zweidimensionale Rechnung (T. Wenzler und M. Fligge, in Zusammenarbeit mit S.K. Solanki, Katlenburg-Lindau, und D. Schmitt, Freiburg).

Modellierung solarer Helligkeitsschwankungen

Für die Modellierung solarer Helligkeitsschwankungen mit Hilfe eines 4-Komponenten-Modelles, welches zwischen Sonnenflecken, Fackeln, Netzwerk und ruhiger Sonne unterscheidet, wurde im ersten Schritt versucht, anhand von Beobachtungsdaten das dazuge-

hörige Fackel- und Netzwerk-Modell zu erstellen. Für die Bestimmung des Fackelmodells wurden neben Daten der spektralen Variation des Fackelkontrastes ($\mu = 0.18 - 0.33$) vom San Fernando Observatory, gemessen mit dem ELP-Photometer (extreme limb photometer), auch die μ -Variationen des Fackelkontrastes, gemessen bei der Ni-Wellenlänge (676.8 nm), verwendet. Letztgenannte Daten wurden aus MDI/SOHO-Magnetogrammen und Kontinuums-Intensitätsbildern bezüglich der Wellenlänge bei 676.8 nm für Fackeln und schwache magnetische Strukturen (Netzwerk) erstellt. Für die Bestimmung des Netzwerkmodells konnten nur die Daten der μ -Variationen des Kontrastes verwendet werden, da nur diese für schwache magnetische Strukturen gelten, im Gegensatz zu den Daten der spektralen Variation des Fackelkontrastes, die nur für starke Magnetfeldstrukturen gelten. Es zeigte sich, dass die beobachteten Kontraste sehr gut mit den Modellen reproduziert werden können. Als zweiter Schritt konnte man nun mit obigem 4-Komponenten-Modell die spektralen Helligkeitsschwankungen berechnen und die mit beobachteten Messungen spektraler Helligkeitsschwankungen zwischen dem Sonnenaktivitätsmaximum und -minimum im UV-Bereich vergleichen. Dabei stellte man fest, dass man mit dem einfachen Modell nicht gleichzeitig die Kontraste und die spektrale Helligkeitsschwankungen reproduzieren kann. Es wird sich zeigen, ob komplexere Modelle (Flussröhrenmodelle) dies erfüllen können (T. Wenzler, M. Fligge, Ch. Frutiger, in Zusammenarbeit mit S.K. Solanki, Katlenburg-Lindau).

Koronaheizung mit Nanoflares

Die Heizung der Korona ist unklar, seit der Entdeckung ihrer hohen Temperatur vor sechzig Jahren. Offensichtlich werden Gebiete mit grosser Magnetfeldstärke mehr geheizt, denn über Sonnenflecken ist die Abstrahlung der Korona und damit auch die Heizung wesentlich grösser. Das gleiche gilt aber auch für ruhige Gebiete der Sonne. Wir haben vor fünf Jahren entdeckt, dass das Emissionsmass der Korona in weichen Röntgenstrahlen und in EUV-Linien örtlich und zeitlich schwankt. Da die Strahlungen optisch dünn sind, deuten Intensitätsschwankungen darauf hin, dass sich die Materiemenge der Korona ändert, indem Materie aus der Chromosphäre und Übergangsschicht auf eine Temperatur über eine Million Grad geheizt wird und sich wieder abkühlt. Die Variabilität der Beobachtungen in weichen Röntgen- und EUV-Strahlung bezeichnen wir als Nanoflares. Sie bedeutet, dass die Koronaheizung nicht rein kontinuierlich ist, sondern eine impulsive Komponente hat.

Der Input von Nanoflares in die Korona besteht aus verschiedenen Energieformen. Neben der thermischen Energie, die gebraucht wird, um das Plasma aufzuheizen, braucht es auch Energie um die Materie ohne abzukühlen von einem kleinen chromosphärischen Volumen über den koronalen Loop zu verteilen. Etwas weniger ist die potentielle Energie, um die Materie in die Korona zu heben. Wahrscheinlich wird auch Energie in Form von Wellen abgegeben, die dann in die höhere Korona propagieren und dort ihre Energie dissipieren. Wir haben eine neue Abschätzung des beobachteten Energieinput in Nanoflares gemacht und erhalten etwa 10% der beobachteten Energie in abgestrahlter EUV- und Röntgenstrahlung.

Die Simulation der Koronaheizung mit einem Modell von Nanoflares hat gezeigt, dass diese Energiezufuhr konsistent mit den Beobachtungen ist, falls die Energieverteilung zu kleineren Werten extrapoliert werden kann oder jedes Nanoflare einen gewissen Betrag an Energie in einer Form abgibt, die in die Höhe propagieren kann (A.O. Benz und U. Mitra, in Zusammenarbeit mit S. Krucker, Berkeley).

Übereinstimmung von EIT und TRACE in Nanoflare Beobachtungen

Die Schwankungen in der ruhigen Korona wurden in weichen Röntgenstrahlung mit dem Yohkoh/SXT-Instrument entdeckt und mit dem EIT-Instrument auf SOHO ausführlich beobachtet. Messungen mit dem TRACE-Satelliten lieferten zunächst verschiedene Resultate bezüglich der Energieverteilung der Nanoflares. Nachdem wir in den vergangenen Jahren diese Diskrepanz durch die Verschiedenheit der Methoden erklären konnten, ist uns dieses Jahr in Zusammenarbeit mit C. Parnell (Univ. St. Andrews, UK) auch gelungen, die Ab-

solutwerte zur Übereinstimmung zu bringen. Der Unterschied resultierte aus unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Instrumente, der Selektion von Ereignissen und aus einem Rechenfehler. Die Übereinstimmung von EIT und TRACE Daten ist eine Bestätigung unserer EIT Arbeiten und ihre Kombination vergrößert den Bereich der Energieverteilung zu kleineren Events infolge der höheren räumlichen Auflösung von TRACE (A.O. Benz, in Zusammenarbeit mit C. Parnell, St. Andrews, und S. Krucker, Berkeley).

Beobachtung des Ortes der Energiefreisetzung in Flares

Der Ort, an dem Flares der Sonne ihre Energie freisetzen und Teilchen beschleunigen, ist erstaunlicherweise in den wenigsten Fällen bekannt. Wir haben früher gezeigt, dass schmalbandige, kurze Emissionen von Radiostrahlung bei ca. 300 MHz, sogenannte metrische Spikes, oft bei der Startfrequenz und am Erscheinungsort von Elektronenbeams abgestrahlt werden. Diese Radioquellen und damit auch die Flares sind in grosser Höhe. Ihre Energie ist daher klein und nicht typisch für reguläre Flares. Reguläre Flares werden in seltenen Fällen ebenfalls von Spikes bei grösserer Energie begleitet. Die Frage ist nun, ob solche dezimetrischen Spikes ebenfalls Tracer für den Ort der Energiefreisetzung sind.

Die Spikes wurden mit den Beobachtungen des Phoenix-2-Radiospektrometers der ETH Zürich identifiziert im Frequenzbereich von 300–430 MHz, in dem der Radioheliograph von Nançay (Frankreich) Positionen misst. Fünf Ereignisse wurden auf diese Weise gefunden, für welche Ortinformationen erhältlich sind, und mit Bildern von EUV und Röntgenbeobachtungen verglichen, welche das koronale Hintergrundplasma und thermische Flare-Emissionen zeigen.

Die Positionen der Spikes sind meistens über 20 Bogensekunden vom Flareort in Röntgenstrahlen entfernt. Üblicherweise ist kein Fusspunkt eines Flareloops in der Nähe. In mindestens zwei Fällen ist die Spikequelle am Apex eines Magnetbogens, der mit dem Flare in Verbindung steht. Dieser Ort ist ein möglicher Beschleunigungsort, aber die Distanz und Höhe ist so gross, dass der Verdacht besteht, dass dort nur ein peripherer Prozess stattfindet, und nicht das eigentliche Flare. Weitere Beobachtungen bei grösseren Frequenzen mit anderen Interferometern sind nötig, um den Flareort zu lokalisieren (A.O. Benz und P. Saint-Hilaire, in Zusammenarbeit mit N. Villmer, Meudon).

Radiostrahlung der Beschleunigungsregion

Harte Röntgenstrahlung von Flares ist der beste Indikator der Hauptphase der Energiefreisetzung. Zu dieser Zeit emittiert die Sonne neben den seltenen Spikes verschiedene Arten von dezimetrischen Radiostrahlungen. Wir haben diese mit dem Phoenix-2-Spektrometer der ETH identifiziert und mit dem Radioheliograph von Nançay lokalisiert. Es wurden Ereignisse ausgesucht, die von starker Röntgenstrahlung begleitet waren, und sie mit Daten von Yohkoh und TRACE ergänzt. Die Radioquellen wurden mit den Positionen der Röntgenquellen verglichen und als bewegte Bilder (Filme) dargestellt. Viele unserer Ereignisse sind stark variabel in der Position. Die Radioquellen sind während der Hauptphase der harten Röntgenstrahlung relativ tief und nahe der Röntgenquelle. In der eruptiven Phase bewegen sich die Quellen miteinander nach aussen. Dabei scheint die Radioquelle mit der Röntgenquelle räumlich assoziiert zu sein (P. Saint-Hilaire und A.O. Benz, in Zusammenarbeit mit J. Kahn, Mullard, UK).

Maximumverteilungen in Flares

Maximumverteilungen werden in Flares häufig verwendet, um den Verlauf von Energien zu kleineren oder grösseren Ereignissen zu extrapolieren. Wir haben Maximumverteilungen von Radiospikes untersucht, die mit bisher unerreichbarer Auflösung in Zeit und Frequenz vom Radiospektrometer Phoenix der ETH registriert wurden. An diesen Beispielen können die Effekte von limitierter Auflösung sehr gut studiert werden. Ein allgemeiner analytischer Ausdruck wurde hergeleitet, wie eine Maximumverteilung durch mangelhafte Auflösung verändert wird. Es wurde gezeigt, dass geringe Auflösung von Ereignissen mit Exponentialverteilung eine Potenzverteilung vortäuschen kann. Die Veränderung ist grösser, wenn die Dauer des Ereignisses vom Maximumwert abhängt. Es wurde gezeigt, dass

die gemessene Exponentialverteilung von Radiospikes nicht durch diesen Effekt verursacht wird, sondern eine echte Eigenschaft der Emission ist (A.O. Benz, in Zusammenarbeit mit H. Isliker, Universität von Thessaloniki).

Quelle der impulsiven Elektronenevents

Im interplanetaren Raum werden impulsive Ereignisse registriert, bei denen während ungefähr einer Stunde energiereiche Elektronen von 2–19 keV auftauchen. Ereignisse dieser Art wurden in Messungen der Raumsonde ISEE-3 gesucht. Sie sind alle mit Radiostrahlungen bei tiefen Frequenzen im interplanetaren Raum verbunden. Anhand dieser Radiostrahlung haben wir sie zurück verfolgt bis in die Sonnennähe und sie mit koronalen Radiostrahlungen verglichen. Über 80% der Ereignisse konnten als Typ III-Strahlung in der Korona identifiziert werden. In etwa der Hälfte dieser Ereignisse findet man metrische Radiospikes. Sie sind die Phänomene bei höchster Frequenz, d. h. am tiefsten in der Sonnenatmosphäre. Aus der Frequenz kann die Quelledichte geschätzt werden. Sie stimmt mit der Dichte überein, die aus dem Cut-Off der Elektronenenergie abgeleitet wird. Die Übereinstimmung kann als weiteres Indiz verwendet werden, dass Radiospikes Signaturen der Elektronenbeschleunigung sind (A.O. Benz, in Zusammenarbeit mit R.P. Lin, Berkeley).

Particle-in-Cell Simulation der Teilchenbeschleunigung

In solaren Flares wird eine grosse Zahl von Elektronen auf schwach relativistische Geschwindigkeiten beschleunigt. Der Beschleunigungsprozess, der einen grossen Teil der Energie eines Flares in schnelle Elektronen deponiert, ist unbekannt. Gemäss den heute diskutierten Prozessen kann dabei die Geschwindigkeits-Verteilung der Elektronen in der Beschleunigungsregion stark anisotrop werden, vor allem in der Richtung parallel zum Magnetfeld. Das gilt auch für die heute am besten akzeptierte Beschleunigung mit stochastischer Wellenturbulenz von schnellen Magnetoakustischen (MHD) Wellen (transit-time damping).

In einer anisotropen Verteilung ist freie Teilchen-Energie gespeichert, welche Wellen anwachsen lassen kann, z. B. über die Elektronen-firehose-Instabilität. Andere Wellen sind denkbar. Da die nicht-linearen Prozesse, welche zum Wachstum von Wellen und deren Sättigung führen, nicht analytisch behandelt werden können, müssen Simulationen eingesetzt werden. Dazu wird die Bewegung einer grossen Menge einzelner Teilchen unter dem Einfluss externer und selbst-generierter elektromagnetischer Felder verfolgt mit der sogenannten particle-in-cell Methode.

Die Resultate bestätigen das Anwachsen von links zirkular polarisierten Wellen, wie sie die lineare Theorie der Elektronen-firehose-Instabilität voraussagt. Interessanterweise entdeckten wir auch eine begrenzte Phase in Zeit, während der Langmuirwellen wachsen. Sie könnten für die Radiostrahlung verantwortlich sein, die bei gewissen Flares in grosser Höhe beobachtet werden (P. Messmer und A.O. Benz).

Diffusion von beschleunigten Elektronen

Die transit-time-damping-Beschleunigung kann Elektronen nur parallel zum Magnetfeld beschleunigen und produziert daher eine anisotrope Geschwindigkeitsverteilung. Wir haben früher gezeigt, dass diese Verteilung instabil wird gegen wachsende Wellen bei der Gyrofrequenz der Ionen (Elektronen-firehose-Instabilität, siehe oben). Mit einem Testteilchen-Simulationsprogramm haben wir die Rückwirkung der Wellen auf die Elektronenverteilung untersucht. Dieser Effekt ist kein Resonanzphänomen, und die Standardtheorien der Wellen-Teilchen-Wechselwirkung können daher nicht angewandt werden.

Die Simulation zeigt, wie Elektronen gestreut werden und ihre Verteilung isotrop wird. Das Resultat ist ein wichtiges Indiz zur Bestätigung der Beschleunigung durch transit-time damping. Ohne Isotropisierung würde der Beschleunigungsvorgang sättigen, bevor grosse Energien erreicht werden. Die Elektronen verlieren bei der Instabilität wenig Energie, bekommen aber wieder einen steileren Anstellwinkel zum Magnetfeld, sodass sie weiter beschleunigt werden können. Die Diffusionsrate zur isotropen Verteilung beträgt wenige Ionen-Gyroperioden (G. Paesold und A.O. Benz).

Beschleunigung von 3He in Flares

Im interplanetaren Raum werden energiereiche 3He detektiert, die aus impulsiven Flares in der Sonnenkorona stammen. Diese Ionen sind überhäufig relativ zur Verteilung der Elemente in der Photosphäre der Sonne. Wir untersuchten, welche der für die Beschleunigung der Elektronen vorgeschlagenen Wellen für diese Präferenz verantwortlich sein können. Eine gute Möglichkeit sind die links zirkular polarisierten Wellen der Elektronen-firehose-Instabilität (G. Paesold und A.O. Benz, in Zusammenarbeit mit R. Kallenbach, ISSI, Bern).

Instabilität von Elektronenbeams in der Korona

Ein Teil der Elektronen, die in Flares beschleunigt werden, propagieren aufwärts in der Korona und regen das Plasma zu den gut bekannten Langmuirwellen an, die dann durch Zerfall in ionenakustische Wellen und mit deren Wechselwirkung Radiobursts vom Typ III anregen. Die Theorie ist im interplanetaren Raum bestätigt worden und dort allgemein akzeptiert. Mit dem Phoenix-2-Radiospektrometer der ETH Zürich beobachteten wir Typ III-Bursts in der Korona bis zu Frequenzen von 8 GHz. Bei diesen hohen Frequenzen ist der obige Strahlungsprozess wesentlich schwieriger, weil er insbesondere bei Temperaturen von Ionen geschieht, die höher als jene der Elektronen ist. Ebenfalls schwierig zu verstehen ist die Propagation der Radiowellen, die bei diesen Frequenzen und damit implizierten hohen Dichten auf kurzer Distanz durch frei-frei Absorption verloren gehen.

Wir untersuchten daher einen alternativen Mechanismus, der auf einer Maser-Instabilität basiert, die sich bei grossen Magnetfeldern ereignet. Die beiden Instabilitäten konkurrieren sich. Mit einer particle-in-cell-Simulation eines Elektronenbeams haben wir gezeigt, dass der Maser gleichzeitig mit der Langmuirwellen-Instabilität wachsen kann. Diese alternative Typ III-Theorie wird nun an weiteren Beobachtungen getestet (P. Messmer und A.O. Benz).

Radiostrahlung von koronalen Massenauswürfen

In einer grossen internationalen Kooperation haben wir den berühmten Halo-Massenauswurf vom 2. Mai 1998 untersucht, der mit einem grossen (X1.1) Flare assoziiert war und eine starke geomagnetische Aktivität entwickelte. Der Massenauswurf involvierte zwei aktive Regionen auf der Sonne, die mit einem transäquatorialen Bogen in weichen Röntgenstrahlung verbunden waren. Die Radioemissionen von Typ III-Bursts zeichneten ebenfalls transäquatoriale Bögen aus. Metrische Typ II-Bursts, durch koronale Stosswellen verursacht, erschienen zur gleichen Zeit wie Morton-Wellen in $\text{H}\alpha$ und „EIT-Wellen“ in der Chromosphäre und unteren Korona. Die Positionen der Radioemissionen befanden sich aber in grosser Höhe und bewegten sich mit der Geschwindigkeit der optischen Strukturen des Massenauswurfs (A.O. Benz, in Zusammenarbeit mit S. Pohjalainen, Metsähovi, Finnland).

3.2 Physik der Sterne

VLT FORS Spektroskopie des visuellen Doppelsternsystems α Sco

In VLT-Spektren des visuellen Doppelsternsystems α Sco (M1.5I + B2.5V) haben wir sehr wahrscheinlich eine Bugschock-Welle im Winde des Masse verlierenden M1.5I-Sternes gefunden. Eine solche Bugschockwelle wird erwartet, wenn ein störendes Objekt wie der B2.5V-Begleitstern in der Überschallströmung steht. Mit α Sco bietet sich nun die bis jetzt einmalige Möglichkeit eine solche Bugschockwelle direkt abzubilden und mit Hydrodynamik-Simulationen zu vergleichen. Da α Sco direkt gemessene Sternparameter und eine relativ einfache Windgeometrie hat, sollte es möglich sein, realistische Modellrechnungen durchzuführen. Dies ist ein wichtiger Beitrag zur Untersuchung von Schockzonen in astrophysikalischen Strömungen. Wir haben einen ESO-Beobachtungsantrag gestellt, um dieses einzigartige Objekt detaillierter zu beobachten. Entsprechende koronografische Beobachtungen, wenn durch die ESO zugestanden, werden im Sommer 2002 durchgeführt (H. Schild und T. Dumm).

Auswertung von IUE- und HST-Archiv-Daten des heissen Weissen Zwerges in RW Hya

Mit Hilfe von IUE- und HST-Archiv-Beobachtungen des heissen Weissen Zwerges im symbiotischen Doppelsternsystem RW Hya, haben wir nach Anzeichen von Massenverlust durch einen Wind gesucht. UV-Emissionlinienprofile zeigen, dass der Weisse Zwerg Materie mit einer Geschwindigkeit von 170 km/s verliert. Dies ist mindestens 10 Mal langsamer als es für einen strahlungsgetriebenen Wind erwartet würde. Eine effektive Temperatur von 40 000 K wurde aus den UV-Beobachtungen abgeleitet. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass die Temperatur nicht diejenige der Oberfläche des weissen Zwerges ist. Wenn RW Hya die auf die Oberfläche akkretierte Materie kontinuierlich thermonuklear verbrennt, würde man eine Akkretionseffizienz von ca. 7 % benötigen, um die beobachtete Leuchtkraft zu reproduzieren. Dieser Wert ist vergleichbar mit dem aus hydrodynamischen Simulationen abgeleiteten Wert (T. Dumm, in Zusammenarbeit mit Ed Sion, Villanova, und J. Mikolajewska, Warschau).

HST STIS Beobachtungen von RW Hya

Um den astrophysikalisch wichtigen Prozess der Windakkretion in RW Hya weiter studieren zu können, wurde im Jahre 2000 ein HST-Beobachtungsantrag für hochaufgelöste UV-Spektren für RW Hya gestellt. Da dem Antrag die Beobachtungszeit zugesprochen wurde, konnte im Frühling 2001 das „Phase 2“-Beobachtungsprogramm ausgearbeitet werden. Die Beobachtungen wurden dementsprechend im April/Mai 2001 durchgeführt. Die Auswertung der Daten ist im Gange (T. Dumm, H. Schild, R. Walder, in Zusammenarbeit mit D. Folini, Strassburg).

XMM-Newton/RGS Röntgen Beobachtungen von γ Vel

Mit dem europäischen Röntgen-Teleskop XMM konnten vom Wolf-Rayet + O-Stern-Doppelsternsystem hochaufgelöste Spektren aufgenommen werden. Die Beobachtungen, welche zu zwei verschiedenen orbitalen Phasen gemacht wurden, zeigen ganz klar, wie das Röntgenlicht aus der Wind-Wind-Kollisionszone durch den Wolf-Rayet-(WR)-Wind zu gewissen Phasen absorbiert wird. Dies kann dazu verwendet werden, um die Dichte und chemische Zusammensetzung im WR-Wind zu untersuchen. Diese Beobachtungen haben es uns zudem erlaubt, die physikalischen Bedingungen in der Wind-Wind-Kollisionszone spektroskopisch zu studieren. Solche Resultate sind die Grundlage um die Physik von Schocks in astrophysikalischen Strömungen besser modellieren zu können (T. Dumm, M. Güdel, H. Schild, M. Audard, M. Leutenegger, in Zusammenarbeit mit W. Schmutz, Davos).

Entdeckung der Bahnbewegung in Symbiotischen Miras

Symbiotische Miras sind wechselwirkende (nova-ähnliche) Doppelsternsysteme mit sehr langen, bisher unbekanntem Bahnperioden. Die Bahnperiode ist ein Mass (bei bekannten Sternmassen) für die Separation der beiden Komponenten und daher eine fundamentale Grösse für das Verständnis der Wechselwirkungsprozesse in Doppelsternen. In früheren Arbeiten haben wir vorgeschlagen, dass die Bahnperiode dieser Doppelsterne mit Hilfe der Raman-gestauten O VI-Linien ermittelt werden kann. Die Methode basiert auf der Annahme, dass die Streugeometrie für die O VI-Linien mit der Doppelsterngeometrie verbunden ist, so dass die Bahnbewegung als Rotation des Polarisationswinkels in den Raman-Linien gemessen werden kann. Aus diesem Grunde haben wir den Polarisationswinkel in den Raman-Linien in sechs Objekten seit etwa zehn Jahren mit verschiedenen 4-m-Teleskopen wiederholt gemessen. Für vier Systeme ist es uns nun gelungen, eine systematische Rotation von typischerweise 1–2 Grad pro Jahr nachzuweisen. Obwohl wir nur Daten für einen verhältnismässig kleinen Teil der Bahnperioden haben, können wir trotzdem schon eine grobe aber wichtige Abschätzung von 200 Jahren für die typische Bahnperiode machen. Damit ist die typische Separation der Komponenten in Symbiotischen Miras etwa 40 Astronomische Einheiten (H. Schild und H.M. Schmid).

Variabilität der Akkretion eines klassischen T Tauri-Systems

Mit dem Anglo-Australischen Teleskop wurden spektroskopische Zeitreihen des klassischen T Tauri-Sterns VZ Cha gemacht. Sie umfassen rund zwei Umdrehungsperioden. Gewisse Strukturen in den Spektralprofilen sind konstant über die Akkretionszeit aus der inneren Scheibe, haben aber die Periodizität der Rotation. Daneben wurden auch Variationen entdeckt, die kürzer sind. Es gibt zum Teil erstaunlich wenig Korrelation zwischen verschiedenen Spektrallinien des selben Atoms, was mit stellarer Aktivität erklärt werden kann. Wasserstofflinien sind im Allgemeinen zu Rot verschoben, und im roten Flügel der Linien ist die Variabilität grösser (K. Smith, in Zusammenarbeit mit I. Bonnell, St. Andrews, und J.P. Emerson, London).

Freie, extrasolare Planeten

Die Entstehung und Entwicklung von extrasolaren Planetensystemen kann durch stellare Nahbegegnungen verändert werden. Die Veränderung wird am besten in Sternhaufen mit grosser Sternsdichte untersucht werden. Mit plausiblen Annahmen über die Haufenentwicklung konnte gezeigt werden, dass die Entstehung von Planeten in Kugelsternhaufen verunmöglicht wird bei einem Planetenabstand von mehr als 0.1 AE, da solche Planeten in kurzer Zeit aus ihrem Sternsystem herausgeschleudert werden. In offenen Sternhaufen hingegen ist die Planetenentstehung praktisch nicht betroffen, und Planetensysteme werden nur in grossen Entfernungen gestört im Laufe der Lebenszeit dieser Sternhaufen. Die Konsequenzen sind entscheidend für die totale Zahl der Planeten in der Galaxis, da die meisten Sterne in Haufen entstehen. Freie Planeten müssen in Kugelsternhaufen häufig sein (K. Smith, in Zusammenarbeit mit I. Bonnell, St. Andrews).

3.3 Extragalaktische Astronomie

Spektropolarimetrie von Seyfert 1-Galaxien

Polarimetrische Beobachtungen sind ein probates Mittel, um die Struktur von aktiven Galaxienkernen zu untersuchen. In Seyfert Galaxien entsteht polarisiertes Licht durch Streuung an Staub oder Elektronen oder „dichroische“ Absorption durch magnetisch ausgerichtete Staubteilchen. Untersuchungen von polarisiertem Licht erlauben daher Rückschlüsse über die (Streu)-Geometrie in aktiven Galaxienkernen und/oder über die Geometrie von zirkumnuklearen Magnetfeldern. Zu diesem Zweck haben wir in diesem Jahr wiederum spektropolarimetrische Beobachtungen mit einem der neuen 8.2-m-Teleskope der ESO (VLT UT1) durchgeführt. Es konnten Daten von unübertroffener Qualität von mehreren interessanten, aber bisher wenig untersuchten Objekten des Südhimmels gewonnen werden. Von speziellem Interesse sind drei hoch-polarisierte Seyfert 1-Galaxien mit schmalen Linien (NLSy1). Diese Objekte zeigen ein sehr reiches Polarisationspektrum mit einer Kontinuumpolarisation von einigen Prozent und Linien mit kleinerer oder höherer Polarisation und zum Teil verschiedenen Polarisationswinkeln. Diese Daten werden zur Zeit analysiert.

Eine detaillierte Untersuchung der Seyfert 1-Galaxie Fairall 51, basierend auf früheren spektropolarimetrischen Messungen mit dem VLT, wurde in diesem Jahr abgeschlossen. Bei diesem System wurde für das Kontinuum und die breiten Linien des aktiven Kerns eine hohe Streupolarisation gefunden. Die Beobachtungen konnten mit der Annahme erklärt werden, dass sich das beobachtete Licht aus zwei Komponenten zusammensetzt, und zwar einer unpolarisierten, geröteten Komponente direkt vom Galaxienkern und einer durch Staub gestreuten, hoch polarisierten Komponente. Die Linienprofile im polarisierten und totalen Licht unterscheiden sich aber nicht. Dies bedeutet, dass die Geschwindigkeitsverteilung des Gases in der „broad line region“ (BLR) identisch ist für den direkten Sichtwinkel und den indirekten Sichtwinkel via Streuregion. Daraus konnte nun geschlossen werden, dass das Geschwindigkeitsfeld der BLR in F51 praktisch isotrop sein muss. Dieses Erkenntnis schliesst Modelle aus, bei denen die breiten Linien in einer Scheibenstruktur entstehen. Die Beobachtungsdaten für F51 sind aber erklärbar mit einem Modell, bei dem die breiten Linien in aufgeblähten Sternatmosphären oder Sternwinden entstehen, die durch die zentrale Kontinuumsquelle zur Linienstrahlung angeregt werden (H.M. Schmid und H.

Schild, in Zusammenarbeit mit I. Appenzeller, M. Camenzind, J. Heidt und S. Wagner, Heidelberg, und M. Dietrich, Univ. of Florida).

Extragalaktische Wolf-Rayet-Sterne

Die Auswertung unserer VLT-Spektren von Wolf-Rayet-Sternen in NGC 300, einer Spiralgalaxie in der Sculptor Gruppe, wurde weitergeführt. Die ersten Modelle von Sternatmosphären sind berechnet worden. Die photometrischen Beobachtungen haben eine ganze Serie von neuen WR-Kandidaten in dieser Galaxie hervorgebracht. Die Empfindlichkeit des VLT wird beitragen die Liste dieser Objekte in NGC 300 zu komplettieren (H. Schild, in Zusammenarbeit mit W. Schmutz, Davos, und P. Crowther, London).

3.4 Astronomische Instrumentierung

Instrumentierung für optische Polarimetrie

Es stehen drei ZIMPOL II-Systeme zur Verfügung: eines ausschliesslich für Sonnenbeobachtungen, ein weiteres sowohl für wissenschaftliche Beobachtungen als auch für Tests der Möglichkeit Nachtbeobachtungen mit einem ZIMPOL-System durchzuführen, und ein drittes, das nicht mit einem Polarisationsmodulator ausgerüstet ist, für technische Entwicklungen.

Für eine UV-empfindliche ZIMPOL II-Version wurde von Marconi (ehem. EEV) ein maskierter CCD-Sensor mit gelochten Elektroden (Open Electrode Structure) nach unseren Spezifikationen entwickelt und hergestellt. Die Empfindlichkeit des neuen CCD-Sensors (CCD55-20) ist unterhalb 600 nm deutlich besser als die des Standard-Sensors (CCD05-20), der bei 400 nm eine etwa 10 mal kleinere und darunter praktisch keine nachweisbare Empfindlichkeit mehr besitzt. Bedingt durch die veränderte Elektroden-Struktur fallen beim CCD55-Sensor allerdings gewisse Probleme, die mit dem schnellen vertikalen Ladungstransfer bei der Demodulation verbunden sind, stärker ins Gewicht als beim CCD05, so dass der CCD55-Sensor weniger für 40 bzw. 80 kHz Modulation, wie sie bei Piezoelastischen-Polarisationsmodulatoren (PEMs) auftritt, geeignet ist. Langsamere Modulatoren, wie ferroelektrische Flüssigkristalle (FLCs) und Pockels-Zellen sind hier besser geeignet.

Zwei neue, mit dem UV-empfindlichen CCD-Sensor ausgestattete Kameras, kommen zum Einsatz. Am Gregory-Coudé-Teleskop des IRSOL in Locarno wurde mit der Fortsetzung des hochaufgelösten Atlas des „Zweiten Sonnenspektrums“ im Wellenlängenbereich zwischen 390 und 460 nm begonnen. Die für den Wellenlängenbereich zwischen 310 nm und 500 nm optimierte Optik besteht aus einem piezoelastischen Modulator aus fused silica, mehrschichtvergütet für den Bereich 300–600 nm, und einem Glan-Linearpolarisator. Zur Polarisationskalibration werden dielektrische Strahlteiler-Polarisatoren verwendet. Eine Reduktionsoptik aus Quarz und CaF_2 wurde gebaut, die im gesamten nutzbaren Wellenlängenbereich achromatisch ist. Die Software des mit der Leistungsfähigkeit des ZIMPOL II-Systems sehr eng verbundenen „Control und Image Acquisition System“ (CIPS) wurde weiter ausgebaut und verbessert.

In Verbindung mit einem PEM können mit ZIMPOL II drei Stokes-Parameter gleichzeitig gemessen werden. Um alle vier Komponenten des Stokes-Vektors gleichzeitig messen zu können, wurde ein Doppel-Modulator mit zwei FLCs und zwei $\lambda/8$ -Platten entwickelt. Zur Verringerung der Anzahl absorbierender Oberflächen und zur Vermeidung polarisierter Interferenzen sind die optischen Komponenten in ein temperaturstabilisiertes Öl-Bad eingebaut. Da FLCs nicht achromatisch sind, ist eine unabhängige Bestimmung aller Stokes-Parameter nur bei der Wellenlänge möglich, für die die FLCs spezifiziert sind. Messungen bei anderen Wellenlängen werden durch Übersprechen zwischen den Stokes-Parametern beeinflusst. Um diesen Einfluss zu bestimmen, wurde eine neue Eichprozedur entwickelt.

Es wurde untersucht, ob das ZIMPOL II-Prinzip, welches für Sonnenbeobachtungen sehr erfolgreich ist, auch für Anwendungen in der Nachtastronomie verwendet werden kann. Erste Versuche wurden im Labor gemacht um die Auswirkungen der längeren Integrati-

onszeiten zu untersuchen. Das Hauptresultat ist, dass für eine Nacht-Version von ZIMPOL anstelle des piezoelastischen Modulators (42 kHz) nur ein Modulator mit niedriger Modulationsrate (1 kHz) zum Einsatz kommen kann, z. B. ferroelektrischen Flüssigkristalle, die mit ZIMPOL II schon getestet wurden. Die Entwicklung dieses Modulations-Prinzips wurde darum intensiviert. Als erster Versuch in der Nacht wurden polarimetrische Untersuchungen der Polarisierung des Mondes gemacht. Diese Beobachtungen konnten erfolgreich am IRSOL in Locarno durchgeführt werden (H.P. Povel, F. Aebersold, A. Gandorfer, D. Gisler, S. Hagenbuch, P. Steiner, J.O. Stenflo).

Neues hochauflösendes Radiospektrometer ARGOS

Ein neues Multikanal-Radiospektrometer, ARGOS, ist im Bau, das mit Fast-Fourier-Analyse arbeiten wird. Das Signal wird auf der Zwischenfrequenz mit 2 Nanosekundenrate abgetastet und digital Fourier transformiert. Die gesamte Bandbreite ist 250 MHz. Sie wird vorläufig zwischen 1200 und 1500 MHz eingesetzt. Die Anzahl der simultan beobachteten Frequenzkanäle ist frei programmierbar, und die instrumentelle Zeitauflösung ist wenige Millisekunden. Der 5-m-Parabolspiegel mit Steuerung ist komplett vorbereitet. Die Antenne selbst ist vorhanden, muss aber noch im Fokus montiert und angeschlossen werden. Das Fokuspack wurde Mitte September im HF-Labor erfolgreich ausgemessen. Die Software zur Steuerung und Überwachung des Fokuspacks kann zum grössten Teil übernommen werden. Alle elektronischen Komponenten des Empfängers wurden geliefert. Die mechanischen Teile sind vorhanden, aber noch nicht bearbeitet. Der Empfänger wurde trotzdem bereits in zwei verschiedenen „breadboard“-Versionen aufgebaut und ausgemessen. Es hat sich dabei gezeigt, dass die kompakte Variante mit direkt verbundenen SMA-Connectoren empfindlicher und stabiler funktioniert. Die Acquiris-Digitizer-Karte ist termingerecht geliefert worden und wird mit LabView6i gesteuert. Erste Simulationen mit LabView-fft wurden erfolgreich abgeschlossen (Ch. Monstein, M. Arnold, F. Aebersold).

Phoenix-2-Radiospektrometer

Das extrem breitbandige Radiospektrometer Phoenix-2 war das ganze Jahr im Dauerbetrieb. Weil der HESSI-Satellit noch nicht gestartet wurde, haben wir die Gelegenheit für Spezialprogramme benutzt. Schwerpunkte waren von April bis Juni Messungen bei kleiner Frequenz, um die Beschleunigung von Elektronenstrahlen in der Korona zu studieren, die vom NASA-Satelliten WIND im interplanetaren Raum beobachtet wurden. Sie sind als Typ III-Bursts sichtbar in Radiowellen. Bei einigen konnten wir schmalbandige Spikes in Meterwellen beobachten, die mit dem Beschleunigungsvorgang zusammenzuhängen scheinen. Im Sommer wurde zusammen mit Owens Valley in Kalifornien ein Beobachtungsprogramm bei hohen Frequenzen (2–4 GHz) und grosser Zeitauflösung durchgeführt. Von Oktober 2001 an läuft ein Übersichtsprogramm von 0.1–4 GHz (Ch. Monstein, M. Arnold, A.O. Benz).

Errichtung eines Datenzentrums für Daten des HESSI Satelliten

Die Daten des NASA-Satelliten HESSI (High Energy Solar Spectroscopic Imager), der in Zusammenarbeit mit dem PSI gebaut wurde, sollen an der ETH gespeichert und zugänglich gemacht werden. Der HESSI-Satellit kann mittels Rotationsmodulation bei Energien über 100 keV erstmals in der Astronomie räumlich auflösen und dank gekühlter Germaniumdetektoren erstmals spektral aufgelöste Gammalinien beobachten. Die Flut der Daten wird enorm sein. Erschwerend ist, dass sie nicht als Bilder eintreffen, sondern mit inverser Fouriertransformation erst rekonstruiert werden müssen. In Zusammenarbeit mit den ETH-Instituten für Computersysteme und Informationssysteme (Datenbanken) wurde ein Datenzentrum (HESSI Experimental Data Center, HEDC) aufgebaut, welches den Gebrauch der Satellitendaten vereinfachen wird. Die Radiospektren von Phoenix-2 werden ebenfalls im HEDC gespeichert. Ihre Kombination mit HESSI-Daten wird sehr benutzerfreundlich sein. Die Beschaffung der Hardware ist abgeschlossen, sie wurde am Institut für Astronomie in Betrieb genommen (P. Saint-Hilaire, A.O. Benz, M. Arnold, in Zusammenarbeit mit dem Departement für Informatik der ETH Zürich).

Kryogener Empfänger für das HIFI-Instrument auf dem Herschel-Satelliten

Der Herschel-Satellit (früher FIRST, der vierte ESA Cornerstone) wird 2007 in den sonnabgewendeten Lagrangepunkt der Erde gebracht, um Submillimeter und fernes Infrarot mit einer spektralen Auflösung von bis zu 10^8 zu messen. Das HIFI-Instrument auf Herschel wird nach dem Heterodyne-Verfahren betrieben. Es arbeitet wie ein Radioempfänger, der die einkommende Strahlung auf eine konstante Zwischenfrequenz heruntermischet. Diese kann dann mit sehr hoher spektraler Auflösung analysiert werden. Die ETH Zürich wird für die Flugmodelle der Hauptoptik und der Mixersubassemblies verantwortlich sein. Das Institut für Feldtheorie und Höchsthfrequenz hat das Demonstrationsmodell der Intermediate Frequency 2 Box hergestellt. Die Flugmodelle der Optik, Mixersubassemblies und IF2 Box sollen in der Industrie fabriziert werden (A.O. Benz, Ch. Monstein, M. Arnold, in Zusammenarbeit mit dem Institut für Feldtheorie und Höchsthfrequenz und mit SRON, Groningen).

4 Veröffentlichungen*Erschienen:*

- Arzner, K., Scholer M.: Kinetic structure of the post-plasmoid plasma sheet during magnetotail reconnection. *J. Geophys. Res.* **106** (2001), 3827–3843
- Arzner, K., Scholer M.: Magnetotail reconnection: simulation predictions on magnetic time series. *Earth Planets Space* **53** (2001), 655–661
- Audard, M., Behar, E., Güdel, M., Raassen, A.J.J., Porquet, D., Mewe, R., Foley, C.R., Bromage, G.E.: The XMM-Newton View of Stellar Coronae: High-resolution X-ray Spectroscopy of Capella. *Astron. Astrophys.* **365** (2001), L329–335
- Audard, M., Güdel, M., den Boggende, A.J., Brinkman, A.C., den Herder, J.W., Kaastra, J.S., Mewe, R., Raassen, A.J.J., de Vries, C., Behar, E., Cottam, J., Kahn, S.M., Paerels, F.B.S., Peterson, J.M., Rasmussen, A.P., Sako, M., Branduardi-Raymont, G., Sakellou, I., Erd, C.: Stellar Coronae with XMM-Newton RGS. II. X-ray Variability. In: Giacconi, R., Stella, L., Serio, S. (eds.): *X-ray Astronomy 2000*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **234** (2001), 79–84
- Audard, M., Güdel, M., Drake, J.J., Kashyap, V.L., Guinan, E.F.: Flares as Heating Agents of Late-Type Stellar Coronae? In: Garcia-Bellido, J., Durrer, R., Shaposhnikov, M. (eds.): *CAPP2000: Cosmology and Particle Physics. Proc., Verbier, Juli 2000*, 1121–1126
- Audard, M., Güdel, M., Mewe, R.: The XMM-Newton View of Stellar Coronae: Flare Heating in the Coronae of HR 1099. *Astron. Astrophys.* **365** (2001), L318–323
- Audard, M., Güdel, M., Mewe, R., Raassen, A.J.J., Behar, E.: Stellar Coronae with XMM-Newton RGS. In: Ballet, J., Barret, D. (eds.): *Accretion-Disk-Jet Research Group: X-Ray Astronomy. Proc. Workshop. Atelier d’astronomie X, CESR Toulouse* (2001), 19–23
- Ayres, T.R., Brown, A., Drake, S.A., Dupree, A.K., Güdel, M., Guinan, E., Harper, G.M., Jordan, C., Linsky, J.L., Reimers, D., Schmitt, J.H.M.M., Simon, T.: Origins, Structure, and Evolution of Magnetic Activity in the Cool Half of the H-R Diagram: Progress Report on a Major HST STIS Stellar Survey. *Bull. Am. Astron. Soc.* **197** (2001), 44.07
- Behar, E., Rasmussen, A.P., Griffiths, R.G., Dennerl, K., Audard, M., Aschenbach, B., Brinkman, A.C.: High-Resolution X-ray Spectroscopy and Imaging of Supernova Remnant N132D. *Astron. Astrophys.* **365** (2001), L242–247
- Benz A.O.: Brown dwarf is a radio star. *Nature* **410** (2001), 310–311
- Benz, A.O., Krucker, S.: Heating the Quiet Corona by Nanoflares: Evidence and Problems. In: Brekke, J.B.G.P., Fleck, B.: *Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and Other Space Missions. Proc. IAU Symp.* **203** (2001), 471–474

- Benz, A.O., Lin, R.P., Sheiner, O.A., Krucker, S., Fainberg J.: The Source Regions of Impulsive Solar Electron Events. *Solar Phys.* **203** (2001), 131–144
- Benz, A.O., Messmer, P., Monstein, C.: High-sensitivity observations of solar flare decimeter radiation. *Astron. Astrophys.* **366** (2001), 326–330
- Berdyugina, S.V., Frutiger, C., Solanki, S.K.: Magnetic splitting of molecular lines in sunspots. In: Brekke, J.B.G.P., Fleck, B.: *Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and Other Space Missions*. Proc. IAU Symp. **203** (2001), 254–256
- Berdyugina, S.V., Frutiger, C., Solanki, S.K., Livingston, W.: Successful spectral synthesis of Zeeman-split molecular bands in sunspot spectra. *Astron. Astrophys.* **364** (2001), L101–104
- Berdyugina, S.V., Frutiger, C., Solanki, S.K., Livingston, W.: The molecular Zeeman effect and solar magnetic fields. In: Sigwarth, M. (ed.): *Advanced Solar Polarimetry – Theory, Observation, and Instrumentation*. 20th Sacramento Peak Workshop. Sunspot/New Mexico. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **236** (2001), 551–558
- Berdyugina, S.V., Solanki, S.K., Frutiger, C.: Solar and stellar magnetic fields: the molecular Zeeman effect as a probe. In: Mathys, G., Solanki, S.K., Wickramasinghe, D.T. (eds.): *Magnetic Fields across the Hertzsprung-Russel Diagram*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **248** (2001), 99–104
- Bianda, M., Stenflo, J.O.: Hanle effect observations in the UV with the Mg I multiplet at 3829–3838 Å. In: Sigwarth, M. (ed.): *Advanced Solar Polarimetry – Theory, Observation, and Instrumentation*. 20th Sacramento Peak Workshop. Sunspot/New Mexico. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **236** (2001), 117–124
- Bonnell, I.A., Smith, K.W., Davies, M.B., Horne, K.D.: Planetary Dynamics in Stellar Clusters. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **322** (2001), 859–865
- Branduardi-Raymont, G., Page, M.J., Sakellou, I., Zane, S., den Boggen, A.J., Brinkman, A.C., den Herder, J.W., Kaastra, J.S., Mewe, R., de Vries, C., Behar, E., Cottam, J., Kahn, S.M., Paerels, F.B.S., Peterson, J.M., Rasmussen, A.P., Sako, M., Audard, M., Güdel, M., Kuster, M., Wilms, J., Erd, C.: XMM-Newton RGS Observations of MCG -6-30-15 and Mrk 766. Evidence for Emission Lines from a Relativistic Accretion Disk. In: Giacconi, R., Stella, L., Serio, S. (eds.): *X-ray Astronomy 2000*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **234** (2001), 477–484
- Brinkman, A.C., Behar, E., Güdel, M., Audard, M., den Boggen, A.J.F., Branduardi-Raymont, G., Cottam, J., Erd, C., den Herder, J.W., Jansen, F., Kaastra, J.S., Kahn, S.M., Mewe, R., Paerels, F.B.S., Peterson, J.R., Rasmussen, A.P., Sakellou, I., de Vries, C.: First Light Measurements with the XMM-Newton Reflection Grating Spectrometers: Evidence for an Inverse First Ionisation Potential Effect and Anomalous Ne Abundance in the Coronae of HR 1099. *Astron. Astrophys.* **365** (2001), L324–328
- Brković, A.: Structure and Variability of the Upper Solar Atmosphere observed with SOHO. Göttingen (Cuvillier), ISBN 3-89873-158-8. PhD thesis, ETH No. 14214 (2001)
- Brković, A., Solanki, S.K., Rüedi, I.: Analysis of blinkers and EUV brightenings in the quiet Sun observed with CDS. *Astron. Astrophys.* **373** (2001), 1056–1072
- Brković, A., Solanki, S.K., Rüedi, I.: Comparison of blinkers observed with CDS and with SUMER. In: Brekke, J.B.G.P., Fleck, B.: *Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and Other Space Missions*. Proc. IAU Symp. **203** (2001), 133
- Brković, A., Solanki, S.K., Rüedi, I.: The quiet-Sun variability as seen by CDS and SUMER. In: Brekke, J.B.G.P., Fleck, B.: *Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and Other Space Missions*. Proc. IAU Symp. **203** (2001), 381–383

- Brown, A., Harper, G., Bennett, P.D., Baade, R., Kirsch, T., Schröder, K.-P., Dumm, T., Cuntz, M.: Understanding the role of binarity on mass loss and atmospheric structure in detached systems. In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapaterio Osorio, M.R. (eds.): *Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun*. 11th Cambridge Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **223** (2001), 411–419
- Brown, J.C., Krucker, S., Güdel, M., Benz, A.O.: Mechanisms for dynamic coronal mass supply via evaporative solar “micro-events”. Heating the Quiet Corona by Nanoflares: Evidence and Problems. In: Brekke, P., Fleck, B., Gurman, J.B. (eds.): *Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere*. Proc. IAU Symp. **203** (2001), 498–500
- Decourchelle, A., Sauvageot, J.L., Audard, M., Aschenbach, B., Sembay, S., Rothenflug, R., Ballet, J., Stadlbauer, T., West, R.G.: XMM-Newton observation of the Tycho Supernova Remnant. *Astron. Astrophys.* **365** (2001), L218–224
- DePasquale, J.M., Bochanski, J.J., Guinan, E.F., Ribas, I., McCook, G.P., J.D. Dorren, Güdel, M.: When the Sun was Young: A Multi-Frequency Study of the Young Solar Analog HD 129333 (= EK Dra) *Bull. Am. Astron. Soc.* **198** (2001), 46.04
- Fluri, D.M., Stenflo, J.O.: Depolarizing lines in the solar spectrum. In: Sigwarth, M. (ed.): *Advanced Solar Polarimetry – Theory, Observation, and Instrumentation*. 20th Sacramento Peak Workshop. Sunspot/New Mexico. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **236** (2001), 205–211
- Franciosini, E., Maggio, A., Pallavicini, R., Reale, F., Tagliaferri, G., Cutispoto, G., Güdel, M., Audard, M.: BeppoSAX Observations of the Rapidly-Rotating Young Star AB Doradus. In: Giacconi, R., Stella, L., Serio, S. (eds.): *X-ray Astronomy 2000*. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **234** (2001), CD-ROM
- Frutiger, C., Solanki, S.K.: Empirical models of solar magnetic flux-tubes and their non-magnetic surroundings. *Astron. Astrophys.* **369** (2001), 646–659
- Frutiger, C., Solanki, S.K.: Empirical models of stellar convection. In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapaterio Osorio, M.R. (eds.): *Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun*. 11th Cambridge Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **223** (2001), CD-626
- Frutiger, C., Solanki, S.K.: Consistent empirical models of solar magnetic flux tubes and the surrounding convection. In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapaterio Osorio, M.R. (eds.): *Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun*. 11th Cambridge Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **223** (2001), CD-632
- Gandorfer, A.: *High Precision Polarimetry of the Sun*. Göttingen (Cuvillier), ISBN 3-89873-067-0. PhD thesis, ETH No. 14034 (2001)
- Gandorfer, A.: Measuring weak polarisation. In: Battrick, B., Sawaya-Lacoste, H. (eds.): *Solar Encounter. The First Solar Orbiter Workshop*. Tenerife, 2001. ESA SP-**493** (2001), 223–226
- Gandorfer, A.: A High Resolution Atlas of the Second Solar Spectrum. In: Sigwarth, M. (ed.): *Advanced Solar Polarimetry – Theory, Observation, and Instrumentation*. 20th Sacramento Peak Workshop. Sunspot/New Mexico. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **236** (2001), 109–116
- Güdel, M., Audard, M.: Radio Characteristics of Cool Stars and the HRD. In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapaterio Osorio, M.R. (eds.): *Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun*. 11th Cambridge Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **223** (2001), 961–966
- Güdel, M., Gaidos, E.: Deep Radio Observations of Young Solar Analogs. In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapaterio Osorio, M.R. (eds.): *Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun*. 11th Cambridge Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **223** (2001), 662–668
- Güdel, M., Zucker, A.: Gyrosynchrotron Emission from Stellar Coronae. In: Martens, P.C.H., Tsuruta, S., Weber, M.A. (eds.): *Highly Energetic Physical Processes and Mechanisms for Emission from Astrophysical Plasmas*. Proc. IAU Symp. **195** (2001), 234–244

- Güdel, M., Audard, M., den Boggende, A.J., Brinkman, A.C., den Herder, J.W., Kaastra, J.S., Mewe, R., Raassen, A.J.J., de Vries, C., Behar, E., Cottam, J., Kahn, S.M., Paerels, F.B.S., Peterson, J.M., Rasmussen, A.P., Sako, M., Branduardi-Raymont, G., Sakelliou, I., Erd, C.: Stellar Coronae with XMM-Newton RGS. I. Coronal Structure. In: Giacconi, R., Stella, L., Serio, S. (eds.): X-ray Astronomy 2000. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **234** (2001), 73–78
- Güdel, M., Audard, M., Briggs, K., Haberl, F., Magee, H., Maggio, A., Mewe, R., Pallavicini, R., Pye, J.: The XMM-Newton View of Stellar Coronae: X-Ray Spectroscopy of the Corona of AB Doradus. *Astron. Astrophys.* **365** (2001), L336–343
- Güdel, M., Audard, M., Guinan, E.F., Drake, J.J., Kashyap, V.L., Mewe, R., Alekseev, I.Y.: AD Leo from X-Rays to Radio: Are Flares Responsible for the Heating of Stellar Coronae? In: Giacconi, R., Stella, L., Serio, S. (eds.): X-ray Astronomy 2000. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **234** (2001), CD-ROM
- Güdel, M., Audard, M., Guinan, E.F., Mewe, R., Drake, J.J., Alekseev, I.Y.: The Ups and Downs of AD Leo. In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapaterio Osorio, M.R. (eds.): Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun. 11th Cambridge Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **223** (2001), 1085–1090
- Güdel, M., Audard, M., Magee, H., Franciosini, H., Grosso, N., Cordova, F.A., Pallavicini, R., Mewe, R.: The XMM-Newton View of Stellar Coronae: Coronal Structure in the Castor X-Ray Triplet. *Astron. Astrophys.* **365** (2001), L344–352
- Guinan, E.F., Ribas, I., DeWarf, L.E., Harper, G., Güdel, M.: Evolution of the FUV Sun in Time: FUSE Observations of the Solar Analogs with Different Ages. *Bull. Am. Astron. Soc.* **198** (2001), 22.01
- den Herder, J.W., Brinkman, A.C., Kahn, S.M., Branduardi-Raymont, G., Thomsen, K., Aarts, H., Audard, M., Bixler, J.V., den Boggende, A.J., Cottam, J., Decker, T., Dumbledam, L., Erd, C., Goulooze, H., Güdel, M., Guttridge, G., Hailey, C.J., Al Janabi, K., Kaastra, J.S., de Korte, P.A.J., van Leeuwen, B.J., Mauche, C., McCalden, A.J., Mewe, R., Naber, A., Paerels, F.B., Peterson, J.R., Rasmussen, A.P., Rees, K., Sakelliou, I., Sako, M., Spodek, J., Stern, M., Tamura, T., Tandy, J., de Vries, C.P., Welch, S., Zehnder, A.: The Reflection Grating Spectrometer on Board XMM-Newton. *Astron. Astrophys.* **365** (2001), L7–17
- Isliker, H., Benz, A.O.: On the reliability of peak-flux distributions, with an application to narrow-band spikes. *Astron. Astrophys.* **375** (2001), 1040–1048
- Kaastra, J.S., den Boggende, A.J., Brinkman, A.C., Ferrigno, C., den Herder, J.W., Mewe, R., Tamura, T., de Vries, C., Cottam, J., Kahn, S.M., Paerels, F.B.S., Peterson, J.M., Rasmussen, A.P., Branduardi-Raymont, G., Sakelliou, I., Audard, M., Güdel, M., Erd, C.: X-Ray Spectroscopy of Clusters of Galaxies with XMM. In: Giacconi, R., Stella, L., Serio, S. (eds.): X-ray Astronomy 2000. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **234** (2001), 351–355
- Kahn, S.M., Leutenegger, M.A., Cottam, J., Rauw, G., Vreux, J.-M., den Boggende, A.J.F., Mewe, R., Güdel, M.: High Resolution X-Ray Spectroscopy of zeta Puppis with the XMM-Newton Reflection Grating Spectrometer. *Astron. Astrophys.* **365** (2001), L312–317
- Kashyap, V.L., Drake, J.J., Güdel, M., Audard, M.: Viability of Flare Heating of Stellar Coronae. *AGU Proc.* (2001) #SP51C-09
- Knaack, R., Fligge, M., Solanki, S.K., Unruh, Y.C.: The Influence of an Inclined Rotation Axis on Solar Irradiance Variations. *Astron. Astrophys.* **376** (2001), 1080–1089
- Knaack, R., Fligge, M., Solanki, S.K., Unruh, Y.C.: Stellar Irradiance Variations Caused by Magnetic Activity: The Influence of an Inclined Rotation Axis. In: Mathys, G., Solanki, S.K., Wickramasinghe, D.T. (eds.): Magnetic Fields across the Hertzsprung-Russel Diagram. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser. **248** (2001), 227–230

- Mitra Kraev, U., Benz, A.O.: A nanoflare heating model for the quiet solar corona. *Astron. Astrophys.* **373** (2001), 318–328
- Monstein, C.: Die Mondtemperatur bei $l = 2, 77$ cm. *Orion* **4** (2001), 4–8
- Paesold, G., Benz, A.O., Klein, K.-L., Vilmer, N.: Spatial analysis of associated solar type III events with narrowband spikes at metric wavelengths. *Astron. Astrophys.* **371** (2001), 333–342
- Pauluhn, A., Rüedi, I., Solanki, S.K., Lang, J., Schühle, U., Wilhelm, K., Thompson, W.T., Hollandt, J., Huber, M.C.E.: Intercalibration of SUMER and CDS on SOHO. II. SUMER A and B detectors and CDS NIS. *Appl. Opt.* **40** (2001), 6292–6300
- Pauluhn, A., Schühle, U., Solanki, S.K., Rüedi, I., Lang, J., Pike, C.D., Thompson, W.T., Huber, M.C.E.: Radiance of solar spectral lines observed with CDS and SUMER on SOHO. In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapaterio Osorio, M.R. (eds.): *Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun*. 11th Cambridge Workshop. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **223** (2001), CD-721
- Pauluhn, A., Solanki, S.K., Rüedi, I., Landi, E., Schühle, U.: Statistical features of the quiet Sun in EUV. In: Brekke, J.B.G.P., Fleck, B.: *Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and Other Space Missions*. *Proc. IAU Symp.* **203** (2001), 416–418
- Pauluhn, A., Solanki, S.K., Schühle, U., Wilhelm, K., Lang, J., Thompson, W.T., Rüedi, I., Hollandt, J., Huber, M.C.E.: Comparison of quiet-Sun radiances measured by CDS and SUMER on SOHO. *Space Sci. Rev.* **97** (2001), 63–66
- Ploner, S.R.O., Schüssler, M., Solanki, S.K., Sheminova, V.A., Gadun, A.S., Frutiger, C.: The formation of one-lobed Stokes V profiles in an inhomogeneous atmosphere. In: Sigwarth, M. (ed.): *Advanced Solar Polarimetry – Theory, Observation, and Instrumentation*. 20th Sacramento Peak Workshop. *Sunspot/New Mexico*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **236** (2001), 371–378
- Pohjalainen, S., Maia, D., Pick, M., Vilmer, N., Otruba, W., Warmuth, A., Benz, A.O., Alissandrakis, C., Thompson, B.: On-the-disk development of the halo coronal mass ejection on May 2, 1998. *Astrophys. J.* **556** (2001), 421–431
- Povel, H.P.: Ground-based Instrumentation for solar magnetic field studies, with special emphasis on the Zurich Imaging Polarimeters ZIMPOL I and II. In: Mathys, G., Solanki, S.K., Wickramasinghe, D.T. (eds.): *Magnetic Fields across the Hertzsprung-Russel Diagram*. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **248** (2001), 543–552
- Régulo, C., Roca Cortés, T., Solanki, S.K., Fligge, M., and the GOLF Team: Noise reduction in GOLF spectra using wavelets. In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapaterio Osorio, M.R. (eds.): *Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun*. 11th Cambridge Workshop. *Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **223** (2001), 734
- Schild, H., Dumm, T., Mürset, U., Nussbaumer, H., Schmid, H.M., Schmutz, W.: High resolution spectroscopy of symbiotic stars. VI. Orbital and stellar parameters for AR Pav. *Astron. Astrophys.* **366** (2001), 972–980
- Schild, H., Eyres, S.P.S., Salama, A., Evans, A.: ISO observations of symbiotic stars. I. HM Sge. *Astron. Astrophys.* **378** (2001), 146–152
- Schmid, H.M., Appenzeller, I., Camenzind, M., Dietrich, M., Heidt, J., Schild, H., Wagner, S.: VLT-spectropolarimetry of the high-polarization Seyfert 1 galaxy Fairall 51. *Astron. Astrophys.* **372** (2001), 59–70
- Scholer, M., Arzner, K.: Hybrid simulations of magnetotail reconnection: turbulence in the post plasmoid plasma sheet. In: B. Warmbein (ed.): *Proc. Les Wolliscroft Memorial Conference / Sheffield Space Plasma Meeting: Multipoint Measurements versus Theory*. *ESA SP-492* (2001), 93–98
- Schuecker, P., Böhringer, H., Arzner, K., Reiprich, T.: Cosmic Mass functions from Gaussian stochastic diffusion processes. *Astron. Astrophys.* **370** (2001), 715–728

- Skinner, S.L., Güdel, M., Schmutz, W., Stevens, I.R.: Chandra HETG Spectra of γ^2 Velorum. *Astrophys. J.* **558** (2001), L113–116
- Smith, K.W., Bonnell, I.A.: Free floating planets in stellar clusters? *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **322** (2001), L1–4
- Smith, K.W., Bonnell, I.A., Emerson, J.P., Jenness, T.: NGC1333/IRAS4 is an Unstable Triple. In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapaterio Osorio, M.R. (eds.): *Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun. 11th Cambridge Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **223** (2001), 1487–1497
- Smith, K.W., Lewis, G.F., Bonnell, I.A., Emerson J.P.: Infall variability in the classical T Tauri system VZ Chamaeleonis. *Astron. Astrophys.* **378** (2001), 1003–1013
- Solanki, S.K., Fligge, M., Unruh, Y.C.: Variations of the solar spectral irradiance. In: Brekke, J.B.G.P., Fleck, B.: *Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and Other Space Missions. Proc. IAU Symp.* **203** (2001), 66–77
- Solanki, S.K., Régulo, C., Fligge, M., Kosovichev, A.G.: Noise reduction in helioseismic power spectra by non-orthogonal wavelets. *Astron. Astrophys.* **379** (2001), 1039–1044
- Stenflo, J.O.: Solar Magnetic Field: Zeeman and Hanle Effects. In: Murdin, P. (ed.): *Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics. Inst. Phys. Publ. Ltd and Nature Publ. Group, Vol. 3* (2001), 2638–2643
- Stenflo, J.O.: Photosphere: Intranetwork and Turbulent Magnetic Fields. In: Murdin, P. (ed.): *Encyclopedia of Astronomy and Astrophysics. Inst. Phys. Publ. Ltd and Nature Publ. Group, Vol. 3* (2001), 2662–2666
- Stenflo, J.O.: New possibilities for the diagnostics of solar magnetic fields. In: Obridko, V.N. (ed.): *Solar Cycle: Sun at the Top of the Maximum. Proc. JENAM 2000, Symp. S07. Astron. Astrophys. Trans.* **20** (2001), 515–524
- Stenflo, J.O.: Observations of scattering polarization and the diagnostics of solar magnetic fields. In: Sigwarth, M. (ed.): *Advanced Solar Polarimetry – Theory, Observation, and Instrumentation. 20th Sacramento Peak Workshop. Sunspot/New Mexico. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **236** (2001), 97–108
- Stenflo, J.O.: Limitations and opportunities for the diagnostics of solar and stellar magnetic fields. In: Mathys, G., Solanki, S.K., Wickramasinghe, D.T. (eds.): *Magnetic Fields across the Hertzsprung-Russel Diagram. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **248** (2001), 639–650
- Stenflo, J.O.: Ursprung und Evolution des Universums. *Unimagazin No. 2, Juni 2001. Univ. Zürich* (2001), 13–15
- Stenflo, J.O., Gandorfer, A., Wenzler, T., Keller, C.U.: Influence of magnetic fields on the coherence effects in the Na I D₁ and D₂ lines. *Astron. Astrophys.* **367** (2001), 1033–1048
- Stucki, K.: Solar coronal holes observed with SOHO. Göttingen (Cuvillier), ISBN 3-89873-260-6. PhD thesis, ETH No. 14140 (2001)
- Stucki, K., Solanki, S.K., Schühle, U., Rüedi, I.: Coronal hole properties observed with SUMER and CDS. In: Brekke, J.B.G.P., Fleck, B.: *Recent Insights into the Physics of the Sun and Heliosphere: Highlights from SOHO and Other Space Missions. Proc. IAU Symp.* **203** (2001), 169
- Unruh, Y.C., Knaack, R., Fligge, M., Solanki, S.K.: Are the Sun's brightness variations really tamer than those of other comparable solar-type stars? In: García López, R.J., Rebolo, R., Zapaterio Osorio, M.R. (eds.): *Cool Stars, Stellar Systems, and the Sun. 11th Cambridge Workshop. Astron. Soc. Pac. Conf. Ser.* **223** (2001), CD-748

Jan Olof Stenflo

