Potsdam

Bereich Astrophysik, Universität Potsdam

Postanschrift: Universität Potsdam, Postfach 60 15 53, 14415 Potsdam
Telefon: (0331) 977-1054, Fax: (0331) 977-1107
e-Mail: office@astro.physik.uni-potsdam.de
WWW: http://www.astro.physik.uni-potsdam.de

1 Personal und Ausstattung

1.1 Personalstand

Direktoren und Professoren:

Prof. Dr. Wolf-Rainer Hamann [-1053], Prof. Dr. Achim Feldmeier [-1569]

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

Dr. Götz Gräfener [-1755], Dr. Lidia Oskinova [-1583] (DFG),

Doktoranden:

Dipl.-Phys. Andreas Barniske [-1754] (HWP), Dipl.-Phys. Adriane Liermann [-1583] (DFG), Dipl.-Phys. Robert Nikutta [-1569] (DFG bis 30.6.06), Dipl.-Phys. Helge Todt [-1755] (BMBF/DESY)

Sekretariat und Verwaltung:

Geschäftszimmer: Andrea Brockhaus [-1054]

Technisches Personal:

Dipl.-Ing. Peer Leben [-1556] (Systemingenieur)

Studentische Mitarbeiter:

Dennis Rätzel

1.2 Personelle Veränderungen

Dr. Philipp Richter hat den Ruf auf die durch den Weggang von Prof. Joachim Wambsganß vakant gewordene Professur für Astrophysik angenommen. PD Dr. Achim Feldmeier wurde zum außerplanmäßigen Professor für Astrophysik ernannt.

1.3 Instrumente und Rechenanlagen

Die Abteilung verfügt über einen Cluster von ca. 20 Hochleistungs-Workstations (DEC-Alpha und Linux-PC).

2 Gäste

Prof. Dr. M. Elitzur (University of Kentucky, USA)
Dr. M.A. Guerrero (Instituto de Astrofisica de Andalucia, Granada, Spanien)
Dr. J. Krtička (Astronomical Institute Ondřejov, Republik Tschechien)
Dr. J. Kubát (Astronomical Institute Ondřejov, Republik Tschechien)
Dipl.-Phys. D.-J. Kusterer (Universiät Tübingen)
Prof. Dr. M. Peña (University Mexico)
Dr. T. Szeifert (ESO, Santiago, Chile)
Dr. V. Votruba (Astronomical Institute Ondřejov, Republik Tschechien)

3 Lehrtätigkeit, Prüfungen und Gremientätigkeit

3.1 Lehrtätigkeiten

Der Bereich Astrophysik gewährleistet das Lehrangebot im Wahlpflichtfach Astrophysik im Rahmen des Physik-Studiums an der Universität Potsdam. Dozenten aus dem Astrophysikalischen Institut Potsdam beteiligen sich an der Lehrtätigkeit.

3.2 Prüfungen

Es wurden Diplomprüfungen im Wahlfach Astrophysik durchgeführt und Promotionsprüfungen abgenommen.

3.3 Gremientätigkeit

W.-R. Hamann ist stellvertretender Direktor des Instituts für Physik.

4 Wissenschaftliche Arbeiten

4.1 Heiße Sterne und Massenverlust: Theorie und Modelle

Der in unserer Gruppe entwickelte Non-LTE Code zur Modellierung von expandierenden Sternatmosphären (PoWR) wurde im Laufe der letzten Jahre um die selbstkonsistente Lösung der hydrodynamischen Gleichungen erweitert. Damit ist uns derzeit als weltweit einziger Arbeitsgruppe die Modellierung der optisch dicken, strahlungsgetriebenen Winde von Wolf-Rayet-Sternen möglich. Für die Windbeschleunigung spielen die Opazitäten von hohen Ionen des Eisens eine zentrale Rolle. Dies lässt eine starke Abhängigkeit des WR-Massenverlusts von der Metallizität (Z) erwarten. Deren Kenntnis ist fundamental wichtig für z.B. die Sternentwicklung im frühen Universum oder die Vorgänger der langsamen Gamma-Ray Bursts. In einer Studie von Modellen für WNL-Sterne (Wolf-Rayet-Sterne der Stickstoffsequenz von spätem Subtyp) wurde gezeigt, dass sich diese Objekte aufgrund sehr hoher Leuchtkraft dicht am Eddington-Limit befinden. Dementsprechend hängt der Massenverlust nicht nur von der Metallizität Z, sondern auch stark von der Nähe zu diesem Limit ab. Die Ergebnisse wurden zu einer parametrisierten Massenverlust-Formel zusammengefasst. (Gräfener, Hamann)

Es wurde ein deutlicher Fortschritt im Verständnis von strahlungsakustischen Wellen in O-Sternwinden erzielt. Wir konnten erstmals zeigen, dass *kinks* im Geschwindigkeitsfeld des Sternwinds das strahlungsakustische Analogon zu Schockfronten der klassischen Gasdynamik sind. Mit einem in der Literatur gefundenen, jedoch selten benutzten Verfahren gelang es uns, die Ausbreitungsgeschwindigkeit solcher *kinks* analytisch herzuleiten. Damit wurde deutlich, dass die Strömung in den *kinks* einen Übergang von super- nach subkritisch macht. Mit diesem neuen dynamischen (und kausalen) Verständnis konnten die *corotating interaction regions* in rotierenden Sternwinden neu analysiert und als superkritische, zum Stern hin laufende strahlungsakustische Fronten beschrieben werden. (Feldmeier und Rätzel)

Die Programmierung eines zweidimensionalen Strahlungstransports mittels *short characteristics* wurde fortgesetzt. Ziel sind zeitabhängige hydrodynamische Simulationen von Sternwinden, die der *deshadowing* Instabilität unterliegen. Während die radiale Windstruktur gut verstanden ist (*reverse shocks, clumping*), ist über die laterale wenig bekannt. Jedoch beeinflusst die laterale Windstruktur maßgeblich den Röntgenstrahlungstransport im hochgradig inhomogenen Wind (siehe *shell fragments* im „stochastischen Windmodell“ unten), ist also für die Interpretation und Auswertung von Chandra- und XMM-Röntgenlinienbeobachtungen wichtig. Eine *short characteristic*-Formulierung des Strahlungstransports (mit *comoving frame*-Interpolation der optischen Dichten) wurde vollständig programmiert und muss nun getestet werden. (Feldmeier)

Die Analyse der kritischen Punkte bei schnell rotierenden Sternen mit strahlungsgetriebenen Winden wurde zu einem vorläufigen Abschluß gebracht. Bei langsamer Rotation liegt der kritische Punkt sehr nah an der Photosphäre (entsprechend eines *nozzle*-Minimums für die Strahlungskraft), springt aber bei 80 Prozent der kritischen Rotation ins “Unendliche” (*nozzle*-Minimum für die Zentrifugalkraft). Die entsprechenden Sprünge in Massenverlustraten und Windendgeschwindigkeiten wurden numerisch bestimmt. Die Hypothese von M. Curé, dass sich hiermit die hohen Dichten in Scheiben von B[e]-Sternen erklären lassen, wird von uns nicht bestätigt. (Feldmeier mit S. Owocki und T. Madura [University of Delaware])

Wir konnten erste zeitabhängige Simulationen von Zweikomponentenwinden durchführen. Während man bisher annahm, dass in sehr dünnen Winden die strahlungsbeschleunigten Ionen vom passiven H-Hintergrundplasma entkoppeln, zeigten Krticka & Kubat kürzlich die Existenz einer hydrodynamischen Lösung, bei der beide Komponenten gekoppelt bleiben. Diese Lösung ist jedoch subkritisch und daher wohl instabil gegen vom äußeren Rand einlaufende Störungen. Nachdem wir ein semi-implizites Verfahren zur Berechnung der Chandrasekharschen Reibung formuliert haben, ergeben erste Testrechnungen tatsächlich einen Verfall der initialen Krticka-Lösung, also ein Entkoppeln der Ionen vom Restplasma. Es gilt nun abzusichern, dass diese Transformation nicht durch numerische Effekte (Randwertprobleme) induziert wurde. (Feldmeier mit V. Votruba und J. Kubat [Ondrejov, Republik Tschechien])

Unsere Arbeiten zur Beschreibung der Dichte und Geschwindigkeitsfelder von strahlungsgetriebenen Winde über protostellaren Akkretionsscheiben zum Zwecke der Spektrumsynthese wurden fortgeführt. (Feldmeier mit D. Kusterer und K. Werner [Tübingen])

Die Inhomogenität in Sternwinden (*Clumping*) kann die Diagnostik von Massenverlust erheblich verfälschen. Mit Berücksichtigung optisch dünner Klumpen erhält man geringere Massenverlustraten. Wir haben erstmals untersucht, wie sich optisch dicke Klumpen auf diagnostische Linien auswirken. Unter gut begründeten Annahmen über die Zahl und Größe der Klumpen ergeben sich schwächere Linien, also eine Korrektur der empirischen Massenverlustraten zu *höheren* Werten. (Oskinova, Feldmeier, Hamann)

Um bei den Wolf-Rayet-Sternen der Kohlenstoffsequenz auch die kühleren Subtypen modellieren bzw. den mittleren Infrarotbereich besser beschreiben zu können, wurde weiter am Ausbau der Modellatome für niedrige Ionisationsstufen – insbesondere O II und C II – gearbeitet. (Hamann, Gräfener, Barniske)

4.2 Heiße Sterne und Massenverlust: Beobachtungen und Analysen

Von zwei WN-Sternen nahe dem galaktischen Zentrum haben wir mit dem *Spitzer Space Telescope* Spektren im mittleren Infrarotbereich ($10 - 30\mu$m) aufgenommen. Unerwarteterweise zeigen diese Spektren einen starken Exzess, der vermutlich zirkumstellarem Staub entstammt. Für einen der beiden Sterne konnte ein K-Band-Spektrum analysiert werden. Der zirkumstellare Nebel wurde mit dem Code *Dusty* modelliert. Die Position des Sterns im HRD und die hohe Nebelmasse wären typisch für einen LBV. (Barniske, Oskinova, Hamann)

Die Beobachtungen mit den verschiedenen aktuellen Röntgensatelliten wurden fortgesetzt. Zu den 2006 bewilligten Projekten, an denen wir als PI oder CoI beteiligt sind, gehören: „New Sources of Hard X-rays from the Fastest Stellar Winds“ mit *XMM-Newton*; „X-ray emission from interacting binary Beta Lyrae“ mit *Suzaku* (Japan/NASA); „The B Supergiant Bistability-Jump in X-ray Emission“ mit *XMM-Newton*; „Stellar winds and neutron star masses in eclipsing highly absorbed HMXBs“ mit *XMM-Newton*; „Massive Star Formation and Energy Feedback in the Starburst Region SMC N 11“ mit *Chandra*. (Oskinova, Feldmeier, Hamann)

Es wurde untersucht, ob sich die magnetische Aktivität massereicher Sterne in ihrer Röntgenemission manifestiert; eine entsprechende Korrelation mit dem Alter der Sterne wird erwartet, konnte aber nicht bestätigt werden. (Oskinova, Feldmeier, Hamann)

Von dem hellen, massereichen Kontakt-Doppelstern Sheliak (β Lyr) haben wir mit dem *Suzaku*-Teleskop eine harte Röntgenemission entdeckt, deren Ursprung bislang nicht erklärt werden kann. Die weiche Röntgenkomponente zeigt wider Erwarten keine Korrelation mit dem Bahnumlauf, ebensowenig wie die UV-Strahlung. (Oskinova, Hamann)

Die durch vorangehende Analysen aufgeworfene Frage nach der Entwicklungssequenz wasserstoffarmer Zentralsterne Planetarischer Nebel (CSPN) wird weiter untersucht. Vor allem soll geklärt werden, ob die kühleren und die heisseren Wolf-Rayet-CSPN eine gemeinsame Entwicklungssequenz bilden, oder ob sie aus verschiedenen Kanälen stammen. Dazu werden die CSPN-Spektren mithilfe verbesserter Sternatmosphären-Modelle, die nun auch die Effekte des Iron Line Blanketings und Clumpings berücksichtigen, quantitativ analysiert. Im Rahmen einer Kollaboration mit M. Peña (Mexiko) wurden am CTIO hochauflösende Echelle-Spektren von galaktischen WR-CSPN der südlichen Hemisphäre aufgenommen. Diese Daten ergänzen unsere PMAS- und TWIN-Spektren der galaktischen WR-CSPN der nördlichen Hemisphäre. (Todt, Hamann, Gräfener mit M. Peña [Mexico])

Ausgehend von Beobachtungsdaten, die mithilfe des *Potsdam Multi-Aperture Spectrophotometer (PMAS)* aufgenommen wurden, wurden Software-Tools zur Analyse von sogenannten 3D-Spektren erprobt. Der erste Schritt der Datenreduktion erfolgte durch das vom Astrophysikalischen Institut Potsdam für PMAS entwicklte IDL-Frontend *p3d_online*, während für die weitergehende Analyse der erhaltenen 3D-Spektren das *E3D Visualization Tool* sowie selbstgeschriebene Tools basierend auf IDL und IRAF z.B. für die Flusskalibration zum Einsatz kamen. Durch die räumliche Auflösung der Spektren wird eine bessere Trennung von Planetarischem Nebel und dessen Zentralstern ermöglicht.

Der Quintuplett-Cluster nahe dem galaktischen Zentrum wurde mit dem Integral-Field-Spektrographen SPIFFI-SINFONI am ESO-VLT beobachtet. Aus 22 Beobachtungsfeldern werden die Daten zu einem Mosaik zusammengesetzt, aus dem dann die K-Band-Spektren aller Objekte extrahiert werden. Ziel ist die umfassende Analyse aller ausreichend hellen Sterne dieses extrem massereichen und jungen Sterhaufens. (Hamann, Oskinova, Liermann)

5 Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationen

5.1 Dissertationen

Laufend:

Barniske, Andreas: „Analyse synthetischer Spektren von Wolf-Rayet-Sternen der Kohlenstoffsequenz”
Liermann, Adriane: „Wolf-Rayet-Sterne: Modelle und Analysen”
Todt, Helge: „Integral field spectroscopy und Spektralanalyse heißer Sterne”

6 Tagungen, Projekte am Institut und Beobachtungszeiten

6.1 Projekte und Kooperationen mit anderen Instituten

- *D3Dnet: Das deutsche Kompetenznetzwerk für optische D-Spektroskopie* – Verbundforschungsprojekt mit dem Astrophysikalischen Institut Potsdam, den Universitäts-Sternwarte München und der Universitäts-Sternwarte Göttingen

- *Der kosmische Kreislauf* – HWP-Projekt mit dem Astrophysikalischen Institut Potsdam

7 Auswärtige Tätigkeiten

7.1 Nationale und internationale Tagungen

G. Gräfener (Vortrag): Workshop „Mass Loss from Stars and Stellar Clusters“, Lunteren, Niederlande, 28.5.–01.6.2006

G. Gräfener (Vortrag): Workshop „The Metal Rich Universe“, Los Cancajos, La Palma, Canary Island, Spanien, 10.6.–17.6.2006

G. Gräfener (Vortrag): Konferenz „XXVIth General Assembly of the International Astronomical Union“, Prag, Tschechische Republik, 15.–26.8.2006

G. Gräfener (Vortrag): Konferenz „Massive Stars: Fundamental Parameters and Cicumstellar Interactions“, Carilo, Argentinien, 08.12.–13.12.2006“,

W.-R. Hamann (Poster): Workshop „Mass Loss from Stars and Stellar Clusters“, Lunteren, Niederlande, 28.5.–01.6.2006

L. Oskinova (Vortrag): Workshop „High resolution X-ray spectroscopy: towards XEUS and Con-X“, Holmburg St. Mary, Großbritannien, 26.3.–28.3.2006

L. Oskinova (Poster): Workshop „Mass Loss from Stars and Stellar Clusters“, Lunteren, Niederlande, 28.5.–01.6.2006

H. Todt (Vortrag): IAU Tagung 234 „Planetary Nebulae in Our Galaxy and Beyond“, Waikoloa, Hawaii, USA, 3.–7.4.2006

7.2 Vorträge und Gastaufenthalte

A. Feldmeier (Vortrag), Universität Tübingen, 9.10.–15.10.2006
A. Feldmeier (Vortrag), Astronomical Institute, Ondřejov, Republik Tschechien, 15.11.–19.11.2006
A. Feldmeier (Vortrag), Universität Brno, Republik Tschechien, 20.11.–23.11.2006
G. Gräfener, University of Buenos Aires, Agentinien, 14.12.–22.12.2006
L. Oskinova, Universität Glasgow, Großbritannien, 29.3.–1.4.2006
W.-R. Hamann, Universitätssternwarte München, 19.1.–20.1.2006
W.-R. Hamann (Vortrag), Kopernikus-Gymnasium Blankenfelde, 15.2.2006
W.-R. Hamann, Universität Erlangen-Nürnberg, Bamberg, 20.9.–21.9.2006
H. Todt, Universitätssternwarte München, 19.1.–20.1.2006

7.3 Beobachtungsaufenthalte, Meßkampagnen

7.4 Kooperationen

Es gibt Kooperationen mit dem Astrophysikalischen Institut Potsdam und dem Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) Potsdam, sowie weitere wissenschaftliche Zusammenarbeit mit Mitarbeitern verschiedener in- und ausländischer Institute (vergl. Kap. 4).

8 Veröffentlichungen

8.1 In Zeitschriften und Büchern

Erschienen:

Feldmeier, A., Nikutta, R.: Nonlocal radiative coupling in non monotonic stellar winds, Astron. Astrophysics, **446** (2006) 661

Hamann, W.-R., Gräfener, G., Liermann, A.: The Galactic WN stars - Line-blanketed analyses versus evolutionary models, Astron. Astrophysics, **457** (2006) 1015

Oskinova, L., Feldmeier, A., Hamann, W.-R.: High resolution X-ray spectroscopy of bright O type stars, Monthly Notices, **362** (2006) 3130

8.2 Konferenzbeiträge

Erschienen:

Barniske, A., Hamann, W.-R., Gräfener, G.: Wolf-Rayet stars of the carbon sequence. In: Stellar Evolution at Low Metallicity: Mass Loss, Explosions, Cosmology ASP Conf. Ser., **353** (2006) 243

Barniske, A., Oskinova, L., Hamann, W.-R., Gräfener, G.: Spitzer mid-IR spectroscopy of Wolf-Rayet stars: the frequent detection of circumstellar dust. In: Stellar Evolution at Low Metallicity: Mass Loss, Explosions, Cosmology ASP Conf. Ser., **353** (2006) 241

Gräfener, G, Hamann, W.-R.: The metallicity dependence of WR wind models. In: Stellar Evolution at Low Metallicity: Mass Loss, Explosions, Cosmology ASP Conf. Ser., **353** (2006) 171

Gräfener, G, Hamann, W.-R.: The masses of late-type WN stars. In: Calibrating the Top of the Stellar M-L Relation, 26th meeting of the IAU, Prague, Czech Republic, JD05, #7 (2006)

Hamann, W.-R., Gräfener, G, Liermann, A.: The Galactic WN stars: line-blanketed analyses versus evolutionary models. In: Stellar Evolution at Low Metallicity: Mass Loss, Explosions, Cosmology ASP Conf. Ser., **353** (2006) 185

Ignace, R., Oskinova, L., Waldron, W., Hoffman, J., Hamann, W.-R.: An X-ray View of the Interacting Binary Beta Lyrae with Suzaku. In: AAS/AAPT Joint Meeting, American Astronomical Society, **209** (2006) 230

Oskinova, L.: Quantitative X-ray Spectroscopy of Massive Stars. In: High Resolution X-ray Spectroscopy: towards XEUS and Con-X, Proc. of the international workshop held at the Mullard Space Science Laboratory of University College London, Holmbury St Mary, Dorking, Surrey, Ed. Branduardi-Raymont, G., published electronically., E27

Oskinova, L., Feldmeier, A., Hamann, W.-R.: O Stars X-ray Line Profiles Explained by Radiation Transfer in Inhomogeneous Stellar Wind. In: Proc. of the symposium "X-Ray Universe 2005", ESA, El Escorial, Madrid, Spain, ESA SP-604, 57-62

Todt, H., Gräfener, G, Hamann, W.-R.: Revised element abundances for WC-type central stars. In: Planetary Nebulae in our Galaxy and Beyond, Proc. of the IAU, Symp. **234**, (2006) 127-130

Wolf-Rainer Hamann