



# Andreas Müller

**Astrophysiker & wissenschaftlicher Koordinator**

August 2007

## 1 Prolog

Autor und Leser verbindet dasselbe wie Künstler und Publikum: das Interesse an etwas Schönerem. Das Schöne, was ich auf meinen Internetseiten näher bringen und verständlich machen möchte, ist die Natur, besonders die Natur über uns, am Himmel. Es ist nicht nur eine äußere, rein kontemplative Schönheit, die sich in gelungener Farbgebung und Form auszeichnet, sondern auch eine innere Schönheit, die sich in einer faszinierenden Ordnung und Regelmäßigkeit manifestiert. Ein Wissen um die innere Schönheit verstärkt die äußere Schönheit und verleiht Ehrfurcht und Demut vor der Natur. Wir kommen in den Genuss, an der Schönheit teilhaben zu dürfen. Wir beobachten, modellieren, verstehen und finden uns selbst wieder in einer raffinierten, komplexen Welt: unserem Universum.

Es ist nicht selbstverständlich, dass alles so ist, wie es ist. Ich möchte Einblicke geben in die älteste Naturwissenschaft: die **Astronomie**. Sie weckte zuerst die Neugier des Menschen und ist eine der vielen Facetten der modernen Naturwissenschaft, die uns die **Schönheit der Natur** vergegenwärtigt.

## 2 Motivation zum Wissensportal

Dieses Wissensportal stellt Informationen aus dem Gebiet der Astrophysik zur Verfügung. Doch da ist mehr! Der Prolog hat bereits vorweggenommen, dass es hinter der puren Information noch etwas gibt, eine Art Überbau, der die Teilinformationen zu einem Ganzen

verknüpft. Das naturwissenschaftliche Weltbild basiert auf rein naturwissenschaftlichen Fakten; doch es nimmt auch Einfluss auf die Geisteswissenschaften und uns als Menschen, die die Natur verstehen wollen – ein wie ich finde äußerst interessanter Aspekt.

Eine unmittelbare Motivation zum Wissensportal für mich persönlich ist, die faszinierenden Aspekte der Astronomie hier aufzuschreiben, um sie immer greifbar zu haben. So kann ich sie erneut begreifen, wenn ich sie vergessen habe. Eine weitere Motivation ist, dass ich Gleichgesinnten, die sich ebenso leidenschaftlich für die Astrophysik interessieren wie ich, einen einfachen und möglichst verständlichen Zugang zu diesem Wissen ermöglichen will. Das Internet ist zur Umsetzung dieser Ziele ideal.

Die Informationen sind so aufbereitet, dass ein Lexikon der Astrophysik mit mittlerweile 550 Begriffen, eine schnelle Übersicht zu einem Thema gestatten. Die Web-Artikel vertiefen spezielle Forschungsschwerpunkte, denen ich im Laufe meiner Ausbildung und Forschungsarbeit begegnet bin - insbesondere sind das die Schwarzen Löcher.

Das Lexikon bietet einen schnellen Zugang zur angesprochenen 'reinen Information' in kompakter Form. Dabei verfolge ich den Anspruch, die Darstellung nicht zu oberflächlich abzuhandeln, sondern auch in die Tiefe bis zu den Grenzen des Wissens vorzustoßen.

Auf der Grundlage des naturwissenschaftlichen Wissens, das Lexikon und Web-Artikel vermitteln, knüpfen die Essays an die Geisteswissenschaften und den sich selbst begreifenden Menschen an. Anhand exemplarischer Themen versuche ich rein physikalisches Wissen zu einem geisteswissenschaftlichen Ganzen zu verbinden: einer Schau der Natur.

**Mein Ziel:** Am Ende steht nicht nur Information, sondern auch Faszination an der Information.

### 3 Werdegang

- 1973 geboren
- 1980 - 1993 Schulausbildung
- 1993 Abitur, Abschlussnote: 1,6
- 1994 - 1995 Zivildienst
- 1995 - 2000 Physikstudium an der Technischen Universität Darmstadt (TUD)
- 2000 Diplom-Physiker (Dipl.-Phys., *Master of Science*), Abschlussnote: *sehr gut*  
Diplomarbeit: *Emissionslinienprofile relativistischer Scheiben um rotierende Schwarze Löcher*  
durchgeführt an der Landessternwarte Heidelberg (LSW)  
Betreuung: Prof. Dr. Max Camenzind (LSW), Prof. Dr. Jochen Wambach (TUD)
- 2001 - 2004 Promotion im Fach Astronomie an der Ruperto-Carola-Universität in Heidelberg,  
ebenfalls durchgeführt an der LSW
- 2004 *Doctor rerum naturalium* in Astronomie (*PhD*), *magna cum laude*  
Dissertation: *Black Hole Astrophysics: Magnetohydrodynamics on the Kerr geometry*  
Gutachter: Prof. Dr. Max Camenzind (LSW),  
Prof. Dr. John Kirk (Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg)
- 2005 - 2007 Wissenschaftler (Postdoc) am Max-Planck-Institut für extraterrestrische Physik (MPE)  
in Garching in der Gruppe für Röntgenastronomie von Prof. Dr. Günther Hasinger
- seit 2007 Wissenschaftlicher Koordinator im Exzellenzcluster 'Origin and Structure of the Universe'  
der Technischen Universität München am Campus Garching

### 4 Forschung

Ich beschäftige mich hauptsächlich mit der relativistischen Astrophysik, im Speziellen mit

- ◇ Schwarzen Löchern,
- ◇ den aktiven Zentren von Galaxien, den Aktiven Galaktischen Kernen (AGN),
- ◇ Akkretionsphysik,
- ◇ relativistischen Spektren, insbesondere Emissionslinien,
- ◇ Erzeugung von Jets,
- ◇ Röntgendoppelsternen,
- ◇ den kompakten Endzuständen von Sternen, den kompakten Objekten,
- ◇ und natürlich Einsteins Allgemeiner Relativitätstheorie.

Neben den genannten Themen richtet sich mein Forschungsinteresse auch auf angrenzende Disziplinen wie Kosmologie, moderne Gravitationsphysik und Astroteilchenphysik.



### 4.1 Diplomarbeit

In meiner Diplomarbeit (2000) ging es darum, die Ausbreitung von Strahlung in der unmittelbaren Umgebung rotierender Schwarzer Löcher mit einem Computer zu simulieren. In der Astronomie ist das deshalb von Interesse, weil es eine Reihe von Kandidaten im Kosmos gibt, die nach aktuellem Forschungsstand am besten durch Schwarze Löcher beschrieben werden können. Von diesen Kandidaten erreicht uns Strahlung aus der direkten Nachbarschaft des Schwarzen Loches. Sie enthält Informationen über das Loch und seine Umgebung. Die Simulationen basieren auf einem physikalischen Modell dieser Umgebung und können durch Vergleich mit der Beobachtung helfen, um zu verstehen, was in der Quelle passiert.

Ich habe mit einer Methode namens relativistisches Ray-Tracing Bilder von Akkretionsscheiben visualisiert. Das Loch verzerrt die gewohnten Bilder, weil es als Gravitationslinse wirkt. Außerdem verändert es Farbe und Helligkeit der Strahlung. In einem weiteren Schritt habe ich relativistisch verbreiterte Emissionslinien simuliert, die mit den von Röntgenastronomen beobachteten Linien verglichen werden können. Als Beobachtungsobjekte, auf die diese Untersuchungen anwendbar sind, kommen Aktive Galaktische Kerne und Röntgendoppelsterne in Betracht. Das Novum dieser Studien war die Miteinbeziehung von komplexeren Bewegungen der Materie um das Schwarze Loch. Für Einzelheiten verweise ich auf folgende Ressourcen:

- ◇ verständlicher Web-Artikel: Gefangenes Licht - Relativistisches Ray Tracing
- ◇ verständlicher Web-Artikel: Röntgenlinien - Sendboten von Loch und Scheibe
- ◇ meine Diplomarbeit *Emissionslinienprofile relativistischer Scheiben um rotierende Schwarze Löcher*, DOWNLOAD (pdf, 3.9 MB)
- ◇ eine wissenschaftliche Publikation: *Relativistic emission lines from accreting black holes - The effect of disk truncation on line profiles*, Müller & Camenzind, A& A 413, 861, 2004; als Preprint unter astro-ph/0309832

### 4.2 Doktorarbeit

In meiner Doktorarbeit setzte ich die Thematik **Schwarze Löcher** fort. Nun stand jedoch die Bewegung der Materie in der Nähe des Loches im Vordergrund. Pointiert kann man die wissenschaftliche Ausgangsfrage wie folgt formulieren: Wie fällt eine magnetisierte Flüssigkeit in ein rotierendes Schwarzes Loch?

Dazu verwendet man die Methoden der Magnetohydrodynamik (MHD) auf gekrümmten Raumzeiten (engl. *General Relativistic Magnetohydrodynamics*, GRMHD). Die Dissertation

stellt die Relativitätstheorie und Astrophysik Schwarzer Löcher vor, behandelt die Akkretionsphysik, GRMHD ohne Strahlung und stellt aktuelle Codes gegenüber. Außerdem wird ein neues Modell präsentiert, bei dem mittels Kerr Ray Tracing die Strahlung von Plasma berechnet wird, das rotiert und radial auf das Loch driftet.

Insbesondere widmet sich die Arbeit der Erzeugung relativistischer Jets durch rotierende Schwarze Löcher (siehe auch Frame-Dragging und Poynting-Flüsse). Diese theoretische Forschung mündet schließlich in ein Verständnis vieler Zentren umgebender Galaxien - auch in ein Verständnis des Inneren unserer eigenen Galaxie, der Milchstraße.

- ◇ **DOWNLOAD** meiner Doktorarbeit *Black Hole Astrophysics: Magnetohydrodynamics on the Kerr geometry* als pdf (9.9 MB) oder komprimiertes ps (14.4 MB)

## 5 Publikationen

- ◇ Müller, Andreas & Aschenbach, B.: Non-monotonic orbital velocity profiles around rapidly rotating Kerr-(anti-)de Sitter black holes, *Classical and Quantum Gravity* 24, 2637-2644, 2007; Preprint erhältlich als pdf
- ◇ Müller, A.: Experimental Evidence of Black Holes, *Proceedings of Science (P2GC) 017*, 2007; Editors: L. Bonora, S. Fajfer, R. Iengo, D. Klabucar, S. Pallua, I. Picek; pdf, Preprint pdf
- ◇ Müller, A.: The onset of General Relativity: Gravitationally redshifted emission lines, *Astronomische Nachrichten* 327, 1024-1027, 2006; *Proceedings zum ESAC/XMM-Newton Science Operations Centre Workshop Variable and Broad Iron Lines around Black Holes*, 26.-28.06.06 in Madrid; preprint pdf
- ◇ Müller, A. & Wold, M.: On the Signatures of Gravitational Redshift: The Onset of Relativistic Emission Lines, *Astronomy & Astrophysics* 457, 485, 2006; pdf Preprint pdf
- ◇ Hasinger, G. & Müller, A.: Active Cores in Deep Fields, *Proceedings zum Symposium der Internationalen Astronomischen Union Nr. 230, Populations of High Energy Sources in Galaxies*, Aug 15-19 2005, Dublin, Eds E.J.A. Meurs & G. Fabbiano; pdf
- ◇ Müller, Andreas: Wirbel der Raumzeit - Die Astrophysik rotierender Schwarzer Löcher, *Sterne und Weltraum* 10, 2004; pdf
- ◇ Müller, Andreas & Camenzind, M.: Relativistic emission lines from accreting black holes - The effect of disk truncation on line profiles, *Astronomy & Astrophysics* 413, 861, 2004; pdf
- ◇ Müller, Andreas: Black Hole Astrophysics: Magnetohydrodynamics on the Kerr geometry, *Dissertationsschrift, Ruperto-Carola-Universität Heidelberg*, 2004; pdf (9.9 MB). Die Dissertation ist komplett in englischer Sprache, hat 182 Seiten und enthält 33 Farbabbildungen, 20 s/w Abbildungen sowie einen Index.
- ◇ Müller, Andreas: Emissionslinienprofile relativistischer Scheiben um rotierende Schwarze Löcher, *Diplomarbeit, Landessternwarte Heidelberg*, 2000; pdf (3.9 MB). Die Diplomarbeit ist in deutscher Sprache, hat 183 Seiten und enthält 27 Farbabbildungen sowie 27 s/w Abbildungen.

## 6 Lehrerfahrung

- ◇ **2004:** Übungsbetreuung und Vorlesungsvertretung für Prof. Dr. Max Camenzind: *General Relativity*, Universität Heidelberg
- ◇ **2004:** Betreuung des Astronomisch-Astrophysikalischen Praktikums mit Prof. Dr. Max Camenzind, Landessternwarte Heidelberg

## 7 Öffentlichkeitsarbeit

Mit Begeisterung bringe ich die Astrophysik einer breiten Öffentlichkeit näher:

Wissensportal für Astrophysik	Highlights: Astro-Lexikon, Spezialartikel, Web-Essays; seit 2000
öffentliche Vorträge	an Sternwarten, Planetarien, Schulen, Fachhochschulen und Universitäten z. B. in Berlin, München, MPE Garching, Fulda, Heidelberg, Recklinghausen, Solingen, Stuttgart, Zweibrücken – Liste aller Vorträge, Auswahl an Vorträgen zum DOWNLOAD
populärwissenschaftliche Artikel & Beiträge	in Fachzeitschrift Sterne und Weltraum 10/2004: Wirbel der Raumzeit, DOWNLOAD pdf im Internetportal Einstein online: Glühende Scheiben und Aktive Schwarze Löcher; 2005 und 2006  in Fachzeitschrift Astronomie Heute in der Rubrik 'Leser fragen – Experten antworten' zum Thema Schwarze Löcher (April 2006)
wissenschaftliche Beratung	beim Sterngucker – Ihr Reiseführer über den Nachthimmel, einem Webangebot zur Astronomie-Praxis des Bayerischen Rundfunks; 2006  bei Fachartikeln, z. B. bild der wissenschaft (Februar 2007), GEOkompakt 'Das Universum' (März 2006), Spektrum der Wissenschaft (Mai 2005)  bei Fach- und Sachbüchern, z. B. 'RAAbits Physik', einer Materialsammlung des RAABE Verlags, die Lehrern zur Unterrichtsvorbereitung dient (erschienen 2007), Sachbuch 'Tunnel durch Raum und Zeit' von bdw-Redakteur Rüdiger Vaas (erschienen 2005)  bei Edutainmentsoftware Ruhemasse Null; 2004  bei der Einstein-Ausstellung des Landesmuseums für Technik und Arbeit, Mannheim; 2004 und 2005  bei Fernsehsendungen, z. B. Genial daneben (Sat.1)
Interview bei Radio Eins	Thema: Schwarze Löcher, DOWNLOAD mp3 (3.6 MB); 2005

*Sprache* *lingual*  
λογος  
Rhetorik Das Wort

Diesen vielfältigen Aktivitäten bereiten mir großen Spaß. Meine Hoffnung ist es, auf diesem Wege ein bisschen von der Faszination für das kosmische Schauspiel vermitteln zu können. Ein wenig Sachverstand macht einen Blick an den klaren Nachthimmel umso mehr zu einem einzigartigen, Ehrfurcht gebietenden und emotionalen Erlebnis.

Keine andere Naturwissenschaft als die Astronomie ist so sehr Grundlagenforschung, keine andere Naturwissenschaft als die Astronomie ist so sehr Wegbereiter und Inspiration für andere Wissenschaften und Disziplinen, keine andere Naturwissenschaft als die Astronomie ist so sehr Kulturleistung des Menschen, die uns bis heute prägt.

## 8 Ein Blick ins Innere

Neben der Physik im Speziellen und den Naturwissenschaften im Allgemeinen, interessieren mich **Interdisziplinarität**, **Philosophie** und **Sprache**. Die Beschäftigung mit der Astronomie und vor allem mit der Kosmologie führt unausweichlich auf Fragen, in denen sich Naturwissenschaft und Geisteswissenschaft berühren. In der Rubrik Essays behandle ich übergeordnete, geisteswissenschaftliche Fragen, denen ich begegnet bin. Oft erwachsen sie aus physikalischen Theorien. Ich möchte damit Denkanstöße geben und lade Sie herzlich in einen nachdenklichen Exkurs unter verschiedenen Gesichtspunkten ein.

An der **Sprache** interessieren mich besonders *Rhetorik*, *Etymologie*, *Sprachevolution*, *Linguistik*, *Lyrik* und *Semantik*. Das Auftreten von Sprache überhaupt, als Abstraktion der dinglichen Welt, sowohl deren Entwicklung über Jahrtausende, als auch die Herkunft der Begrifflichkeiten sowie deren adäquate Anwendung ist spannend und herausfordernd zugleich. Einerseits gibt es den psychologischen Aspekt: die lebendige Sprache verrät viel über den Sprecher. Andererseits ist das Wort selbst Abbild menschlicher Geschichte, indem es sich bildete, wandelte und vermischte. Dies ist ein sozio-kultureller bzw. sozio-evolutionärer Aspekt, der untrennbar mit Sprache verbunden ist. Die Sprachgeschichte, im Hinblick auf Sprachstämme, Dialekte, Sprachreformen, Kunstsprachen, sogar Computersprachen, zeigt auch immer Evolutionsstufen des Menschen.

Ich mag das Spiel mit der Sprache. Wortspiele belustigen mich immer wieder – unser Sprachschatz ist reich daran. Deutsch – die Sprache der Dichter und Denker, wie Deutsche gerne stolz apostrophieren – bietet sehr viele Möglichkeiten zum Wortspiel. Ich habe mich selbst an einer kleinen Geschichte versucht, die viele bekannte Physiker zu einer ganz besonderen Rolle bemüht.

Sprache ist ein wichtiges Werkzeug, um Inhalte zu vermitteln, um Gesprächspartner für sich zu gewinnen, um einer Gegenposition mit Argumenten zu begegnen und auch um zu emotionalisieren. Unter meiner Rubrik Rhetorik habe ich die Kunst im Umgang mit Worten und Wortfiguren betrachtet.

**Wissen** ist für mich sehr wichtig. Ich glaube, dass es sogar die wichtigste Ressource ist, die wir haben. Wir leben als Informationsgesellschaft des 21. Jahrhunderts in der glücklichen Situation, dass Wissen allgegenwärtig, einfach abrufbar und mannigfaltig verfügbar ist.





*Wissensmanagement* ist ein modernes Schlagwort. Wissensvorsprung ist häufig auch ein Wettbewerbsvorsprung und deshalb auch von ökonomischem Interesse. Das Bonmot *Wissen ist Macht* oder seine Inversion *Unwissen ist Ohnmacht* charakterisieren deshalb besonders unsere aktuelle Wissensgesellschaft.

Meine Website zielt auf **Wissensvermittlung und Faszination am Wissen**: Einerseits soll etabliertes Wissen der Astrophysik abgerufen werden können; andererseits möchte ich moderne und auch kontrovers diskutierte Aspekte nicht aussparen. Sehen Sie daher die Inhalte auch als Diskussionsgrundlage an. Mit den Aussagen kann man arbeiten, sie hinterfragen, sie bestätigen, sie womöglich widerlegen. So kann man sich in jedem Falle aneinander reiben und vielleicht neues Wissen erwerben.

Besonders wichtig ist mir, dass der **ideelle Wert des Wissens** erkannt wird. Wissen ist nicht nur dann wertvoll, wenn es auf eine industrielle Anwendung führt. Dieser materielle Wert des Wissens ist sicherlich relevant und Motor vieler Erfindungen, vieler Erleichterungen des täglichen Lebens, doch ist er nicht alles was Mensch und Gesellschaft ausmacht. Der ideelle Wert macht aus Wissen mehr - er macht es zu **Erkenntnis**.

## 9 Hobbys

Meine wesentlichen, entspannenden Hobbys sind Fahrradfahren, Gitarre, Musik und Billard.

## 10 Familie

Mein größter Schatz ist meine Familie: meine Frau Anja sowie meine Jungs Pascal und Dominic. Seit die Kinder da sind, hat das Leben eine neue und für mich unverzichtbare Qualität bekommen.

## 11 Epilog

Damit schließt sich der Kreis, dessen Skizzierung im Prolog begonnen hat: Denn unser Interesse an etwas Schönerem bringt uns einem Verständnis der ganz großen Zusammenhänge näher. Und dieses Wissen führt uns zurück zu uns selbst. Wir begreifen uns als Mensch im Universum, als Kleines des Großen, als Komplexes des Einfachen.

Nehmen Sie nichts für selbstverständlich! Schauen Sie, lesen Sie, verstehen Sie und staunen Sie über die Wunder des Universums!

Ihr **A**ndreas **M**üller

# Kontakt

**Dr. Andreas Müller**

Technische Universität München (TUM)  
Exzellenzcluster Universe  
Boltzmannstraße 2  
D-85748 Garching  
Germany

<http://www.universe-cluster.de>

[andreas.mueller@universe-cluster.de](mailto:andreas.mueller@universe-cluster.de)

+49 (0)89 - 35831 - 71 - 04