

# Unterrichtsmaterialien zur Astronomie beim WIS-Projekt

 HELMHOLTZ-GYMNASIUM  
(Dr. Olaf Fischer, HdA Heidelberg)

- Projektvorstellung
- Materialien finden bei WIS
- WIS-Beispiele

# Projektvorstellung

## Idee und Konzept

(WIS – Astronomie)

- 📖 Astronomie als “Königsweg”, um Schüler für die Naturwissenschaften zu begeistern
- 📖 Didaktische Materialien für die Schule, anknüpfend an faszinierende Beiträge in Zeitschriften





## Inhalte und Zugriff

📁 WIS-Materialien:

Elementarisierungen, Modelle, Experimentierideen, Beobachtungsempfehlungen, Aufgaben, wissenschaftliche Daten, Verknüpfungen, ...,  
Folien, Bilder (auch bewegt), Arbeitsblätter, Bastelbögen, Praktikumsprojekte, ...



Zugriff via Internet: [www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de)





## Materialien für Ober- und Mittelstufe

- 📁 für den Physikunterricht
- 📁 für Fächerverbünde Naturwissenschaft (z. B. NwT in BW)
- 📁 Lehrplanbezug und starke Unterstützung von Schüleraktivität



## Material-Entwicklung

📁 Gut gemischte Gruppe von WIS-Autoren

📁 Entwicklung in sehr enger Bindung an Bildungspläne

A photograph of a classroom with several students. In the foreground, a young man in a grey sweater and a young woman in an orange hoodie are sitting at a desk, looking at papers. The man is wearing a yellow lanyard. In the background, other students are visible, some working at their desks. The wall behind them has some colorful handprints.

## Fit machen für den Unterricht

📖 Test in Astronomiekursen bei der Deutschen SchülerAkademie

📖 Test bei Lehrerfortbildungen

📖 Test in Heidelberger Schule: HGH

# Materialien finden bei WIS

[www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de)

# Materialien finden bei WIS

[www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de)

**W I S** wissenschaft  
in die schulen!

wis!

## PROJEKT

Partner:  
Schirmherren:  
Sponsoren:  
Schulen:

## MATERIALIEN

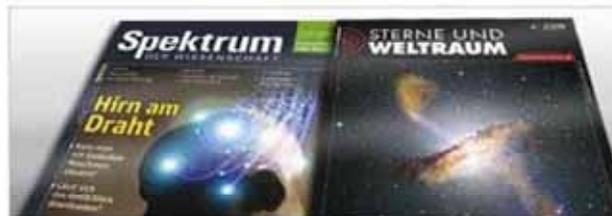
Astronomie  
Biologie  
Physik  
Chemie  
NwT  
Mathematik  
Fächerverknüpfung  
Wissenschaft im Alltag  
Experiment des Monats  
Schule/Pädagogik

## KONTAKT

Newsletter:  
Impressum:

## Projekt

WIS! bietet Oberstufenklassen in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern zur Ergänzung des Lernstoffs aktuelle wissenschaftliche Publikationen mit darauf abgestimmten didaktischen Materialien – und dies kostenlos für die Schulen. Anmelden können sich Fachlehrer mit ihren Kursen ab Klassenstufe 10. Derzeit stehen den Schulen die Zeitschriften „Spektrum der Wissenschaft“ sowie „Sterne und Weltraum“ zur Verfügung.



Damit die Schüler aktiv mit den Inhalten arbeiten können, entwickeln erfahrene Didaktiker eine Vielzahl von hochwertigen Unterrichtsmaterialien. Diese stehen interessierten Lehrern auf unserer Lernplattform [www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de) zum kostenlosen Download zur Verfügung. Die für die Aktion anfallenden Kosten teilen sich Verlag und Sponsoren.

Wissenschaft in die Schulen! ist eine Initiative von Spektrum der Wissenschaft in Zusammenarbeit mit der Landesakademie für Lehrerfortbildung in Bad Wildbad und dem Haus der Astronomie in Heidelberg. Schirmherren sind die Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie e.V. und das Max-Planck-Institut für Astronomie.

### Neu bei Wis!

- **Neues Material** zum Thema **Choera Huntington** von Dr. Michaela Bollen! Mehr zum klinischen Erscheinungsbild, den molekularen Ursachen, der Gendiagnostik und den ethischen Aspekten finden Sie **hier**.
- **Brandaktuell** ist die Unterrichtsenheit zum Thema **Schweinegrippe** von Dr. Katja Sichau. Wie Sie das Material am besten im Unterricht einsetzen, erfahren Sie **hier**.
- In seinem **neuen Unterrichtsmaterial** zum Thema **"Gehirndoping"** geht Dr. Markus Herrmann der Frage auf den Grund, ob Lehrer und Lehrerinnen sich zukünftig mit medizinischen und neurophysiologischen Grundlagen auseinandersetzen und diese in ihre Unterrichtsplanung einkalkulieren müssen. Wie wir den in diesem Zusammenhang entstehenden Herausforderungen als Individuen begegnen können, erfahren Sie in dem Beitrag **"Neuro-Enhancement - Das optimierte Gehirn oder Die schöne neue Doping-Welt?"**

» Meine Klasse  
will teilnehmen

» Wir wollen  
Sponsor werden

## Internetplattform:

- Ein **attraktiver** Ort für didaktische Materialien
- Wesentlich: **Findbarkeit** von Materialien

**Spektrum**  
DER WISSENSCHAFT

**W I S** wissenschaft  
in die schulen!



# Materialien finden bei WIS



Astronomie

[www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de)

WIS

PROJEKT

- Fächer
- Schirmherren
- Sponsoren
- Schulen

MATERIALIEN

Astronomie

- Astronomiegeschichte
- Astropraxis
- Diffuses Medium
- Galaxien
- kleine Körper
- Kosmos
- Planeten
- Positionsastronomie
- Raumfahrt
- Sterne
- Biologie
- Physik
- Chemie
- NeT
- Mathematik
- Fächerverknüpfung
- Wissenschaft im Alltag
- Experiment des Monats
- Schule/Pädagogik

KONTAKT

- Newsletter
- Impressum

Ge

Spektrum  
für Wissenschaft

Einschränken:  Suchen

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10

- Die gestürzte Sicht von Planck - eine faszinierende Welt**  
*Uwe Herbstmeier*  
Messen und Beobachten, das kann manchmal ganz schön schwer sein. Schüler erleben dies durchaus und sie finden sich in guter Gesellschaft, wie die aktuelle Planck-Mission der ESA zeigt. Aber an Hand der gewonnenen Himmelskarten kann auch gezeigt werden, dass Mess-Störungen oftmals genauso Spannendes zu Tage fördern, wie das eigentliche Beobachtungsziel. ... zu den Materialien  
**Zielgruppe:** Mittelstufe, Oberstufe  
**Fächer:** Astronomie, Fächerverknüpfung, Physik  
**Fachgebiete:** Astro-Ch  
**Themen:** Aufbau des Weltalls, Aufgaben, Bilder, Bilder analysieren, Fälschfarben, Farbtemperatur, Fotografie, galaktischer Zirkus, Gedicht, kosmische Entfernungen, kosmischer Staub, Lesetext, Messen, Planck-Satellit, Strömungsexperiment, Temperatur, Thermometer, Vergleichen
- Der Auftrieb von Ballons**  
*Gerhard Herms*  
Die Vorstellung, dass wir am Grunde eines Luftmeeres wohnen, ist manchmal hilfreich. Aber vieles ist in der Atmosphäre doch ganz anders als in der Unterwasserwelt. Das wird dem Schüler Daniel klar, der mehr über die Tragfähigkeit und die maximale Steighöhe von Höhenballons wissen wollte und nun mit dem Studenten Jan darüber diskutiert. ... zu den Materialien  
**Zielgruppe:** Oberstufe  
**Fächer:** Astronomie, Fächerverknüpfung, Physik  
**Fachgebiete:** Astro-Ma, Astropraxis, Mechanik  
**Themen:** Auftriebskraft, Ballonastronomie, barometrische Höhenformel, Boyle-Mariottesches Gesetz, Exponentialfunktion, Integration, Schweredruck, stabile Schwimmelage
- Der kleine praktische Einstieg in die infrarote Welt**  
*Cedric Scorza, Olaf Fischer*  
Um SOFIA's Auftrag besser zu verstehen, wollen wir einen ersten Blick in die infrarote Welt auf der Erde werfen und haben dazu 5 Arbeitsblätter vorbereitet. ... zu den Materialien  
**Zielgruppe:** Mittelstufe, Oberstufe  
**Fächer:** Astronomie, Fächerverknüpfung, Physik, Schule/Pädagogik  
**Fachgebiete:** Astro-Bio, Astro-Geo, Astro-Informatik, Astro-Ph, Mechanik, Optik, Sterne, Thermodynamik  
**Themen:** Arbeitsblatt, Chlorophyll, Effektivtemperatur, Emissionsgrad, Energieumwandlung, Experiment, Fernbedienung, Infrarotstrahlung, Reflexionsgrad, Stefan-Boltzmann-Gesetz, Stoßprozesse, Transmission, Treibhauseffekt
- Rotationskurve einer Spiralgalaxie**  
*Joachim Michael Wallesch*  
Der folgende Beitrag zeigt Möglichkeiten auf, einfache grundlegende Ideen, die zu der Vorstellung der Existenz der Dunklen Materie führten, quantitativ nachzuvollziehen. ... zu den Materialien  
**Zielgruppe:** Oberstufe  
**Fächer:** Astronomie, Fächerverknüpfung, Physik  
**Fachgebiete:** Astro-Ma, Galaxien, Kompetenzen, Kosmos, Mechanik  
**Themen:** Dopplereffekt, Dunkle Materie, Gedankenexperiment, Gravitation, Integralrechnung, Kreisbewegung, Symmetriebetrachtungen
- Mit "CoRoT" und "Kepler" auf der Suche nach einer zweiten Erde**  
*Michael Geffert*  
Gibt es eine zweite Erde? Lerne die Satelliten CoRoT und Kepler kennen, deren Hauptaufgabe ist, Planeten bei anderen Sternen zu finden. ... zu den Materialien  
**Zielgruppe:** Mittelstufe, Oberstufe  
**Fächer:** Astronomie, Fächerverknüpfung, Physik  
**Fachgebiete:** Astro-Ma, Astropraxis, Kompetenzen, Mechanik, Optik, Planeten, Unterrichtsmittel  
**Themen:** 3. Keplersches Gesetz, Arbeitsblatt, Exoplaneten, Gleichungen lösen, kosmische Entfernungen, Lesekompetenz, Straßensatz

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10

## Struktur:

- fachspezifisch strukturierte Ablage
- Bsp.: hier Anzeige aller WIS-Beiträge mit Bezügen zur Astronomie
- Einschränkung der Anzeige: MS oder OS

# Materialien finden bei WIS

## Planeten

Planeten: Solare und extrasolare Planeten

[www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de)

Einschränken:

Suchen

1 | 2 | 3 | 4 | 5



**Mit "CoRoT" und "Kepler" auf der Suche nach einer zweiten Erde**  
Michael Goffert  
Gibt es eine zweite Erde? Lerne die Satelliten CoRoT und Kepler kennen, deren Hauptaufgabe ist, Planeten bei anderen Sternen zu finden.

... zu den Materialien

**Zielgruppe:** Mittelstufe, Oberstufe  
**Fächer:** Astronomie, Fächerverknüpfung, Physik  
**Fachgebiete:** Astro-Ma, Astropraxis, Kompetenzen, Mechanik, Optik, Planeten, Unterrichtsmitel  
**Themen:** 3. Keplersches Gesetz, Arbeitsblatt, Exoplaneten, Gleichungen lösen, Kosmische Entfernungen, Lesekompetenz, Straßensatz



**Wirbelstürme - organisierte Konvektion mit Nachschub**  
Olaf Fischer  
Es werden Bezüge zur Physik der Wärme und der Gase hergestellt, es geht um Lesekompetenz, Bildinterpretation und etwas mehr. Als zentrales Material wird ein Lesetext zu tropischen Wirbelstürmen mit Abzweigen zu optionalen Aktivitäten gegeben.

... zu den Materialien

**Zielgruppe:** Mittelstufe  
**Fächer:** Astronomie, Fächerverknüpfung, Physik  
**Fachgebiete:** Astro-Geo, Astro-Ph, Kompetenzen, Mechanik, Planeten, Thermodynamik, Unterrichtsmitel  
**Themen:** Arbeitsblatt, Bewegung auf rotierenden Körpern, Corioliskraft, Experiment, Fachmethoden - Falschfarberbilder interpretieren, Großer Roter Fleck, Kondensationswärme, Konvektion, Kristallisationswärme, latente Wärme, Lesekompetenz, Lückentext, Planetenatmosphären, Tiefdruckgebiete, Wirbelstürme



**Entdeckungsreise im Saturnsystem. Ein Brettspiel zur Cassini-Huygens-Mission**  
Dirk Brookmann-Behnen  
Es wird ein Brettspiel gebaut, bei dem die Schülerinnen und Schüler mit der Raumsonde Cassini durch das Saturnsystem fliegen und Fragen rund um den Planeten und seine Monde beantworten müssen.

... zu den Materialien

**Zielgruppe:** Mittelstufe  
**Fächer:** Astronomie, Fächerverknüpfung, Physik, Schule/Pädagogik  
**Fachgebiete:** Astro-Ma, Mechanik, Planeten, Raumfahrt  
**Themen:** Cassini-Huygens-Mission, Gravitation, Keplersche Gesetze, Saturnsystem, Umlaufzeit, Wurzelziehen



**Schleifenbewegung von Planeten**  
Monika Meintz  
Es wird gezeigt, wie Planetenschleifen zustande kommen und was man aus diesen über die Bahngeschwindigkeiten der Planeten lernen kann. Ein Arbeitsblatt wird dazu angeboten.

... zu den Materialien

**Zielgruppe:** Mittelstufe, Oberstufe  
**Fächer:** Astronomie, Physik  
**Fachgebiete:** Mechanik, Planeten, Positionsastronomie  
**Themen:** 3. Keplersches Gesetz, Himmelsmechanik, Konjunktionen, Planetenschleifen, Zentralbewegung, Zweikörperproblem



**Kepler für Kids**  
Olaf Fischer  
Es werden 11 Ideen vorgestellt, um die Keplerschen Gesetze stark handlungsorientiert und unter verschiedenen Blickwinkeln erfahrbar zu machen.

... zu den Materialien

**Zielgruppe:** Mittelstufe, Oberstufe  
**Fächer:** Astronomie, Fächerverknüpfung, Physik  
**Fachgebiete:** Astro-Bio, Astro-Geo, Astro-Informatik, Astro-Kunst, Astro-Ma, Astro-Werke, Astropraxis, Kleinkörper, Mechanik, Planeten, Schwingungen/Wellen, Sterne  
**Themen:** Durchgangzeitmessung, Ellipsen, Erdbahn, fernbedienbare Rechenprogramme, Flustergewölbe, Gärtnerkonstruktion, Keplersche Gesetze, Komet Halley, Logarithmengesetze, Marsbahn, Mondbahn, musikalische Intervalle, Nierensteinzertrümmerung, Planetenabstand

## Unterstruktur:

- Bsp.: hier Anzeige aller WIS-Beiträge mit Bezügen zu Planeten
- Anzeige vergebener Stichworte
- Info: Teaser, Zielgruppe, Fächer, Fachgebiete, Themen

Spektrum

# Materialien finden bei WIS

WIS wissenschaft  
www.wissenschaft-schulen.de

wis!

## PROJEKT

Partner  
Schirmherren  
Sponsoren  
Schulen

## MATERIALIEN

Astronomie  
Biologie  
Physik  
Chemie  
NwT  
Mathematik  
Fächerverknüpfung  
Wissenschaft im Alltag  
Experiment des Monats  
Schule/Pädagogik

## KONTAKT

Newsletter  
Impressum

Go

## Astronomie

### Wirbelstürme – organisierte Konvektion mit Nachschub *Olaf Fischer*

Es werden Bezüge zur Physik der Wärme und der Gase hergestellt, es geht um Lesekompetenz, Bildinterpretation und etwas mehr. Als zentrales Material wird ein Lesetext zu tropischen Wirbelstürmen mit Abzweigen zu optionalen Aktivitäten gegeben.

### Materialien:

Sterne und Weltraum 6/2010, S. 14



Wirbelstürme – organisierte  
Konvektion mit Nachschub



Zentrales WIS-Dokument MS  
6/2010 (886.8 KB)

## „Laderampe“:

- WIS-Beitrag, weitere WIS-Materialien und SuW-Beitrag können kostenfrei herunter geladen werden

Spektrum  
für WISSENSCHAFT

## Wirbelstürme - planetarische Konvektion mit Nachschub

Olaf Fischer

Jedes Jahr wieder hören wir in den Nachrichten von den verheerenden Folgen der tropischen Wirbelstürme. Mittlerweile verstehen wir dieses Wetterphänomen recht gut, insbesondere deshalb, weil wir es mit Hilfe von Wetteratelliten „von oben“ beobachten können. Doch auch in den Atmosphären anderer Planeten beobachten wir Wirbelstürme. Die bekannteste ist der Große Rote Fleck – der größte Sturm des Sonnensystems. Die Entstehung von Wirbelstürmen, wie wir in den Planetenatmosphären Labore vorfinden, die wir auf der Erde nicht haben. Der tropische Wirbelsturm ist jedoch zunächst eine irdische Erscheinung, weil er einen Wasserkreislauf benötigt. Der vorliegende WIS-Beitrag ist einer Nachricht zum Großen Roten Fleck angehängt, verknüpft dieses Thema aber hauptsächlich mit der irdischen Erscheinung des tropischen Wirbelsturms. Es werden Bezüge zur Physik der Wärme und der Gase hergestellt, es geht um Leseverständnis, Bildinterpretation und etwas mehr. Als zentrales Material wird ein Lesetext mit grundlegenden physikalischen Begriffen und Zusammenhängen zur Erklärung der Entstehung tropischer Wirbelstürme gegeben. In einem folgenden Lückentext mit gleichen Inhalten in anderer Anordnung und Formulierung kann das Leseverständnis getestet werden. Vom Lesetext ausgehend wird man zu einem Arbeitsblatt „Bewegung auf rotierenden Körpern“, zu einem Experiment samt Arbeitsblatt zur latenten Wärme samt Anwendung im Alltag, zu einer Bilderstrecke mit Wirbelstürmen auf Jupiter und Erde (Bildinterpretation gefordert) und zu einer Aufgabe, die Kondensationswärme betreffend geführt.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Planeten	Planetenatmosphären, Großer Roter Fleck
Physik	Thermodynamik	Konvektion, latente Wärme (Kondensationswärme, Kristallisationswärme), Bewegung auf rotierenden Körpern
Fächer- verknüpfung	Astro-Geo	Tropische Wirbelstürme, Hochdruckwirbel, Hochdruckgebiete, Hurrikan, Wolkenbildung
Lehre allgemein	Kompetenzen (Wissen und Erkenntnis), Unterrichtsmitel	Lesekompetenz, Bilder auswerten, Fachfächerbilder, Interdisziplinäre Addition von Beobachtungen, verschiedene Richtungen, Eigenschaften und Verläufe (Hochdruck, Kondensationswärme), Arbeitsblatt, Lesetext, Lückentext, Text, Wärmeklassen, Experiment zur latenten Wärme (Analogie)

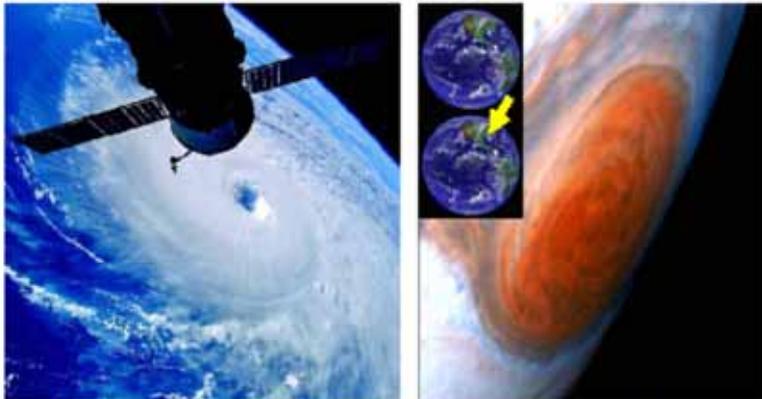


Abbildung 1: Wirbelstürme auf Planeten. Links: Hurrikan Gordon über der Nordhalbkugel der Erde (2006), vom Shuttle aus gesehen (Quelle: DLR/ESA). Die Luftmassen rotieren entgegen dem Uhrzeigersinn. Rechts: Großer Roter Fleck (GRF) auf Jupiter, aufgenommen im Jahre 1996 von der Raumsonde Galileo (Quelle: NASA/JPL). Der GRF rotiert gegen den Uhrzeigersinn. Ein irdischer tropischer Wirbelsturm (gelber Pfeil zeigt auf einen, Erde ist im Vergleich zum GRF eingeblendet) ist im Vergleich zum GRF verschwindend klein.

# Materialien finden bei WIS

[www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de)

## Wegweiser auf Titelseite

(Bsp.: 6/2010)

- Abstrakttext mit Verweisen
- Tabelle mit unterrichtsrelevanten Stichworten

# Materialien finden bei WIS

www.wissenschaft-schulen.de

wis!

## PROJEKT

Partner  
Schirmherren  
Sponsoren  
Schulen

## MATERIALIEN

Astronomie  
Biologie  
Physik  
Chemie  
NwT  
Mathematik  
Fächerverknüpfung  
Wissenschaft im Alltag  
Experiment des Monats  
Schule/Pädagogik

## KONTAKT

Newsletter  
Impressum

**Go**



## Astronomie

### Wirbelstürme – organisierte Konvektion mit Nachschub *Olaf Fischer*

Es werden Bezüge zur Physik der Wärme und der Gase hergestellt, es geht um Lesekompetenz, Bildinterpretation und etwas mehr. Als zentrales Material wird ein Lesetext zu tropischen Wirbelstürmen mit Abzweigen zu optionalen Aktivitäten gegeben.

#### Materialien:

Sterne und Weltraum 6/2010, S. 14



Wirbelstürme – organisierte Konvektion mit Nachschub



Zentrales WIS-Dokument MS 6/2010 (886.8 KB)

Suchfunktion

Spektrum  
für Wissenschaft

# WIS-Beispiele

# Suchwort: Doppelsterne

## Doppelsterne - Versuchsobjekte für das Auge, die Optik, das Weltbild und die SuW

Das Thema Doppelsterne kann für viele Menschen interessant sein - für den Augenferrohbauer, für Wissenschaftshistoriker, für Astronomen und natürlich für wissbegierigen Menschen (und das sind wir doch alle - irgendwie). Da sind Stern am Himmel, die der eine noch mit bloßem Auge erkennt, wo ein anderer schon ein Teleskop benötigt. Die Fähigkeit einer Ferrohroptik, zwei Sterne noch getrennt abzubilden, kann mit Hilfe von Doppelsternen getestet werden. Die Wissenschaftshistoriker zeigen ein Beispiel des kopernikanischen Dankens, nach dem alle Sterne Sonnen sind, um die sich nur und keine anderen Sterne bewegen können, die verschlungenen Pfade der Erkenntnis und mahnen uns zur Unvoreingenommenheit bei der Erklärung der Natur. Die Astronomen werden in die Lage versetzt, allein aus der beobachtbaren Bahnbewegung von Doppelsternen deren Masse abzuleiten.

Im Kapitel Nachreife und nachgerechnet werden konkrete Aussagen aus dem SuW-Beitrag hinterfragt. Dazu wird u. a. ein Arbeitsblatt zum Thema Spektroskopische Doppelsterne angeboten und in einer Fächer verknüpfenden Aufgabe geht es um das Auflösungsvermögen des menschlichen Auges. Im Weiteren werden sich Vorschläge zur Modellierung der jährlichen Parallaxe im Klassenraum. Zwei Arbeitsblätter Mirzarsystem in der Rechenmaschine der Astronomen und Der tägliche Lauf der Gestirne am nördlichen Polstern laden dann zum tieferen Nach- und Zurückdenken ein. Abschließend werden Vorschläge zu Beobachtungen von optischen und physikalischen Doppelsternen gemacht. Was zuvor zumindest teilweise theoretisch betrachtet wurde, soll am Himmel aufgesucht, soll erlebt werden.

Physik	Optik, Mechanik	Beugung an Kreisblende, Auflösungsvermögen (räumliches), Spektrum, Spektrallinien, Dopplereffekt, Strahlungsverdünnung für eine Punktpelle, 3. keplersches Gesetz
Astronomie	Positionsastronomie, Sterne, Astronomiegeschichte	Trigonometrische Parallaxe, jährliche Parallaxe, Doppelsterne (optische und physikalische, astrometrische und spektroskopische), Masse-Leuchtkraft-Beziehung für Hauptreihensterne, Beobachtungsaufgabe, Arbeit mit Modellen
Fächerverknüpfung	Astro-Ma, Astro-Bio, Astro-Phil	Trigonometrie, Bogenmaß und Winkelmaß, Auge, Netzhaut, Sehzellen, psycho-physisches Grundgesetz, Geozentrismus

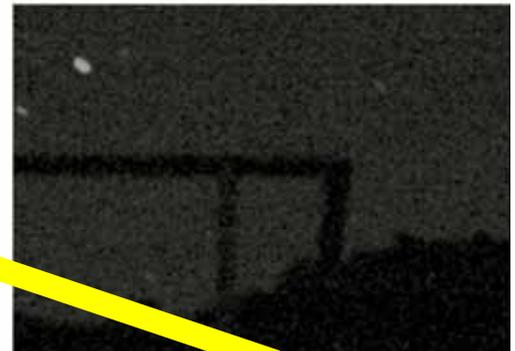


Abbildung 1: Die jährliche Parallaxe von Doppelsternen im Modell. Links: Optische Doppelsterne zeigen im Laufe eines Jahres eine relative Parallaxe (Galileis „Doppelsterne“). Rechts: Physikalische (gravitativ verbundene) Doppelsterne verändern ihre Position zwar vor dem Hintergrund sehr ferner Objekte, miteinander zeigen sie jedoch fast keine Positionverschiebung (relative Parallaxe).

**Doppelsterne - Versuchsobjekte für das Auge, die Optik, das Weltbild und die SuW**

Zwei Licht am Himmel benachbarte stehende Sterne können uns "Zweikamast" vorlauten, sind sie durch das Band der Gravitation verknüpft, so verhalten sie sich wie Masse, stehen in der gemeinsamen Tiefe und auseinander, so stellen sie durch eine relative Parallaxe den Umlauf der Erde um die Sonne bewiesen - so die Idee des Galilei.

**Zielgruppen** Oberstufe  
**Fächer** Astronomie, Fächerverknüpfung, Physik  
**Fachgebiete** Astro-Bio, Astro-Ma, Astro-Phil, Astronomiegeschichte, Optik, Positionsastronomie  
**Themen** Arbeit mit Modellen, Beobachtungsaufgabe, Beobachtungsaufgabe, Einmalige Beobachtung, Systematik, Doppelsterne, Dopplereffekt, Eigenbewegung, Geozentrismus, 3. Keplersches Gesetz, Parallaxe, Experimentelle Masse, Leuchtkraft-Beziehung, Netzhaut, Parallaxe, psycho-physisches Grundgesetz, Beobachtungsaufgabe, Doppelsterne, Spektrum, Strahlungsverdünnung



**Arbeitsblatt: Spektroskopische Doppelsterne**  
 Dopplereffekt, Doppelsternebahnen, ...

## Die Anfänge der Stellarastonomie

Erste Bilder und Berichte von Doppelsternen nach Einführung des Fernrohrs

Wie interessant war es für die ersten Beobachter, die die ersten Bilder von Doppelsternen sahen? Die ersten Beobachter von Doppelsternen waren die Astronomen der 17. und 18. Jahrhunderte. Sie entdeckten die ersten Doppelsterne mit dem Fernrohr. Die ersten Beobachter von Doppelsternen waren die Astronomen der 17. und 18. Jahrhunderte. Sie entdeckten die ersten Doppelsterne mit dem Fernrohr.

Die ersten Beobachter von Doppelsternen waren die Astronomen der 17. und 18. Jahrhunderte. Sie entdeckten die ersten Doppelsterne mit dem Fernrohr. Die ersten Beobachter von Doppelsternen waren die Astronomen der 17. und 18. Jahrhunderte. Sie entdeckten die ersten Doppelsterne mit dem Fernrohr.

Die ersten Beobachter von Doppelsternen waren die Astronomen der 17. und 18. Jahrhunderte. Sie entdeckten die ersten Doppelsterne mit dem Fernrohr. Die ersten Beobachter von Doppelsternen waren die Astronomen der 17. und 18. Jahrhunderte. Sie entdeckten die ersten Doppelsterne mit dem Fernrohr.

# WiS!-Material 7/2008

## z. B. Arbeitsblatt: Spektrino



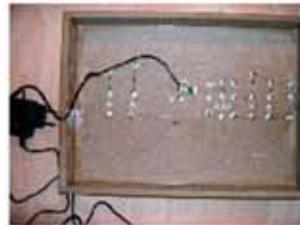
Dr. Cecilia Scorza

Dr. Olaf Fischer



### Spektrino

Modellexperiment zur Veranschaulichung und Betrachtung von sichtbaren und unsichtbaren Bereichen des Spektrums



### Aufbau des Spektrinos (Aufgabe für Schüler)

- 1.) Man entwerfe eine Schaltung bestehend aus 8 Leuchtdioden (UV, Blau, Grün, Gelb, Orange, Rot, IR1, IR2, nähere Angaben siehe Anhang), einem Schalter, einer Konstantspannungsquelle (6V / 500 mA), und den nötigen Vorwiderständen. Dazu gilt es, einen Stromkreis mit acht Teilkreisen zu entwerfen. Für jeden Teilkreis muss zur genauen Einstellung des Betriebsstroms für die Dioden (20 mA) noch ein Vorwiderstand berechnet werden (siehe Beispiel unten).
- 2.) Die zuvor berechneten Vorwiderstände müssen durch geeignetes Zusammenschalten von vorgegebenen Normwiderständen (Norm E12) hergestellt werden. Dazu gilt es zunächst, die 8 Widerstandsschaltungen zu entwerfen. Die Widerstandstabelle E12 (12 Schritte in einer Dekade) enthält folgende Widerstandswerte: 10 Ohm, 12 Ohm, 15 Ohm, 18 Ohm, 22 Ohm, 27 Ohm, 33 Ohm, 39 Ohm, 47 Ohm, 56 Ohm, 68 Ohm, 82 Ohm (und entsprechende Werte in den nächsten Dekaden; also mal  $10^3$ ).
- 3.) Die anfangs entworfene Schaltung aus Dioden und Widerständen (und Schalter und Netzteil) wird auf der Rückseite der Trägerplatte angebracht. Ein Rahmen aus Holzleisten (etwa 1-3 cm breit) bietet dazu den nötigen Raum. Eingedruckte Reißnägel

# SuW 7/2008

WELT DER WISSENSCHAFT: INFRAROTASTRONOMIE

## Astronomie in luftigen Höhen

Im nächsten Jahr soll SCFIA, das Stratosphären-Observatorium für Infrarot-Astronomie, erstmals sein Teleskopauge auf das infrarote Weltall richten. Dieser Artikel beleuchtet die Anfänge der flugzeuggetragenen Infrarotastronomie in den 1960er Jahren und stellt die neue Sternwarte kurz vor.

Von Cecilia Scorza de Appl

Im Sommer des Jahres 1800 unternahm der aus Hannover nach England ausgewanderte Astronom Friedrich Wilhelm Herschel (1738–1822) das Spektrum des Sonnenlichts nicht ohne, dass er kurz vor einer großen Entdeckung stand. Herschel beschäftigte sich mit dem möglichen Zusammenhang zwischen den Spektralfarben und den Mengen an Wärme, die sie transportieren. Er maß dabei die Temperatur an verschiedenen Stellen des Spektrums. Dazu ließ er das Sonnenlicht durch einen Spalt auf ein Prisma fallen, wobei es in die einzelnen Spektralfarben aufgespalten und auf einen Tisch projiziert wurde.

Eine Anekdote berichtet, dass Herschel seine Messanordnung eine Zeit lang unbesetzt ließ (siehe das Gemälde ganz rechts). Als er wieder zurückkam, stand die Sonne etwas tiefer am Himmel und das Spektrum hatte sich relativ zu den Thermometern verschoben. Zu seiner Überraschung stellte er fest, dass jenseits der roten Farbe des Spektrums, dort, wo das sichtbare Licht aufhört, eines der Thermometer die höchste Temperatur anzeigte. Herschel hatte die unsichtbare Infrarotstrahlung entdeckt und somit – ohne es zu ahnen – ein neues Fenster für die Astronomie geöffnet.

### Astronomie mit Wärmestrahlung

Kurz nach der Entdeckung von Herschel versuchten einige seiner Kollegen herauszufinden, ob auch andere Himmelskörper im Infrarotbereich strahlen. So maß der irische Astronom William Parsons, der 3. Earl of Rosse (1800–1867) im Jahr 1845 erstmals die Infrarotstrahlung des Mondes. Der berühmte amerikanische Erfinder Thomas Alva Edison beobachtete 1878 eine Sonnenflamme im Infraroten.

Im Jahre 1948 fanden Forscher heraus, dass der Mond mit feinem Staub bedeckt ist. Während einer totalen Mondfinsternis zeigte sich nämlich, dass die Mondoberfläche binnen kurzer Zeit abkühlt. Offenbar dringt die Sonnenwärme nur sehr wenig in die Gesteine der Mondoberfläche ein und nur die obersten wenigen Zentimeter werden im direkten Sonnenlicht bis zu 120 Grad Celsius heiß. Eine Staubschicht ist ein schlechter Wärmeleiter und isoliert die darunter liegenden festen Gesteine gut.

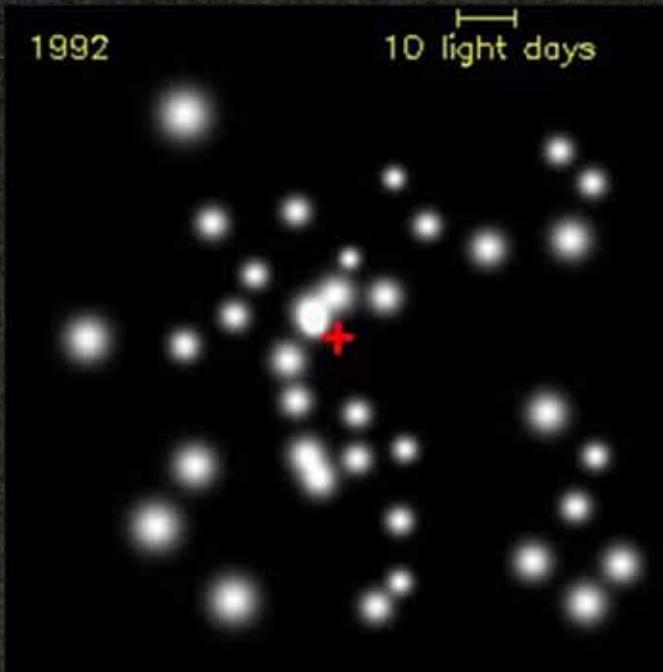
Dieser Erfolg motivierte die Astronomen, das Weltall systematisch im unsichtbaren Infrarotlicht zu erforschen. Eine besondere Herausforderung lag darin, erst einmal geeignete Detektoren für die Messungen am Fernrohr zu erfinden.

Ein wichtiger Durchbruch gelang im Jahre 1961 Frank I. Low mit der Entwicklung des Germanium-Bolometers. Dieser Detektor konnte den kompletten Infrarotbereich von 700 Nanometern bis zu einem Millimeter abdecken. Ins Prinzip lässt sich es dabei um ein hochempfindliches elektrisches Widerstandsthermometer. Als eigentlicher Sensor dient ein mit Gallium-dotierter Halbleiterkristall aus Germanium, einem engen Verwandten des Siliziums, dessen elektrischer Widerstand sich durch das Einströmen von Infrarotstrahlung ändert. Legt man eine konstante

**wis**  
Wissenschaft in die Schulen!

Didaktisches Material zu diesem Beitrag steht Ihnen kostenlos auf der Website [www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de) zur Verfügung. In diesem stellen wir Experimente zum Nachweis und Absorption der Infrarotstrahlung sowie ein Modell einer Staubwolke mit -verstaubten- Sternen vor. Unser Projekt -Wissenschaft in die Schulen- führen wir in Zusammenarbeit mit der Landesakademie für Lehrerfortbildung in Bad Wildbad durch. Es wird von der Klaus Tschira Stiftung gGmbH großzügig gefördert.





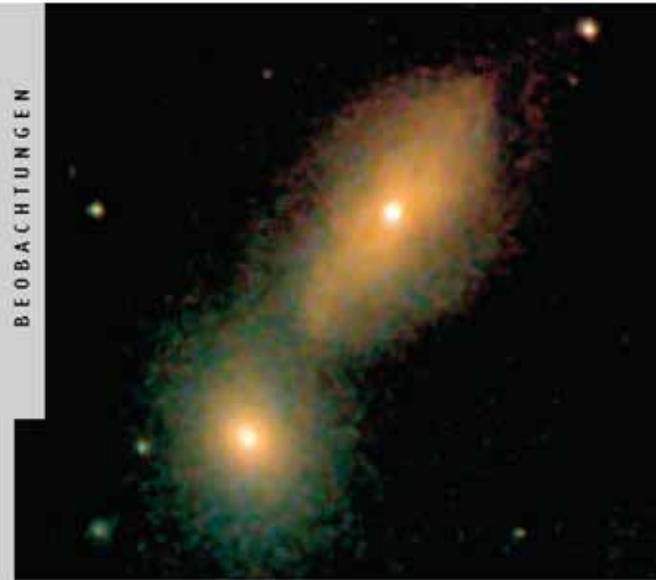
## Didaktische Materialien

z. B.

## Aufgabe und Animation Schwarzes Loch und Keplersche Gesetze (SuW 11/2006)

AG-Tagung Bonn, Lehrerfortbildung, 17. 9. 2010

BEOBA CHTUNGEN



**wis**  
Wissenschaft in die Schulen  
Didaktisches Material  
zu diesem Beitrag:  
[www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de)

Abb. 1: Ein Beispiel für die Begegnung zweier Galaxien. Diese Aufnahme von NGC 3227 vom 16. 1. 2005 zeigt die beiden aktiven Kerne aufeinander zu. Die Begegnung wurde mit einer SBIG-CCD-Kamera mit einem 150-cm-Spiegelteleskop am 75-cm-Spiegel (f/7.73) der Wilhelm-Foerster-Sternwarte in Berlin beobachtet. Die Belichtungen dauerten jeweils acht Minuten.

## Nahe Galaxien und ihre aktiven Kerne

VON TIMO

Gibt es eine Beziehung zwischen den Eigenschaften aktiver galaktischer Kerne und denen ihrer Muttergalaxien? Diese Frage veranlasste den Autor dieses Beitrags dazu, mit den Instrumenten der Berliner Wilhelm-Foerster-Sternwarte 31 nahe aktive Galaxien zu untersuchen. Mit diesem Projekt belegte er bei Jugend forscht im Jahr 2005 den zweiten Platz im Landeswettbewerb Berlin im Fachgebiet Geo- und Raumwissenschaften.

Unter den Galaxien aller Typen und jeden Alters gibt es extrem leuchtstarke Objekte. Zu ihrer Strahlung trägt hauptsächlich die Kernregion bei. Man spricht deshalb auch von aktiven galaktischen Kernen (engl. active galactic nuclei, AGN). Eines der großen Rätsel der Astronomie ist die Frage, warum einige Galaxien aktive Kerne aufweisen, obwohl sie sich ansonsten scheinbar kaum von ihren „nicht aktiven“ Schwestern unterscheiden. Dazu gab es in letzter Zeit viele Untersuchungen. Diese sind entweder den Galaxienkernen oder den verschiedenen Galaxientypen gewidmet, in denen sie beheimatet sind. Die Kombination beider Aspekte wurde bisher jedoch nur wenig beachtet.

Das Verständnis der innerhalb einer aktiven Galaxie ablaufenden physikalischen Prozesse sollte auch die Beziehung des Kerns zur restlichen Galaxie mit einschließen, denn die Bewegungsverhältnisse in seiner Umgebung beeinflussen maßgeblich die Nachlieferung von Materie, die in den Kern hineinstürzt. Die Verknüpfung möglichst vieler Eigenschaften naher Galaxien, die einen aktiven Kern besitzen, habe ich in einem Projekt an der Wilhelm-Foerster-Sternwarte für eine kleine Zahl von Objekten durchgeführt.

### Beobachtungen

Unsere Sternwarte liegt auf einem 78 Meter hohen Hügel inmitten von Berlin und ist mit drei größeren Teleskopen ausge-

stattet. Das leistungsstärkste ist ein 75-cm-Ritchey-Chrétien-Teleskop von Zeiss mit rechenintensiven Antrieben. Neben öffentlichen Beobachtungen von Planetoiden und Galaxienkernen, die punktförmig erscheinen, spielt die Aufhellung des Himmels der Großstadt keine so entscheidende Rolle wie zum Beispiel bei Gas. Mit dem Spiegelteleskop CCD-Kamera des Typs ST-8 sowie dem dazu passenden Filterpaket, erstellte ich zwischen Herbst 2004 und April 2005 insgesamt 150 Aufnahmen von Galaxienkernen. Die gleichmäßig über den Himmel verteilten Beobachtungsobjekte ich nach mehreren Kriterien. Die wichtigste ist die Helligkeit der Galaxie, die auch das AGN zu beachten, da es leider nur etwa bis zu einer Helligkeit von 17 mag effektiv sein kann. Es kommt aber auch die scheinbare Durchmesser der Galaxie hinzu. Weil man mit unserer Teleskop-Kombination eine Auflösung von

SuW 8/2007

## WiS!-Material 8/2007

z. B.

### Auswertung von Astrodaten: Sonnenszyklus



SUW-BASICS

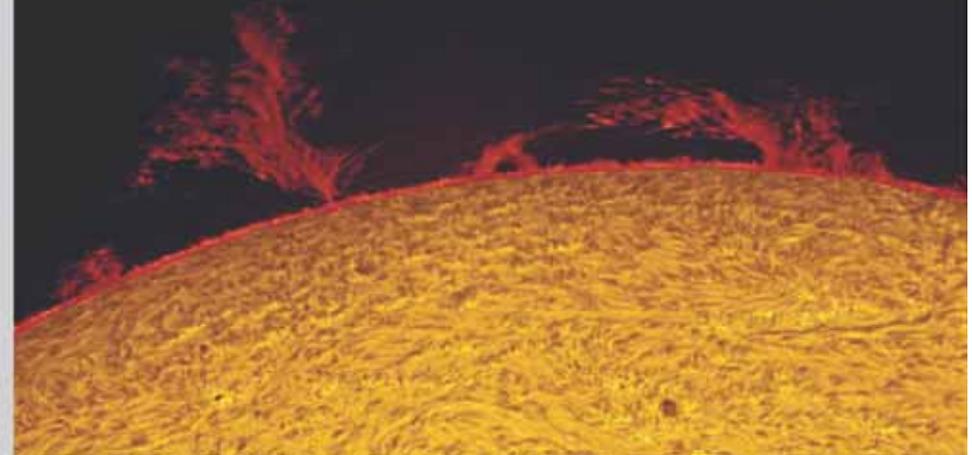


Didaktisches Material zu diesem Beitrag:  
[www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de)

## Die Sonne – Der Stern, von dem wir leben

VON THILO GUNTER

Gaskugel, Fusionsreaktor, Lebensquell – all dies ist unsere Sonne. Über keinen anderen Stern wissen wir so viel wie über unser Tagesgestirn. Mit Hilfe der modernen Physik konnten wir ihre Entstehung, ihren Aufbau und ihre Energieerzeugung entschlüsseln. Daraus lässt sich auch ihr – und unser – weiterer Schicksalsweg ableiten.









# Suchwort: Planck

**KUCK IN DIE FERNE: WACHSICHEN**

**Kalten Stern im Blick von Planck**

Ein kalter Stern ist ein Stern, der sich in einem sehr frühen Stadium seiner Entwicklung befindet. Diese Sterne sind sehr klein und haben eine niedrige Temperatur. Sie sind oft in dichten Gaswolken eingebettet, die sie vor der Beobachtung durch das Licht anderer Sterne verbergen. Die Beobachtung dieser Sterne ist wichtig, um zu verstehen, wie Sterne entstehen und wie sie sich über die Zeit entwickeln.

**Ein Engel mit Schieferhaare**

Ein Engel mit Schieferhaare ist ein Stern, der sich in einem sehr frühen Stadium seiner Entwicklung befindet. Diese Sterne sind sehr klein und haben eine niedrige Temperatur. Sie sind oft in dichten Gaswolken eingebettet, die sie vor der Beobachtung durch das Licht anderer Sterne verbergen. Die Beobachtung dieser Sterne ist wichtig, um zu verstehen, wie Sterne entstehen und wie sie sich über die Zeit entwickeln.

## Die gestörte Sicht von Planck - eine faszinierende Welt

Uwe Herbstmeier

Wissenschaftliche Satelliten sind ausgetüftelte Messinstrumente. Oft entstehen aus ihren Messungen Mess- und Auswertemethoden wunderschöne, aber auch spannende Bilder. Die Nachricht in *Sterne und Weltraum* 9/2010 an Hand der ersten Ergebnisse des ESA-Satelliten zeigt, dass bis dahin ein ganzes Stück Arbeit geleistet werden muss, und dass auf diesem nur viel Schweiß vergossen wird, sondern auch spannende Geschichten über das Universum kann ausgehend von den Ergebnissen der Planck-Mission aus diesem Beitrag erfahren werden.

Im **ersten Schritt** wird das Thema „Messen in der Physik“ an Hand einer Kleingruppenarbeit untersucht. Im **nächsten Schritt** wird hinterfragt, wie der Satellit Planck beobachtet und welche Ergebnisse daraus ermittelt werden. Im **dritten Schritt** ist es das Ziel, mit Hilfe von künstlicher Arbeit die Sinne für genaues Beobachten zu schärfen. Im **vierten Schritt** werden eine Reihe der spannenden Themen angesprochen, denen man auf dem Weg zum eigentlichen Beobachtungsziel, der Kosmischen Hintergrundstrahlung, begegnet. Auf viele Themen wurde in bereits erschienenen WIS-Beiträgen eingegangen. Auf tiefer Ebene wird Bezug genommen. Die Quellen sind im **Anhang** aufgeführt. Der Anhang ist als Ergänzung dieser Vorarbeiten konzipiert. Die Sammlung könnte als Anregung für eine Projektarbeit mit Struktur des Universum verwendet werden.

Übersicht der Bezüge in WIS-Beitrag		
Astronomie	Raumfahrt, Astropraxis, Diffuses Medium, Kleinkörper, Galaxien	<a href="#">Planck-Satellit</a> , <a href="#">astronomische Datenangewandte</a> , <a href="#">Blau</a> , <a href="#">Zirkus</a> , <a href="#">Asteroiden</a> , <a href="#">Zwerghplaneten</a> , <a href="#">kosmische Entfernungen</a> , <a href="#">Aufbau des Universums</a>
Physik	Thermodynamik, Optik	<a href="#">Temperatur</a> , <a href="#">Farbe</a> , <a href="#">Farbtemperatur</a>
Fächerverknüpfung	Astro-Technik, Astro-Kunst, Astro-Deutsch	<a href="#">Thermometer</a> , <a href="#">Farbe</a> , <a href="#">Farbtemperatur</a> , <a href="#">Farben</a> , <a href="#">Falschfarben</a> , <a href="#">Farbmischung</a> , <a href="#">Wortfeld</a> , <a href="#">Wortfeld</a>
Lehre allgemein	Kompetenzen (Wissen, Erkenntnis, Kommunikation), Lehr- und Sozialformen, Unterrichtsumfeld	<a href="#">Strömungsmessung</a> , <a href="#">Messverfahren</a> , <a href="#">Messgenauigkeit</a> , <a href="#">Messungen</a> , <a href="#">auswerten</a> , <a href="#">Modellierung</a> , <a href="#">Lesekompetenz</a> , <a href="#">Bilder analysieren</a> , <a href="#">Erklärungen</a> , <a href="#">Klimoingenieurarbeit</a> , <a href="#">Vergleichen</a> , <a href="#">Aufgaben</a> , <a href="#">Lesetexte</a> , <a href="#">Bilder</a> (Beiblätter 1+2)

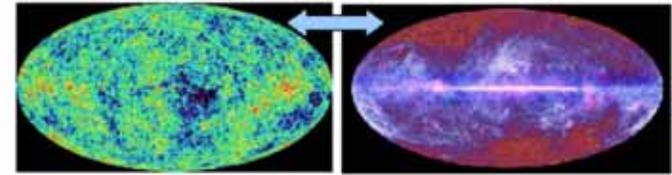


Abbildung 1 (links): Ein Abbild des frühen Universums: Falschfarbenkarte der Temperaturschwankungen der Kosmischen Hintergrundstrahlung verläuft über den ganzen Himmel, ermittelt aus den Daten der NASA-WMAP-Mission (Quelle: NASA/WMAP Science Team).  
Abbildung 2 (rechts): Der Himmel wie er im ersten Jahr der Beobachtungen (bis Juli 2010) durch den ESA-Satelliten Planck gesehen wurde. Das Falschfarbenbild wurde zusammengesetzt aus den Messungen bei den Wellenlängen zwischen 0,3 mm und 11,1 mm (Quelle: ESA/LFI & HFI Consortia, W.: SEM4MPZ/VAG).

**WIS wissenschaft in die schulen!**

**Die gestörte Sicht von Planck - eine faszinierende Welt**  
Uwe Herbstmeier  
Messungen und Beobachtungen, das kann in anderen als ganz schön schwer sein. Schüler erleben das durchsicht und sie finden sich in guter Gesellschaft, wie die aktuelle Planck-Mission der ESA zeigt. Aber an Hand der gewonnenen Messungen kann auch gezeigt werden, dass Mess-Störungen oft als genaues Spannen zu Tage Törden, wie das eigentliche Beobachtungsgesam... zu den Materialien

**Die gestörte Sicht von Planck - eine faszinierende Welt**  
Uwe Herbstmeier  
Messungen und Beobachtungen, das kann in anderen als ganz schön schwer sein. Schüler erleben das durchsicht und sie finden sich in guter Gesellschaft, wie die aktuelle Planck-Mission der ESA zeigt. Aber an Hand der gewonnenen Messungen kann auch gezeigt werden, dass Mess-Störungen oft als genaues Spannen zu Tage Törden, wie das eigentliche Beobachtungsgesam... zu den Materialien

**Das große Planck-Wissen**  
Christian Wolf  
Zu der bevorstehenden Planck-Mission der ESA wird im Folgenden ein Wissensquiz für die unter- und Mittelstufe mit verschiedenen Spielvarianten (z.B. als Klassenquiz & in der Werkstatt oder als Entropie) vorgestellt. ... zu den Materialien

**WIS ALMA zu neuen Horizonten der Astronomie**  
Michael Gaffert  
Das ALMA-Projekt verspricht neue Einsichten in den Kosmos und kann den Schüler zum Staunen bringen. Wissenschaft mit dem Projekt im Zentrum erhaltene physikalische Zusammenhänge wie z. B. das Aufbaugesam und das Planck'sche Strahlungsgesam werden thematisiert. ... zu den Materialien

**Das große Planck-Wissen**  
Christian Wolf  
Zu der bevorstehenden Planck-Mission der ESA wird im Folgenden ein Wissensquiz für die unter- und Mittelstufe mit verschiedenen Spielvarianten (z.B. als Klassenquiz & in der Werkstatt oder als Entropie) vorgestellt. ... zu den Materialien

**Kleingruppenarbeit: Temperaturmessung**

**WIS wissenschaft in die schulen!**

# Unterkategorie: Sterne, Suchwort: Sternentwicklung

## Supernovae und ihre Überreste - Makrokosmische Ereignisse mit mikrokosmischem Hintergrund

So gewaltig Supernovae auch erscheinen mögen, ihre Physik betrifft zu einem großen Teil die kleinsten Bausteine der Materie. Im folgenden Beitrag werden zunächst **Scenarien** und einige Besonderheiten von Supernovae aufgezeigt und Möglichkeiten der Veranschaulichung angeboten.

Die Explosionsprodukte einer Supernova bieten die himmlische Gelegenheit, ihren radioaktiven Zerfall offensichtlich und doch geschützt verfolgen zu können. Bevor dies im Rahmen einer **Aufgabe** zur Bestimmung der Halbwertszeit der Explosionsprodukte anhand der **Lichtkurve** geschieht, werden einige Analogiebetragungen zum radioaktiven Zerfall im **Experiment**, im **Bild** und im **Formalismus** vorgestellt. Supernovae bieten zudem einen idealen Anknüpfungspunkt, um über die **Herkunft der Elemente** zu sprechen und in diesem Zusammenhang die Kernbindungsenergie zu thematisieren.

Das Erlebnis einer am Sternenhimmel sichtbaren Supernova kommt nur wenigen Menschen zuteil. Ein Supernovaüberrest ist dagegen über lange Zeit hinweg beobachtbar. Das natürliche Erlebnis eines solchen Überrests, d. h. dessen unmittelbare **Beobachtung** durch ein Fernglas oder Fernrohr kann einen emotionalen Bezug zu den relevanten physikalischen Aspekten herstellen. Die ergänzende **Betrachtung einer Himmelsaufnahme** von einem Supernovaüberrest ermöglicht es, den Gang der Geschehnisse im Geiste zurückzuverfolgen.

Überblick der Bezüge im WIS-Beitrag		
Physik	Quantenphysik	<a href="#">radioaktiver Zerfall</a> , <a href="#">Zerfallskonstante</a> , <a href="#">Halbwertszeit</a> , <a href="#">Kernbindungsenergie</a> , <a href="#">Massendefekt</a>
Astronomie	Sterne, Diffuses Medium, Astrophysik	<a href="#">Sternentwicklung</a> , <a href="#">Solstrahlung</a> , <a href="#">Supernovae</a> , <a href="#">Supernovaüberreste</a> , <a href="#">Beobachtungsaufnahme</a> , <a href="#">Interpretation von Astrobildern</a>
Fächerverknüpfung	Astro-Ma, Astro-Sprache	<a href="#">Exponentenfunktionen</a> , <a href="#">lineare Darstellung exponentieller Zusammenhänge</a> , <a href="#">französisches Textfragment</a>



Künstlerische Darstellung einer Supernova am Himmel zur Zeit der Saurier.  
(Quelle: [www.astrourf.com/lombry/impact-extinction3.htm](http://www.astrourf.com/lombry/impact-extinction3.htm))

## Supernovae vom Typ Ia

Die Physik der Explosionen  
VON WOLFGANG KILIANOWSKI UND HEINER KÖHN  
Neue Supermassive und dunkle Materie...  
Die Entstehung der Elemente...  
Die verschiedenen Typen von Supernovae...

WIS wissenschaft in die schulen!

St...

Ein Stern (Stern) zum Ansehen...  
Supernovae und ihre Überreste...  
Zielgruppe: Mittelstufe...  
Fachbereich: Astronomie...

Arbeitsblatt:  
Astrobilder lesen lernen  
„Explosionswolke“ am  
Sternenhimmel: Der  
Supernovaüberrest M1  
(Krebsnebel)



## Kepler und die Geburt einer neuen Astronomie

Vor genau 400 Jahren erschien Johannes Keplers Werk «Astronomia Nova». Es markiert eine geistige Wende, die von der rein geometrischen Betrachtungsweise des kopernikanischen Weltbildes zu einer ursächlich begründeten Theorie der Planetenbewegung führte. Diese grundlegend neue Sicht auf den Kosmos weist Kepler als den wichtigsten Wegbereiter der modernen Himmelsmechanik aus.

Von Volker Bialis

### IN KÜRZE

- || Johannes Kepler (1571–1630) ist mehr als nur der Vollender des kopernikanischen Weltbilds. Er belief es nicht dabei, die Sonne als Mittelpunkt der Welt zu betrachten, sondern suchte nach den Ursachen wirkender astronomischer Phänomene.
- || Mit seinem Werk «Astronomia Nova» betrat Kepler astronomisches Neuland, indem er von einer rein geometrischen Beschreibung der Planetenbewegung zum Verständnis von den durch physikalische Kräfte bewegten Planeten überleitete.
- || Mit seiner «Himmelsphysik» beabsichtigte Kepler nicht, ein mechanistisches Bild der Welt zu schaffen. Das Formprinzip der Welt erkannte er vielmehr in ihrer ästhetischen Vollkommenheit.

Neben den herausragenden wissenschaftlichen Arbeiten Galileo Galileis, die einen astronomischen Höhepunkt in seinen teleskopischen Himmelsbeobachtungen erreichen, soll im Internationalen Jahr der Astronomie 2009 auch das theoretische Werk Johannes Keplers angemessen gewürdigt werden. Die von ihm verfasste, im Jahr 1609 erschienene «Astronomia Nova» ist eines der wichtigsten Werke der theoretischen Astronomie der Neuzeit. Da Kepler sein Thema hier auf recht komplizierte Weise darstellt, nähmen die Wissenschaftler das Buch damals wie heute mehr rühmend zur Kenntnis, anstatt es detailliert zu lesen. Zwar erkennen sie an, dass Kepler einen neuen Weg einschlug, um die theoretische Astronomie mit der Physik zu verbinden. Jedoch betrachten sie ihn zumeist nur als Vollender der kopernikanischen Astronomie, dem sie – anders als Galilei – einen vorwärtsweisenden Impuls für die weitere Entwicklung der Naturwissenschaften nicht ohne weiteres zubilligen.

Demgemäß sprechen Wissenschaftshistoriker heute eher von einer «kopernikanischen Wende» als von einer «keplerschen Wende». Seit mehr als vier Jahrhunderten würdigen sie Nikolaus

Kopernikus (1473–1543) als den großen Astronomen, der im Übergang vom Spätmittelalter zur Neuzeit in seinem 1543 erschienenen Werk «De Revolutionibus orbium coelestium libri sex» ein neues Modell unseres Planetensystems mit der Sonne im Zentrum und mit der bewegten Erde als Planeten vorlegte und dadurch schwerwiegende weltanschauliche Erschütterungen auslöste (siehe Bild auf Seite 44 oben).

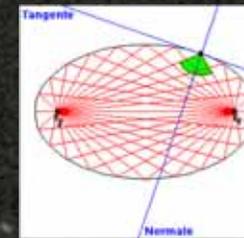
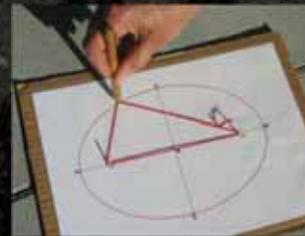
Um die «Astronomia Nova» als Weiterentwicklung dieser Wertsicht verstehen zu können, betrachten wir zunächst die Situation, von der Kepler ausging.

### Die Astronomie vor Kepler

Das Weltbild, das Kepler vorfand, war die von Kopernikus vertretene heliozentrische Sicht des Kosmos. Hiermit wollte Kopernikus keine neue Astronomie konstruieren, sondern das vorptolemäische Weltbild wieder herstellen, wie es bereits in der Antike vertreten wurde. Aristoteles postulierte die gleichförmige Kreisbewegung der Gestirne, und nach Aristarchos von Samos bewegte sich die Erde kreisförmig um die ruhende Sonne.

Aus der Sicht von Kopernikus hatte die spätmittelalterliche Astronomie das Prinzip der gleichförmigen Kreisbewegung verlernt,

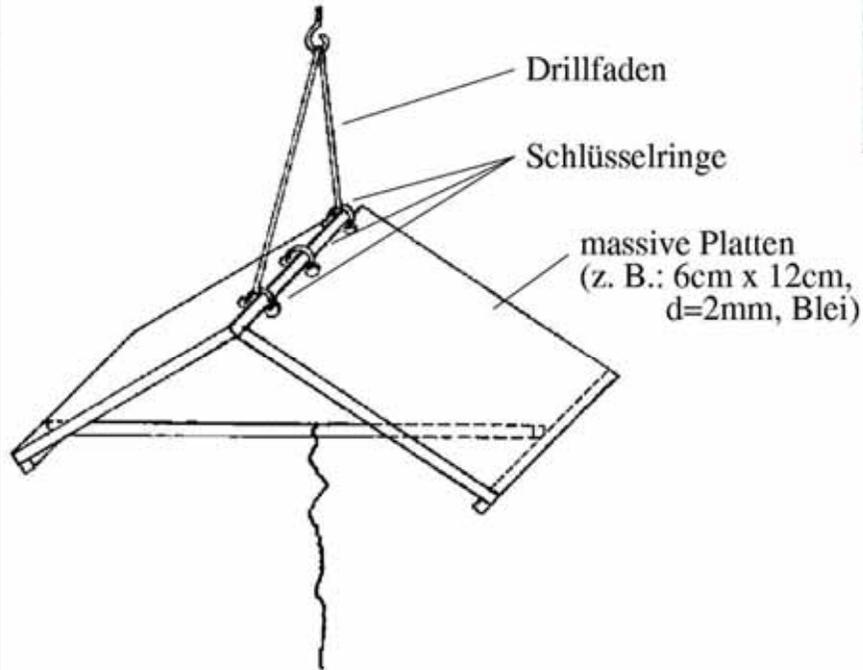
# WiS!-Material 12/2009 11 Kennenlern-Ideen



<http://www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1013166>



**"Klappdach von Rebenstorff"**



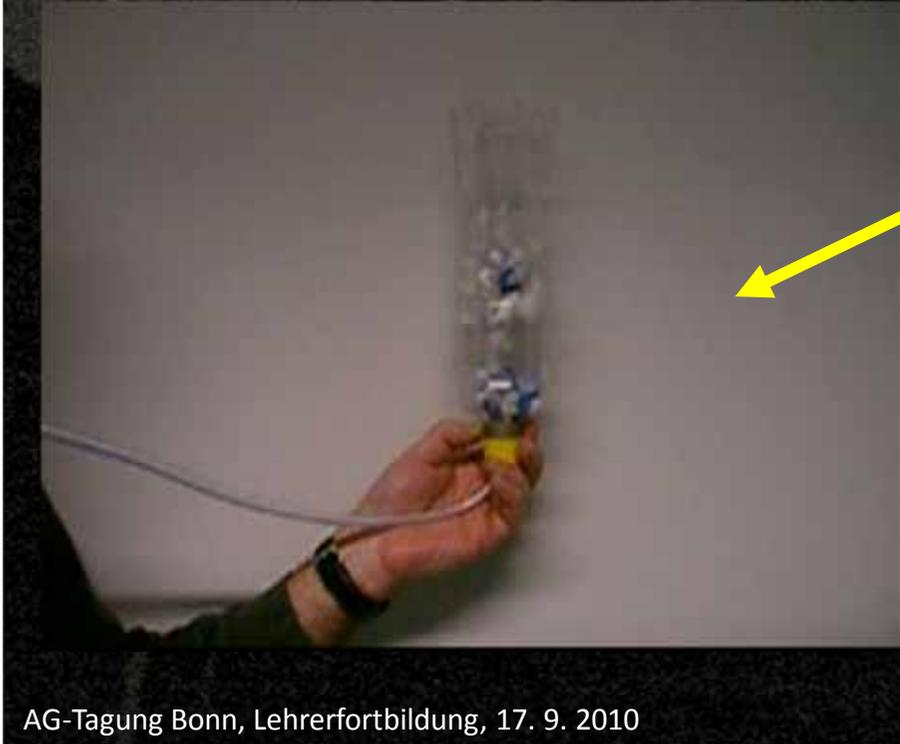
- Drillfaden wird ca. bis zur Mitte verdrillt
- sobald die Platten in schneller Rotation sind, wird der dazwischengeklemmte Holzstab herausgerissen

**Didaktische Materialien  
- Beispiele**

**Experimentierideen:  
Drehimpulserhaltung  
(SuW 03/2005)**

SuW 6/2007

WiS!-Material 6/2007  
z. B.  
Astro-Hitliste:  
Freihandexperiment



### Staubige Exoplaneten



Die beiden Exoplaneten HD 209458b und HD 189733b enthalten in ihren Atmosphären große Mengen an Silikataub, die dort sehr dichte Wolken bilden. Das Weltraumteleskop Spitzer beobachtete die beiden Exoplaneten im Infraroten, um mehr über ihre chemische Zusammensetzung herauszufinden. Beide Planeten sind so genannte Heiße Jupiter und umrunden ihre sonnenähnlichen Muttersterne in sehr geringem Abstand. Daher liegen ihre Oberflächentemperaturen im Bereich von 1000 Grad Celsius. In ihrer Größe und Masse ähneln sie sehr dem Planeten Jupiter in unserem Sonnensystem und sollten ihm auch in der chemischen Zusammensetzung gleichen. Das Forscherteam um Jeremy Richardson vom Goddard Space Flight Center der Nasa untersuchte HD 209458b, während eine Gruppe um Mark Swain vom Jet Propulsion Laboratory sich HD 189733b annahm. Beide Teams verwendeten das gleiche Messverfahren und kamen bei den weit voneinander entfernten Exoplaneten zu sehr ähnlichen Ergebnissen. Bereits im Jahre 2005 konnten mit Spitzer bei HD 209458b die Elemente Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff und Natrium in der Atmosphäre nachgewiesen werden. Gleichzeitig beobachtete man, dass dieser Exoplanet aufgrund der großen Hitze pro Sekunde etwa 10 000 Tonnen Wasserstoff verliert. Nun gelang es aber erstmals, auch Verbindungen aus mehreren Atomen, also Moleküle, bei Exoplaneten nachzuweisen. Neben den stark dominanten Silikatmineralen ließen sich auch Spuren von Wasserdampf in den Atmosphären nachweisen. Sie bestätigten damit die bisherigen theoretischen Vorhersagen und Modelle der chemischen Zusammensetzung von Exoplaneten des Typs »Heiße Jupiter«.

### ATF beobachtet Saturn

Das Projekt »Atacama Large Millimeter Array (ALMA)« ist wieder einen wichtigen Schritt weiter gekommen: Am 2. März 2007 beobachteten die beiden Zwölf-Meter-Antennen der ALMA Test Facility (ATF) in Socorro (New Mexico) den Planeten Saturn bei der Frequenz 104 Gigahertz. Die Radiowellen stammen von der Oberfläche des -150 Grad Celsius kalten Ringplaneten. Dabei gelang es erstmals, die beiden Antennen zu einem

Interferometer zusammenzuschalten und Interferenzstreifen eines astronomischen Objekts aufzunehmen. Beide Antennen in New Mexico sind reine Prototypen zur Erprobung des Konzepts, denn wie der Name schon andeutet, soll ALMA selbst in der Atacama-Wüste im nördlichen Chile errichtet werden. Diese Region gehört zu den trockensten unserer Erde, sodass die Beobachtungen von ALMA kaum durch den Wasserdampfgehalt unserer Atmosphäre beeinträchtigt werden. ALMA wird im Endausbau im Jahre 2012 aus 66 Einzelantennen bestehen, die zu einem leistungsstarken Interferometer zusammenge-



### Rätselhafter Gasstreifen

Bei einer Beobachtung des Koma-Galaxienhaufens im Sternbild Haar der Berenike (Coma Berenices) stieß eine Forschungsgruppe am Masafumi Yagi vom Nationalen Optischen Observatorium von Japan (NAOJ) auf einen eigenartigen Strich am Himmel. Er befindet sich in der Nähe der 300 Millionen Lichtjahre entfernten Galaxie D 100. Der Strich entpuppte sich als ein Streifen ionisierten Wasserstoffs und ist etwa 200 000 Lichtjahre lang, aber nur 6 000 Lichtjahre breit. Ein derart langer und eng begrenzter Gasstrom war bislang nicht bekannt. Untersuchungen mit der Sonne-Cow des 8,2-Meter-Teleskops



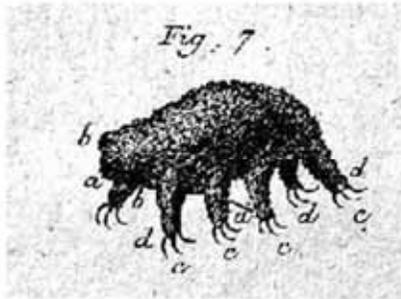
vor von ihr ausgeht. Schon seit langem sind bei aktiven Galaxien so genannte Jets bekannt, die durch ein extrem massereiches Schwarzes Loch im Zentrum erzeugt werden. Allerdings besitzt D 100 keinen aktiven Kern. Daher ist die Entstehung dieses Gasstreifens rätselhaft. Möglicherweise entstand er während einer Phase

# WiS!-Material 10/2008

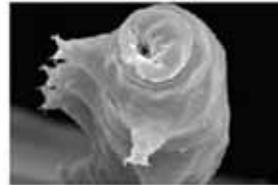
z. B.

## Quiz: Astrobiologie

Überlebenskünstler Bärtierchen  
Ein Quiz für die Sekundarstufe II



Erste publizierte Abbildung eines Bärtierchens  
(1773, Pastor J.A.E. Goeze aus Quedlinburg)



Bärtierchen, REM-Aufnahme

1. Wie werden die Bärtierchen systematisch in das Tierreich eingeordnet und welche Größe erreicht der „Teddybär in Kleinformat“?
2. Welche Lebensräume bewohnen Bärtierchen und wie ernähren sie sich?
3. Wie atmen sie?
4. Wie wird der Bezug von Struktur und Funktion bei der Fortbewegung erkennbar?

# SuW 10/2008

WELT DER WISSENSCHAFT: ASTROBIOLOGIE

## Leben auf dem Mars?

Was wissen wir über die Lebensbedingungen im Sonnensystem, und was folgt daraus für unsere Pläne zur unbemannten und bemannten Erforschung des Mars?

Von Gerda Homeck

Bei der Suche nach Leben außerhalb der Erde steht unser Nachbarplanet Mars schon längst im Mittelpunkt des Interesses. Doch hat die Vergangenheit gezeigt, dass bei der Interpretation wissenschaftlicher Beobachtungen vom Mars oft der Wunsch »japaner martianisches Leben« zu entdecken »Pate stand und dies dann zu oft optimistischen Folgerungen und auch zu drastischen Fehlschlüssen führte.

Ein berühmtes Beispiel hierfür sind die sorgfältigen teleskopischen Beobachtungen, die der Astronom Giovanni Schiaparelli während der Opposition des Mars im September 1877 durchführte und 1879 noch verfeinerte (siehe den Bericht von Viller Witt auf Seite 102 ff in diesem Heft).

In der von ihm gezeichneten Karte des Mars (Bild unten rechts) beschrieb er helle und dunkle Regionen, die er als Meere und Kontinente deutete, sowie ein Netzwerk von Linien, die »canals«, welche die dunklen Regionen verbunden. Diese »canals« interpretierte der US-amerikanische Astronom Percival Lowell im Jahr 1894 als künstliche Wasserwege, wie sie nur intelligente Marsianer angelegt haben könnten. Die Berichte über die Marskanäle beflügeln auch die Fantasie der Schriftsteller zu jeder Zeit, wie die Bücher »Der Krieg der Welten« von H.G. Wells aus dem Jahr 1898 und »Auf zwei Planeten« von Kurd Laßwitz (1897) belegen.

Tatsächlich handelte es sich bei den beobachteten »canals« wohl um eine

optische Täuschung. Innerhalb hatte die Marskarte von Schiaparelli noch lange Zeit Gültigkeit, bis im Jahr 1965 die NASA-Sonde Mariner 4 die ersten Fotos von der Marsoberfläche zur Erde funkte, und viele der dort eingeführten Namen sind bis heute erhalten. (Siehe den Bericht von Harro Zimmer auf Seite 40 ff in diesem Heft.)

### Die neue Suche nach Leben auf dem Mars

Die Möglichkeit, dass auf dem Mars etwas »kreatur« und »leucht«, war damit allerdings noch nicht ausgeschlossen, so führten die beiden Viking Missionen der NASA, die 1976 auf dem Mars landeten, eine Stereokamera mit, welche die Umgebung der beiden Landeplätze Chryse und Utopia nach Anzeichen von martianischem Leben abscharferte (Bild auf Seite 98 oben). Sie konnte rund um die Landefähren keine verlässlichen Lebenszeichen ausmachen. Wichtiger bei der Suche nach Leben auf Mars war allerdings ein chemisches und mikrobiologisches Labor an Bord eines jeden der beiden Viking-Lander, dem mit Hilfe eines kleinen Schaufelroboters Marsbodenproben zur Analyse zugeführt wurden. Als die biologischen Tests, welche die Marsbodenproben auf Mikroorganismen-



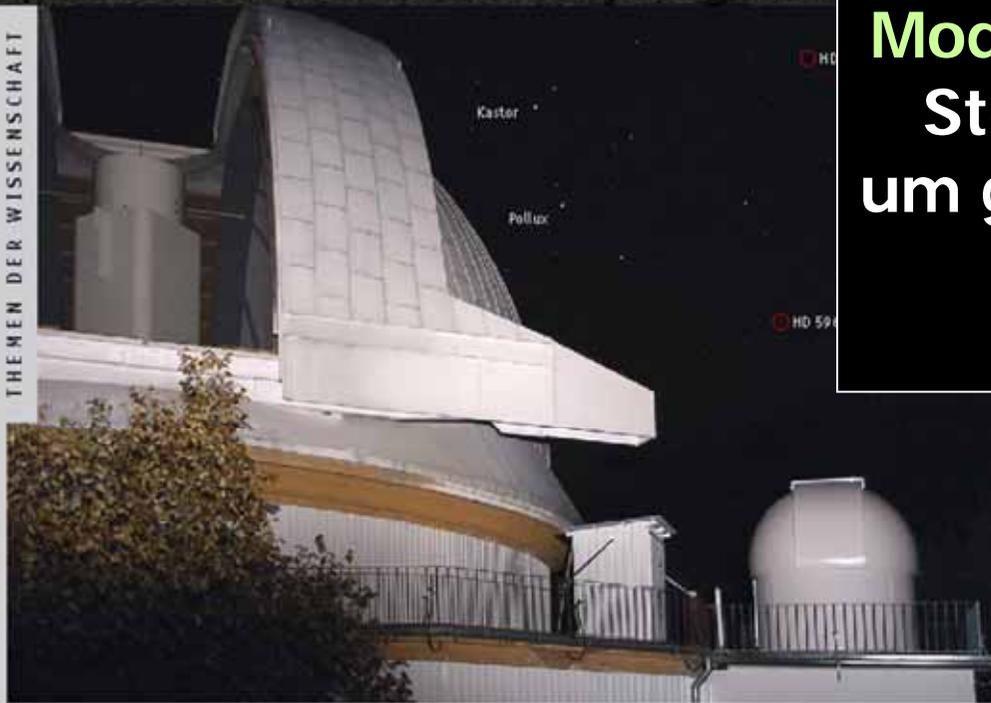
Zu diesem Beitrag stehen Ihnen digitale Materialien auf unserer Internetseite [www.wissenschaft-schulen.de](http://www.wissenschaft-schulen.de) kostenlos zur Verfügung, die den Fing zum Mars thematisieren. Dieses Projekt provoziert Fragestellungen in Wissenschaft und Technik und eignet sich gut für fächerübergreifenden Unterricht. Das Projekt Wissenschaft in die Schulen! führen wir in Zusammenarbeit mit der Landesakademie für Lehrerbildung in Bad Wildbad durch. Es wird von der Klaus Tschira Stiftung gGmbH großzügig unterstützt.

# Didaktische Materialien

z. B.

## Modellexperiment im Videoclip Stern und Planet im Umlauf um gemeinsamen Schwerpunkt (SuW 1/2006)

THEMEN DER WISSENSCHAFT



### Planetendämmerung

Teil 1: Zehn Jahre Exoplanetenforschung – eine Bilanz

VON GÜNTHER WUCHTERL

Vor zehn Jahren wurde der erste Planet bei einem sonnenähnlichen Stern entdeckt. Seitdem fördern weltweite Suchprogramme monatlich neue Planeten zu Tage. Die Pauenschläge der ersten Funde brachten fremdartige Planeten ans Licht, doch inzwischen mehren sich die Hinweise, dass sich unser Sonnensystem harmonisch in die Vielfalt der Welten unserer Milchstraße einordnet.

#### Der Himmel der Planeten

Nach der Entdeckung der ersten Planeten bei Pulsaren (1992) und des ersten Planeten bei einem sonnenähnlichen Stern (1995) hat die Suche nach Exoplaneten Erfolg und läuft mit dramatischer Geschwindigkeit. Seit zehn Jahren wird monatlich im Mittel mindestens ein Planet bei einem anderen Stern als der Sonne entdeckt (Abb. 2 und 3). Insgesamt ken-

sichtbar, oft schemenhaft und nur blickweise erkennbar. Mit dem Fortschreiten der Abenddämmerung steigt die Gewissheit, und ein Lichtpunkt nach dem anderen wird deutlich. Abseits von störenden Lichtquellen kommt schließlich die Milchstraße hervor, und man kann ihre Struktur und die immense Zahl ihrer Sonnen erahnen.

Ganz ähnlich geschieht es uns jetzt

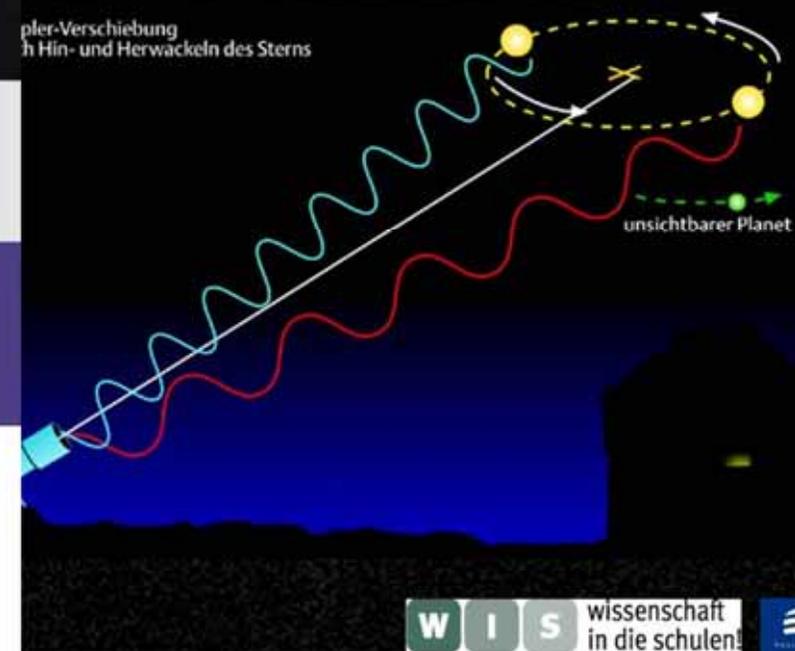
zeichnen. In dieser Planetendämmerung stehen wir jetzt (Abb. 4): Die letzten zehn Jahre gehörten zu den spannendsten in der Geschichte der Astronomie. Ich möchte diese Planetendämmerung schildern.

#### Der lange Weg

Die ersten Versuche, die Suche nach Planeten anzugehen, kamen mit der steigen-



pler-Verschiebung  
h Hin- und Herwackeln des Sterns



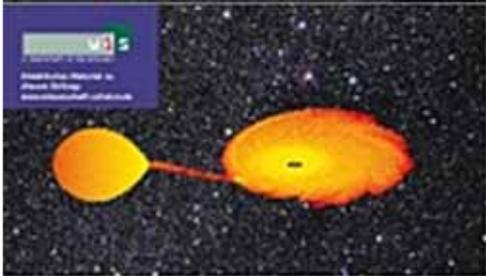
W I S wissenschaft  
in die Schulen!







# Suchwort: Pulsare



## Röntgenpulsare

Im Zentrum des pulsierenden Röntgenpulsars des Milchstraßensystems, der pulsierende Pulsar des pulsierenden Systems, der pulsierende Pulsar des pulsierenden Systems...

**Inhalt:** Die pulsierende Röntgenpulsare des Milchstraßensystems, der pulsierende Pulsar des pulsierenden Systems, der pulsierende Pulsar des pulsierenden Systems...

### Didaktisches Material zu Röntgenpulsare Stern und Weltraum, Ute Kraus

- PROJEKT: Partner, Schirmherrschaft, Sponsoren, Schulen
- MATERIALIEN: Astronomie, Biologie, Physik, Chemie, NaT, Mathematik, Fächerverknüpfung, Wissenschaft im Alltag, Experiment des Monats, Schule/Pädagogik
- KONTAKT: Newsletter, Impressum

Suche:

**Themen:** Doppelsternsystem, Eigenschaften von Neutronensternen, Lichtablenkung  
**Vorkenntnisse:** Kreisbewegung, Doppler-Effekt, Newtonsches Gravitationsgesetz  
**Inhalt:** Abschätzung der Bahnparameter von Cen X-3 aus Original-Beobachtungsdaten, Aufgaben zu Eigenschaften von Neutronensternen und zur Lichtablenkung  
**Bezüge:** – Fach: Physik, Fachgebiet: Mechanik, Stichworte: Kreisbewegung, Gravitation, Fachgebiet: Relativitätstheorie, Stichworte: Lichtablenkung. – Fach: Astronomie, Stichworte: Doppelsternsysteme, Neutronensterne, Röntgenpulsare  
**Info im Internet:** <http://www.tempolimit-lichtgeschwindigkeit.de/>  
**Kontakt:** ute.kraus@uni-tuebingen.de - Ich freue mich über Kommentare und Erfahrungsberichte.

#### Inhaltsverzeichnis

1 Die Bahnparameter des Röntgenpulsars Centaurus X-3	2
1.1 Einleitung	2
1.2 Der Röntgenstern	2
1.3 Der Begleitstern	4
1.4 Die Massen	5
2 Eigenschaften von Neutronensternen, Lichtablenkung	7
3 Lösungen der Aufgaben	8



**Didaktisches Material zu "Röntgenpulsare"**  
 Ute Kraus  
 Originaldaten ermöglichen einen direkten Bezug zur Wissenschaft. In diesem Sinne wird vorgestellt, wie sich die Bahnparameter von Cen X-3 aus Original-Beobachtungsdaten abschätzen lassen. Desweiteren werden Aufgaben zu Eigenschaften von Neutronensternen und zur Lichtablenkung angeboten.

**Zielgruppe:** Oberstufe  
**Fächer:** Astronomie, Physik  
**Fachgebiete:** Mechanik, Relativitätstheorie, Sterne  
**Themen:** Doppelsterne, Dopplereffekt, Gravitationsgesetz, Kreisbewegung, Lichtablenkung, Neutronensterne, Röntgenpulsare

... zu den Materialien

**Aufgaben**  
 Kreisbewegung, Gravitation, Lichtablenkung, ...

