

## 29. Karlsruher Didaktik-Workshop 1. und 2. Juni 2018, KIT Karlsruhe

### Astrophysik im Unterricht

gefördert von der Eduard-Job-Stiftung für Thermo- und Stoffdynamik

Ort: KIT Karlsruhe, Campus Süd, kleiner Hörsaal A,  
Gebäude 30.22, neben dem Physikhochhaus in der Engesserstraße  
[www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de](http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de)

Die Sitzungen finden am ganzen Freitag und am Sonnabendvormittag statt. Sie sind auch willkommen, wenn Sie nur zu einem Teil der Sitzungen kommen. Eine Anmeldung ist nicht erforderlich. Der Workshop wird „kostenneutral“ organisiert, d.h. kein Tagungsbeitrag, aber auch kein Vortragshonorar.

Es ist reichlich Zeit für Diskussionen vorgesehen. Gelegentlich ändern wir den zeitlichen Ablauf des Programms noch während des Workshops.

*Vortragende:*

**Udo Backhaus**, Universität Duisburg-Essen

**Olaf Fischer**, Haus der Astronomie, Heidelberg

**Holger Hauptmann**, Europa-Gymnasium Wörth am Rhein

**Friedrich Herrmann**, Karlsruher Institut für Technologie

**Karl-Heinz Lotze**, Universität Jena

**Gernot Friedrich Neugebauer**, Universität Jena

**Michael Pohlig**, KIT/Wilhelm-Hausenstein-Gymnasium Durmersheim

# Programm

## Donnerstag 31. Mai

*abends ab etwa 19:00 h*

zwangloses Treffen im Caminetto (Kronenstraße)

## Freitag 1. Juni

*Vormittag, Beginn 9:30 h*

9:30	Herrmann	Begrüßung
9:45	Lotze	Gravitationswellenastronomie 1. Eine didaktisch orientierte Einführung in ihre Grundlagen
11:00	Fischer	Der Flaschenglobus – ein Freihandplanetarium

*Nachmittag, Beginn 14:45 h*

14:45	Neugebauer	Relativistische Thermodynamik – Grundbegriffe, Schwarze Löcher, kosmologische Aspekte
16:15 bis 16:45		Kaffee-Pause
16:45	Backhaus	Wie weit ist der Mond entfernt? Die Mondentfernung, in 25 Stunden mit drei (bis vier) verschiedenen Verfahren selbst bestimmt
falls noch Zeit übrig ist:	F. Herrmann	Ein phänomenologischer Zugang zur Thermodynamik schwarzer Löcher

## Samstag 2. Juni

*Beginn 9:00 h*

9:00	Lotze	Gravitationswellenastronomie 2. Gravitationswellen, Schwarze Löcher und Neutronensterne
10:00	Herrmann	Sterne: Stabilitätsfragen, Einführung
10:15	Hauptmann	Zur Stabilität der Sonne
11:00	Pohlig	Zur Stabilität von roten Riesen
11:30	Herrmann	Zur Instabilität von weißen Zwergen Zusammenfassungen

## Zusammenfassungen

*Udo Backhaus*

### Wie weit ist der Mond entfernt?

#### Die Mondentfernung, in 25 Stunden mit drei (bis vier) verschiedenen Verfahren selbst bestimmt

Die Beobachtung und Messung der Parallaxe des Mondes ist immer wieder eine faszinierende Aufgabe, für die wir uns im Ruhrgebiet und auf der Hakos-Farm in Namibia verabredeten. Was aber tun, wenn an einem der beteiligten Standorte das Wetter einen Strich durch alle Planungen macht?

Zusätzlich zur direkten Parallaxenmessung werden zwei Effekte und Verfahren vorgestellt, mit denen es möglich ist, die Entfernung des Mondes allein, d. h. von einem festen Beobachtungsort aus, zu bestimmen. Die mit der weltweiten Zusammenarbeit verbundene Faszination geht dabei zwar verloren, dafür aber ist die Chance wesentlich größer, eine Messung tatsächlich selbst durchführen zu können.

Die Verfahren sind unterschiedlich anspruchsvoll – sowohl im Hinblick auf die Anforderungen an die Messgenauigkeit als auch bezüglich des mathematischen Niveaus der Auswertung. Aber allen ist gemeinsam, dass Messung und Auswertung mit Schülern, z. T. schon in der Sekundarstufe I, durchgeführt werden können.

Martin Wagenschein hat das Prinzip der geometrischen Parallaxe ausführlich erläutert und die Messung am Mond als ersten Schritt in den Weltraum eindrucksvoll beschrieben. Auch an seine noch heute sehr lesenswerten Aufsätze soll dieser Vortrag erinnern.

*Olaf Fischer*

### Der Flaschenglobus – ein Freihandplanetarium

Erfahrungen in der Arbeit mit dem Flaschenglobus belegen, dass die Grundlagen der sphärischen Astronomie für Schüler durchaus kurzweilig und gut vorstellbar vermittelt werden können.

Die Einfachheit des Modells ermöglicht eine zielgerichtete Nutzung und eine Nahbarkeit, die zur Nachahmung anregt.

Die Dreidimensionalität des Flaschenglobus ist von besonderer Wichtigkeit. Sie bietet in der Abstraktionskette hin zu ebenen Darstellungen der Himmelskugel eine wichtige Vorstellungsgrundlage.

Es werden verschiedene Möglichkeiten zur Anwendung des Flaschenglobus vorgestellt.

*Holger Hauptmann*

### Zur Stabilität der Sonne

Wer die Funktionsweise der Wasserstoffbombe kennt, könnte zu dem Schluss kommen, dass eigentlich auch die Sonne explodieren müsste. Im Vortrag wird diskutiert und gezeigt, warum die Sonne über Milliarden von Jahren mit einer Stabilität vor sich hin brennt, die wir von keinem Phänomen auf der Erde kennen. Die Stabilität hängt zusammen mit dem uns ungewohnten Verhalten von kugelförmigen Körpern, d.h. mit Körpern mit einem  $1/r$ -Potenzial.

*Karl-Heinz Lotze*

## **Gravitationswellenastronomie**

### **Teil 1: Eine didaktisch orientierte Einführung in ihre Grundlagen**

### **Teil 2: Gravitationswellen, Schwarze Löcher und Neutronensterne**

Die Beobachtungen der LIGO- und VIRGO-Gravitationswellendetektoren haben nicht nur den lange erhofften Nachweis für die Existenz von Gravitationswellen erbracht, sondern damit auch ein neues Teilgebiet der astronomischen Forschung, nämlich die Gravitationswellen-Astronomie begründet. Diese Leistung wurde 2017 mit dem Nobelpreis für Physik gewürdigt.

Im dem zweiteiligen Vortrag soll ein grundlegendes Verständnis der Physik der Gravitationswellen vermittelt werden.

Im ersten Teil wird der Vergleich von Gravitationsfeldern mit elektromagnetischen Feldern als Ausgangspunkt für ein qualitatives Verständnis dafür gewählt, warum Gravitationswellen so schwach sind. Eine Dimensionsanalyse der Gravitationswellenabstrahlung lehrt, dass Systeme umso effizienter Gravitationswellen abstrahlen, je kompakter sie sind und je mehr sich ihre Geschwindigkeit der Lichtgeschwindigkeit nähert. So werden wir auf astronomische Quellen wie Doppelsternsysteme aus Neutronensternen oder Schwarzen Löchern geführt.

Der Gegenstand des zweiten Teils ist eine vereinfachte, auf der Newtonschen Mechanik und auf Größenordnungs-Abschätzungen beruhende Analyse der Bewegung von Neutronensternen und Schwarzen Löchern als Doppelsternsystem. Unter Verwendung der LIGO-Originaldaten gelingt es, vernünftige Abschätzungen über die Massen der beteiligten Himmelskörper und die Menge der in Form von Gravitationswellen abgestrahlten Energie vorzunehmen. Eine genaue Analyse der Verschmelzung Schwarzer Löcher oder zweier Neutronensterne muss allerdings der analytischen und numerischen Allgemeinen Relativitätstheorie vorbehalten bleiben, was nicht Gegenstand dieses Vortrages sein kann.

*Michael Pohlig*

### **Zur Stabilität von roten Riesen**

Die Stabilität der Hülle von roten Riesensternen, hat eine andere Ursache als die der Sonne, hängt aber auch mit der Kugelgestalt der Sterne zusammen.

*Friedrich Herrmann*

### **Zur Instabilität von weißen Zwergen**

Weißer Zwerge sind, wenn sie Pech (d.h. eine zu große Masse) haben, nicht stabil; sie implodieren und es entsteht ein Neutronenstern. So wie die Stabilität der Sonne, ist diese Instabilität eigentlich unerwartet, und so wie die Stabilität der Sonne wird auch diese Instabilität durch das  $1/r$ -Potenzial verursacht.

*Friedrich Herrmann*

### **Ein phänomenologischer Zugang zur Thermodynamik Schwarzer Löcher**

Es wird diskutiert, was uns die Thermodynamik über Schwarze Löcher sagen kann, und was unabhängig von der Quantenelektrodynamik ist.