

Lehrerfortbildung für die Fächer Physik, Astronomie, IMP

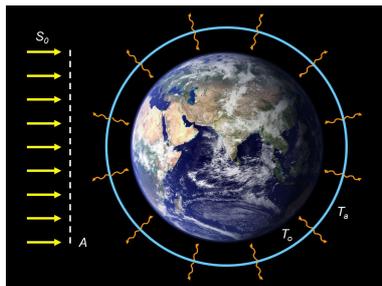
## Vom Klimawandel zum Schwarzen Loch Mit Daten und Simulationen die Welt verstehen

17.10.2019 (Do.), 9.30 – 17.30 Uhr, Haus der Astronomie Heidelberg

Organisation: Dr. Markus Pössel (Haus der Astronomie),  
OStRin Daniela Bednarski (RP Karlsruhe) und StDin Dr. Birgit Hofmann (RP Karlsruhe)

Physik ist ein Wechselspiel von fundamentalen Theorien, Daten aus Experimenten und Beobachtungen, und Simulationen. Ab einem gewissen Grad werden die Modelle dabei so komplex, dass sie nur noch in Form von Computersimulationen umgesetzt und analysiert werden können. Daten und Simulationen sind ihrer Natur nach interdisziplinär: Sinnvolle Modellbildung setzt ein solides Verständnis der zugrundeliegenden Physik voraus, die Eigenschaften der dabei eingesetzten Differenzialgleichungen ebenso wie die statistische Analyse der Daten, aber auch der Simulationsergebnisse, erfordern mathematische Kenntnisse, und das Erstellen der entsprechenden Programme Fähigkeiten aus dem Bereich Informatik. Dieses Wechselspiel ist im baden-württembergischen Bildungsplan 2016 in den Fächern Physik und Astronomie von grundlegender Bedeutung und schafft ganz explizit eine Klammer für das neue Profulfach IMP (Informatik-Mathematik-Physik).

In unserer Fortbildung wird es zum einen um neueste Forschungsergebnisse gehen, die das Wechselspiel illustrieren – von der Physik des Klimawandels mit Prof. Dr. Werner Aeschbach über die Erforschung der Atmosphären von Exoplaneten mit Dr. Paul Mollière bis hin zum ersten Bild eines Schwarzen Lochs mit Dr. Christian Fromm. In den Workshops steht die schulische Umsetzung im Vordergrund: von Aktivitäten zum Klimawandel bis hin zu einfachen Simulationen der Lichtausbreitung im Gravitationsfeld eines Schwarzen Lochs.



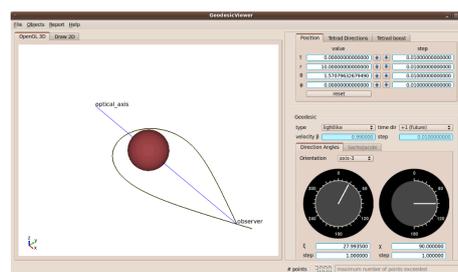
Schemadarstellung der Klimaphysik  
Bild: W. Aeschbach, Universität Heidelberg



Ein Exoplanet mit Atmosphäre  
Bild: Public Domain

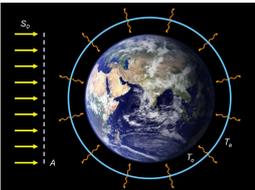
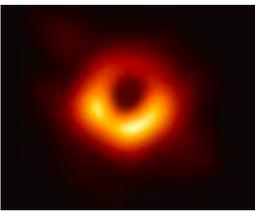
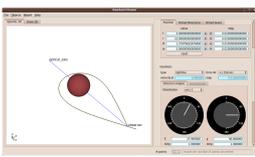


Das erste Bild eines Schwarzen Lochs  
Bild: Event Horizon Telescope Collaboration



Software zur Simulation von Lichtbahnen um Schwarzes Loch. Bild: T. Müller, HdA

## PROGRAMM

9:30	Begrüßung und Einführung, Dr. Markus Pössel, StD Dr. Birgit Hofmann, OStRin Daniela Bednarski im Auditorium des Hauses der Astronomie	
9:40	<b>VORTRAG im Auditorium</b>  <i>Prof. Dr. Werner Aeschbach</i>	<b>Klimaphysik</b> In diesem Vortrag wird die Strahlungsbilanz der Erde mit einfachen Modellen für den Treibhauseffekt eingeführt. Anschließend geht es um die globalen Klimamodelle, ihre Vorhersagen – und das, was wir Menschen tun müssen! 
10:40	Kaffeepause	
11:00	<b>VORTRAG im Auditorium</b>  <i>Dr. Christian Fromm</i>	<b>Wie fotografiert man ein Schwarzes Loch?</b> Im April dieses Jahres wurde erstmals ein „Bild“ eines Schwarzen Lochs veröffentlicht. Bei dessen Erstellung spielten nicht nur Beobachtungen mit zahlreichen Teleskopen, sondern auch Modellierungen eine Rolle. 
11:50	<b>VORTRAG im Auditorium</b>  <i>Dr. Paul Mollière</i>	<b>Atmosphären von Exoplaneten</b> Auch Planeten außerhalb unseres Sonnensystems haben Atmosphären! Der Vortrag erklärt, wie man solche Atmosphären von Exoplaneten beobachtet und modelliert. 
12:40	Mittagessen und Institutsführungen	
14:00	<b>WORKSHOPS unterschiedliche Orte</b>	Parallel finden statt die Workshops: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klimakoffer (<i>M. Nielbock</i>)</li> <li>2. Inversionswetterlagen und Kaltfronten (<i>K. Guckes</i>)</li> <li>3. Lichtausbreitung um Schwarze Löcher (<i>T. Müller</i>)</li> <li>4. Sternbewegungen um ein Schwarzes Loch (<i>O. Fischer</i>)</li> </ol> 
15:10	Kaffeepause	
15:40	<b>WORKSHOPS</b>	Wiederholung des Workshop-Programms
16:50	<b>PLANETARIUMS- PRÄSENTATION Auditorium</b>  <i>Dr. Markus Pössel</i>	<b>Reise ins Universum</b> Virtueller Rundflug im digitalen Planetarium des Hauses der Astronomie – bis an die Grenzen des beobachtbaren Universums. 
17:10	Abschlussdiskussion: Feedback, Ausblick, Hinweise zur Fahrtkostenabrechnung	
17:30	Ende der Veranstaltung	

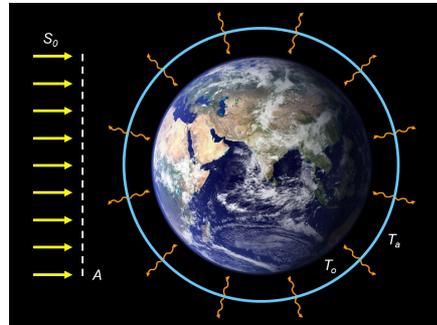
## Übersicht der Beiträge

### Klimaphysik: Vom Treibhauseffekt zu globalen Klimamodellen und ihren Vorhersagen

Bereits 1987 veröffentlichten DPG und DMG (Deutsche Physikalische bzw. Meteorologische Gesellschaft) einen Aufruf, der vor menschengemachten Klimaänderungen warnte. Angesichts des zunehmenden Eintretens dieser Vorhersagen ist es heute überfällig, dass das zugrundeliegende Wissen der Klimawissenschaft in

den Schulen vermittelt wird. In diesem Vortrag wird die Strahlungsbilanz der Erde mit einfachen Modellen für den Treibhauseffekt eingeführt. Es wird gezeigt, wie globale Klimamodelle die Temperaturentwicklung der vergangenen Jahrzehnte korrekt prognostizierten. Aus Projektionen mithilfe dieser Modelle folgt, dass ein rasches Ende der Nutzung fossiler Energieträger für die Erreichung der Pariser Klimaziele unabdingbar ist.

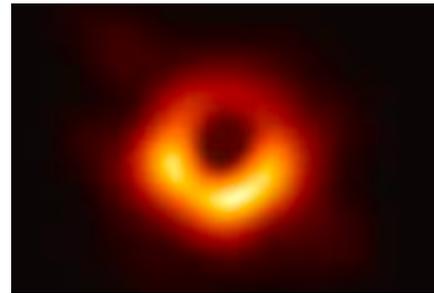
**Prof. Dr. Werner Aeschbach** leitet die Arbeitsgruppe Aquatische Systeme am Institut für Umweltphysik der Universität Heidelberg



### Vortrag: Wie fotografiert man ein Schwarzes Loch?

Im April dieses Jahres veröffentlichte die Event Horizon Telescope Collaboration erstmals ein „Foto“ eines Schwarzen Lochs – genauer: eine Abbildung, die aus den Beobachtungen mit einem Netz von Radioteleskopen errechnet worden war. Christian Fromm, der an dieser Forschung beteiligt war, erzählt uns etwas über Schwarze Löcher, die Arten und Weisen wie sie das Licht beeinflussen, die neuen Beobachtungen und die Simulationen, mit deren Hilfe die Forscher aus den Beobachtungsdaten die Eigenschaften des Schwarzen Loches erschließen konnten.

**Dr. Christian Fromm** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Theoretische Physik der Universität Frankfurt. Er war an der Erstellung des ersten Bilds eines Schwarzen Lochs beteiligt.



### Vortrag: Atmosphären von Exoplaneten - Beobachtung und Modellierung

Die Entdeckung der ersten Exoplaneten vor rund 25 Jahren hat ein spannendes Feld hervorgebracht: die Untersuchung ihrer Atmosphären. Das Instrument der Wahl hierfür sind Beobachtungen von Spektren, die Rückschlüsse auf Temperatur, Zusammensetzung, Winde und Strömungsmuster der Planetenatmosphäre zulassen. Neben konkreten Beispielen für Beobachtungen werde ich in meinem Vortrag auf einige fundamentale Zutaten zur Modellierung von Exoplaneten-Atmosphären eingehen. Außerdem wird behandelt, wie Modelle invertiert werden, sprich: Wie man aus Beobachtungen Rückschlüsse auf die Eigenschaften von Exoplaneten-Atmosphären ziehen kann.

**Dr. Paul Mollière** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg, wo er an der Erforschung von Exoplaneten-Atmosphäre forscht.



### Workshop: Der Klimakoffer – ein günstiges Experimentierset für den Unterricht

Das Haus der Astronomie hat während des EU-Bildungsprojekts "Space Awareness" Unterrichtsentwürfe für weiterführende Schulen und das Experimentierset "Klimakoffer" entwickelt, welche von Experten begutachtet wurden. Die Versuche bestehen aus leicht zu

erwerbenden Materialien und decken einen weiten Themenbereich rund um das Wetter, das Klima und das System Erde ab. Der Workshop stellt den Klimakoffer vor und zeigt an einigen Beispielen, wie die Experimente im Unterricht eingesetzt werden können.

**Dr. Markus Nielbock** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Haus der Astronomie. Dort entwickelt er unter anderem im Rahmen der Projekte EU Space Awareness und Raum für Bildung neue Unterrichtsmaterialien.



### Workshop: Inversionswetterlagen und Kaltfronten

Der Workshop stellt ein Modell vor, mit dem das Abbilden einer Inversionswetterlage und von Kaltluftströmungen möglich ist. Konkret spricht das Modell damit die Problematik von Spätfrostereignissen u.a. im Weinanbau an. Dadurch wird es den Schüler\*innen möglich, die physikalischen Grundlagen zu verstehen, die zu dieser Problematik führen. Darüber hinaus visualisiert das Modell die Anwendung bestimmter Anpassungsmaßnahmen an die erwähnte Problematik, die die Schüler\*innen gemeinsam diskutieren und vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Entwicklung beurteilen können.

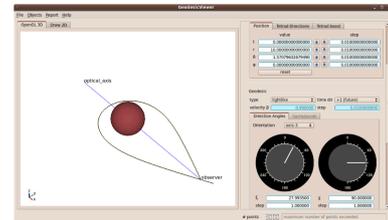
**Dipl.-Geol. Kai Guckes** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Geographie - Research Group for Earth Observation (rgeo) der Pädagogischen Hochschule Heidelberg

### Workshop: Lichtausbreitung rund um ein Schwarzes Loch

In der Allgemeinen Relativitätstheorie wird Licht durch Massen abgelenkt. Die mathematische Beschreibung der entsprechenden Vorgänge ist kompliziert. Hier kann eine interaktive Visualisierung helfen, den Verlauf der Bahnen von Licht und Materieteilchen in verschiedenen Raumzeiten spielerisch zu erkunden. Nach einer kurzen

Einführung zu Geodäten werden mit Hilfe der Software 'GeodesicViewer' verschiedene Beispiele, von Schwarzen Löchern bis hin zu Wurmlöchern, besprochen und ausprobiert.

**Dr. Thomas Müller** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Haus der Astronomie und Spezialist insbesondere für die Visualisierung der Effekte relativistischer Raumzeiten.



### Workshop: Schwarze Löcher und Sternbewegungen

Schwarze Löcher haben vielfältige Bezüge zu Schulstoff, die in diesem Workshop erkundet werden: Von den Keplerschen Umlaufbahnen, anhand derer der Nachweis des Schwarzen Lochs im Zentrum unserer Galaxie gelingt bis zur Infrarotstrahlung, mit der sich die jenes Loch umkreisenden Sterne nachweisen lassen.

**PD Dr. Olaf Fischer** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Haus der Astronomie und leitet dort unter anderem das Projekt Wissenschaft in die Schulen – Astronomie





Baden-Württemberg

REGIERUNGSPRÄSIDIUM KARLSRUHE

### Reise ins Universum

Mit dem Programm Uniview der schwedischen Firma SCISS bietet das digitale Planetarium im Haus der Astronomie die Möglichkeit, visuell ein Gefühl für die kosmischen Hierarchien und Größenverhältnisse zu vermitteln. Wir reisen zur Internationalen Raumstation, zum Mond, und von dort zu den Sternen, sehen unsere Milchstraße von außen und machen uns auf den Weg zu den Grenzen des beobachtbaren Universums.



Dr. **Markus Pössel** leitet das Haus der Astronomie und die Öffentlichkeitsarbeit am Max-Planck-Institut für Astronomie in Heidelberg.

## Organisatorische Hinweise

- Wir bitten Sie dringend, keinerlei Esswaren oder Getränke mit in den Hörsaal des HdA zu nehmen.
- Bitte bringen Sie einen USB-Stick mit, damit Sie die Fortbildungsmaterialien gleich in elektronischer Form entgegennehmen können.
- Falls Sie sich noch nicht über LFB angemeldet haben, bitte dies formlos per Mail über Dr. Axel Schnur [axel.schnur@fb75-rpk.de](mailto:axel.schnur@fb75-rpk.de) erledigen.
- Teilnehmerinnen und Teilnehmer von Privatschulen werden gebeten, eine Teilnahmegebühr vor Ort zu entrichten.

## Anreise

Hinweise zur Anreise zum Haus der Astronomie finden Sie auf <http://www.haus-der-astronomie.de/de/kontakt-anfahrt>

**Wichtig:** Falls Sie mit dem Auto anreisen, so bitten wir Sie darum, außerhalb des MPIA-Geländes zu parken (auf dem Parkplatz Märchenparadies mit 8 min Fußweg zum HdA, alternativ entlang der Zufahrtstraße zur Landessternwarte oder in der Seitenstraße rechts vom Eingangstor des Max-Planck-Instituts für Astronomie).