astro-lab@home

Alexander Küpper Gymnasium Frechen Sebastian J. Spicker HfMT Köln

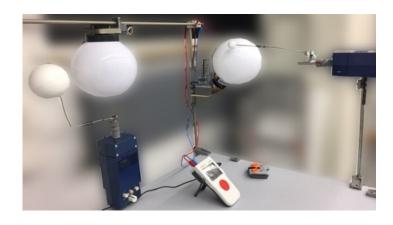
Schülerlabor: Astronomie

- Außercurriculare an Schulunterricht anschlussfähige Themen
- Astronomische Analogie-Experimente ...
- ... in relativ komplexer Laborumgebung
- Offene Lehr-Lern-Umgebung
- Kontextorientierte Stationen mit gestuften Lernhilfen



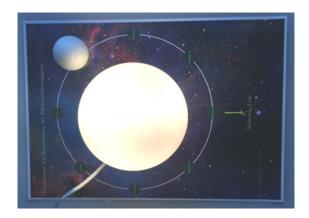
"Unser Raumschiff Erde"

Entdeckung von Exoplaneten



- Transitexperiment mit Berücksichtigung von Präkonzepten.
- Analyse von Lichtkurven.

Einfluss der Albedo



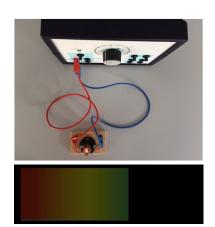
- Thematisierung der Begriffe Streuung und Absorption.
- Phasengestalt von Exoplaneten bei verschiedenfarbigen Exoplaneten.

Atmosphäre von Exoplaneten



- Beobachtung der Fraunhofer-Linien mit (gebasteltem) Spektroskop.
- Thematisierung von
 Absorptionsspektren mit Hilfe einer entwickelten App.

Habitable Zone



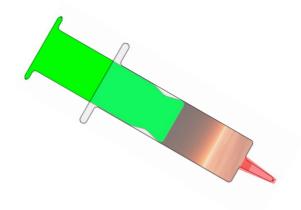
- Wien'sches Verschiebungsgesetz didaktisch stark reduziert.
- Konzept der Habitablen Zone.
- Sortieren von Sternspektren nach Oberflächentemperatur der Sterne.

Einfluss des Treibhauseffekts



- Experiment zum Treibhauseffekt.
- Welchen Einfluss hat der Treibhauseffekt auf die Oberflächentemperatur auf einem Exoplaneten?

Einfluss des Atmosphärendrucks



- Experiment zum Zusammenhang Druck und Zustandsform von Wasser.
- Welchen Einfluss hat der Atmosphärendruck auf die Oberflächentemperatur auf einem Exoplaneten?

Arbeitsheft: Auszug

- "Erkläre, wie eine Sonnenfinsternis auf der Erde entsteht."
- "Nenne Gemeinsamkeiten und Unterschiede in den beiden Bildern."
- "Entwickelt mit Hilfe von Forschungsauftrag 1 eine Möglichkeit um Exoplaneten, die sich um andere Sterne bewegen, zu finden."
- "Messe die Helligkeit des Sterns und skizziere das Diagramm"
- "Analysiere die Lichtkurve und stelle eine Vermutung über mögliche Exoplaneten um den Stern herum an."

"Schülerinnen und Schüler auf der Suche nach der Erde 2.0" – Station 1

Die Transitmethode

Worum geht es hier?

Exoplaneten zu finden ist gar nicht so leicht. In dieser Station wirst du eine Möglichkeit entwickeln bzw. kennenlernen mit der Astrophysiker tatsächlich auf die Suche nach Exoplaneten gehen.

Forschungsauftrag 1:

Die beiden Abbildungen zeigen eine Sonnenfinsternis auf der Erde (links) und einen Exoplaneten, der sich vor seinem Stern vorbeibewegt (rechts).



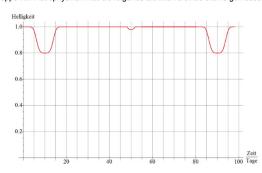


Abbildung 1: Sonnenfinsternis.

Abbildung 2: Exoplanet vor seinem Stern (von der Oberfläche eines anderen Exoplaneten aus

Tempoaufgabe:

Eine Gruppe von Astrophysikern hat die folgende Lichtkurve eines Sterns gemessen:



Analysiere die Lichtkurve und stelle eine Vermutung über mögliche Exoplaneten um den Stern herum an.

Veränderte Ausgangslage ab 2020

- SARS-CoV-2 Pandemie
- Keine Besuche mehr im "klassischen" Schülerlabor möglich
- Interesse an astronomischen Themen weiterhin hoch
- Vor allem Themenfelder "Sterne", "Exoplaneten", "Leben im All" faszinieren Jung und Alt

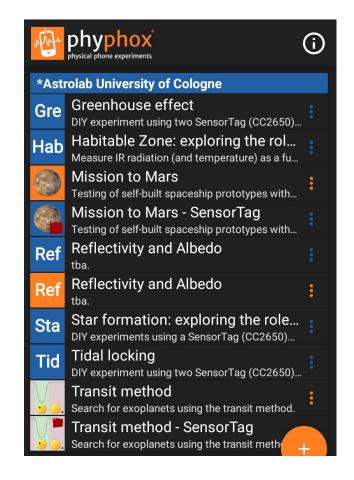
Wie ist astronomische Bildung weiter möglich?

Herausforderung: Schülerlabor zu Hause

- Was ist vorhanden und kann genutzt werden?
 - Alltagsmaterialien
 - Dinge aus dem Supermarkt / Baumarkt
 - Smartphones
- Was wird noch benötigt?
 - evtl. externe Sensoren
 - Anleitungen
 - Videos zur Durchführung

Warum Smartphones?

- Smartphones besitzen eine Reihe Sensoren
- Fehlende Sensoren können über Bluetooth low energy verbunden werden
- Messdaten können in Echtzeit ausgewertet...
- ... und graphisch dargestellt werden



Schüler:innen und Smartphones

- Smartphones sind unter SuS weit verbreitet...
- ... und können flexibel (Zeit und Ort) genutzt werden [3]
- SuS nutzen Smartphones sowieso für die Hausaufgaben^[4]
- Können sich positiv auf Motivation auswirken und...
- … Leistung und Interesse an der Physik können durch den Einsatz von E-Learning-Technologien gesteigert werden^[5]
- Durch automatische Datenerfassung und Analyse sind SuS nicht überfordert mit gleichzeitigem Messen und Analysieren

astro-lab@home

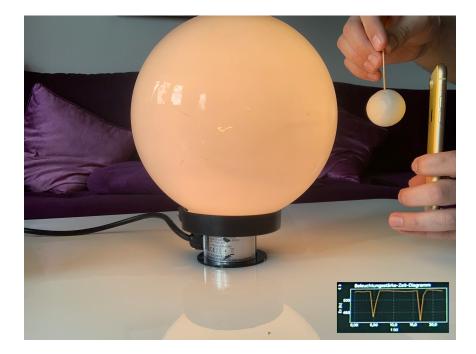
- Vereinfachung bzw. Adaption der originalen Astronomie-Schülerlabor Experimente
- Damit Nachbau der Experimente zu Hause mit Alltagsmaterialien möglich
- Messungen mit iOS/Android Smartphones sowie mit externen Sensoren (TI SensorTag CC2650)
- Gleichzeitig Begleitung in Videokonferenzen durch die Lehrkraft möglich

Welche Experimente sind aktuell möglich?

Entdeckung von Exoplaneten

Die Transitmethode

- Kugelleuchte (z.B. Gartenleuchte)
- Styroporkugel
- Zahnstocher
- Smartphone*
- Befestigung Smartphone



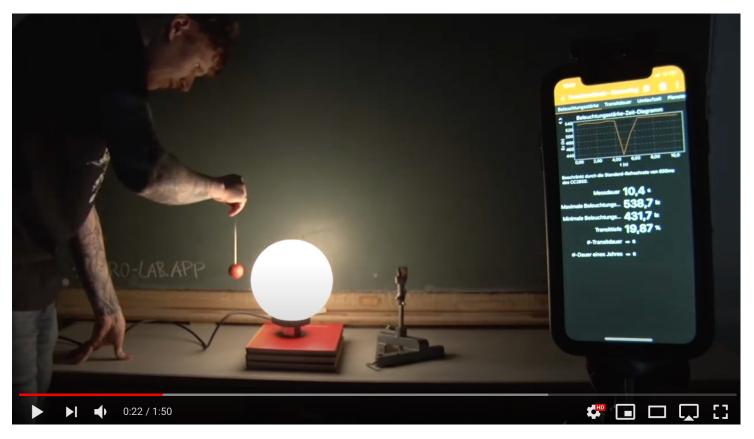
Was wird gemessen?

Beleuchtungsstärke als Funktion der Zeit

Warum?

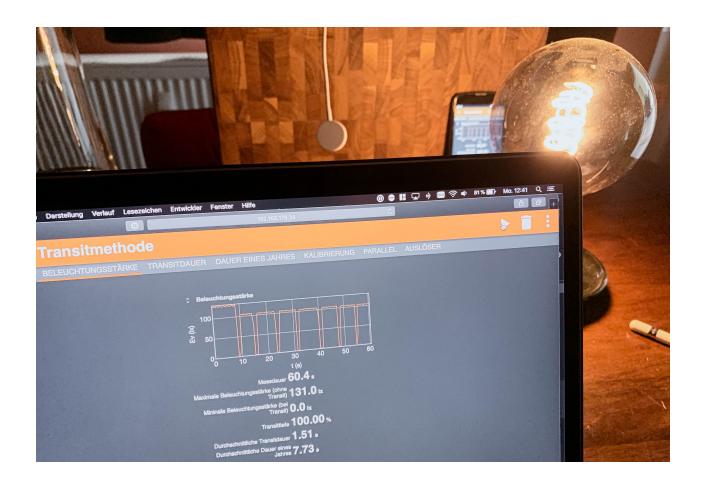
"Jagd" auf Exoplaneten: Regelmäßige Verdunklung ("dip" im Graphen) > Kandidat für Exoplanet

Durchführung: Transitmethode

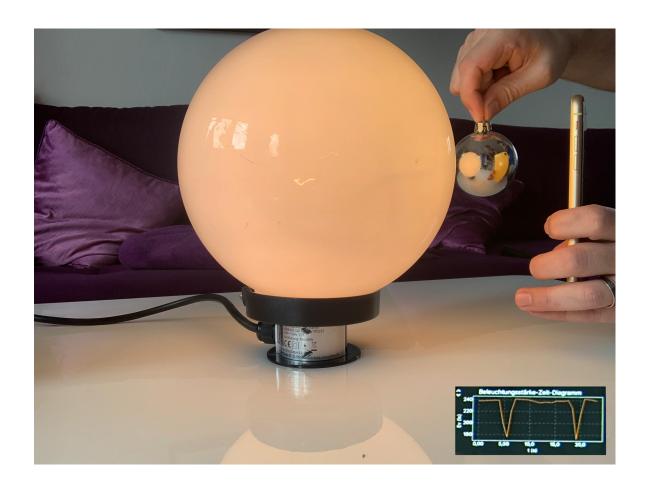


https://www.youtube.com/watch?v=URNj3Y1kkDQ

Beispielmessung: Transitmethode



Variante: Albedo



Bewohnbarkeit von Exoplaneten

Habitable Zone

- Lichtquelle bzw. Rotlicht-Lampe oder Kerze
- Bluetooth-Low-Energy (BLE) Maus**
- Smartphone oder Sensor
- Befestigung für Smartphone oder Sensor
- Optional: Lineal f
 ür einfache Durchf
 ührung ohne Maus.

Was wird gemessen?

IR-Intensität als Funktion des Abstands



Warum?

Der Exoplanet kann "zu heiß" (= zu nah) oder "zu kalt" (= zu weit weg) sein; Abhängigkeit der Temperatur auf dem Planet vom Abstand

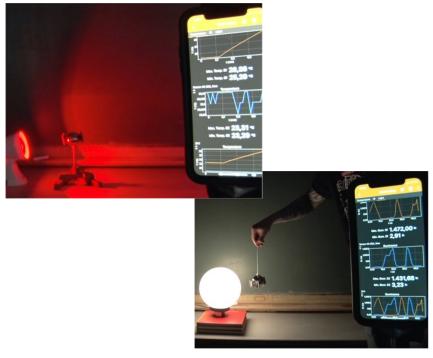
Tag- und Nachtseite

Gebundene Rotation

- Kugel mit Befestigung
- Ein oder zwei externe Sensoren mit Licht-/IR-Sensor und Smartphone
- alternativ auch mit Android-Smartphone (dann nur Licht)
- Kugelleuchte
- Klebeband

Was wird gemessen?

Temperatur als Funktion der Zeit, Beleuchtungsstärke als Funktion der Zeit



Warum?

Eine Seite "nur dunkel" = kalt, eine Seite "nur hell" = heiß. Welche Folge für die Entstehung von Leben, wie wir es kennen?

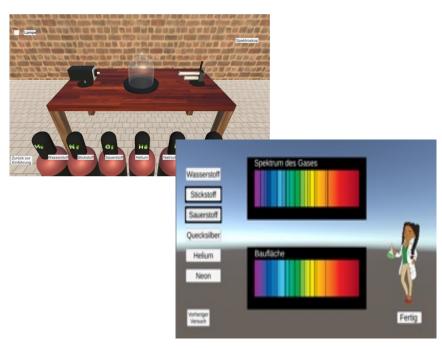
Elemente der Atmosphäre

Spektroskopie

- Android Smartphone
- oder PC

(kein Experiment, nur App)

Was wird gemessen?
Spektren verschiedener Gase



Warum?

Bestimmung der Elemente der Atmosphäre anhand von Absorptionslinien verschiedener Spektren

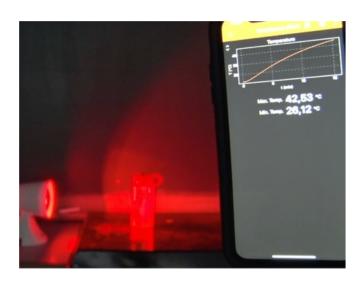
Wirkung von Treibhausgasen

Treibhauseffekt

- Transparentes Gefäß
- Brausetablette
- Wasser
- Smartphone
- externer Temperatursensor
- Befestigungsmaterial f
 ür den Sensor
- Rotlichtlampe

Was wird gemessen?

Temperatur als Funktion der Zeit mit verschiedenen Gasen



Warum?

Je nach dem welches Gas bestrahlt wird, wird eine unterschiedliche Temperatur gemessen > Rolle der Atmosphärenzusammensetzung

Zusammenhang Druck-Temperatur

Sternentstehung

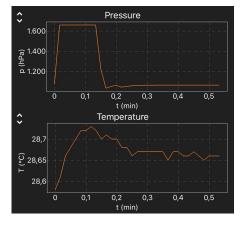
- große Spritze mit Luer-Verschluss
- Oder: Presstempelkann und Gefrierbeutel
- Externer Druck- und Temperatursensor
- Smartphone



Druck und Temperatur als Funktionen der Zeit







Warum?

Vergleich der Druck- und Temperaturkurven zu verschiedenen Messzeitpunkten; insbesondere bei Kompression und Expansion

Reise zu Exoplaneten

Raumschiff-Prototyping

- Materialien zum Raumschiffbau
- Smartphone oder Sensor***
- Staubsauger
- Luftdichtes Behältnis

Was wird gemessen?
Luftdruck als Funktion der Zeit



Warum?

Auswirkungen von Luftdruckunterschieden auf ein Raumschiff und die Crew; Luftdruck als ein Faktor für Leben, wie wir es kennen.

Fazit: astro-lab@home

Chancen

- Astronomische Bildung zu Hause in Pandemiezeiten
- "wissenschaftliche" Messungen mit dem Smartphone
- Können flexibel und individuell durchgeführt werden
- Ermutigung zu "nicht perfekten" Messkurven: Qualitative Zusammenhänge

•

Grenzen

- Ersetzt keine "echte" Laborsituation
- Sensorenvielfalt bzw. einheitliche Sensoren müssen organisiert werden
- Sollte zur Ergebnissicherung besprochen werden
- Quantitative Zusammenhänge können nur in Ansätzen besprochen werden

•

Brettspiel: "Staub und Sterne"

Zielgruppe: Klasse 7 oder 8, je nach schulinternem Curriculum

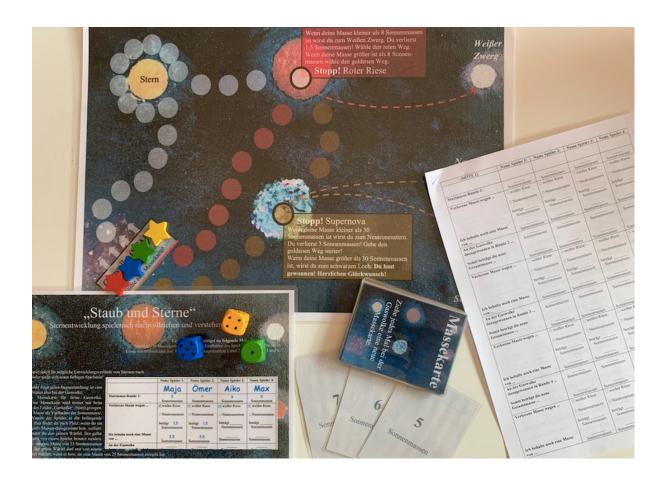
Lernziele: Die Schülerinnen und Schüler können...

- ... den Ablauf der Sternentwicklung in Abhängigkeit von der Masse beschreiben.
- ... die möglichen Entwicklungsphasen der Sternentwicklung und insbesondere die Endphasen nennen.
- ... beschreiben, dass Sternentwicklung ein zyklischer Prozess ist.

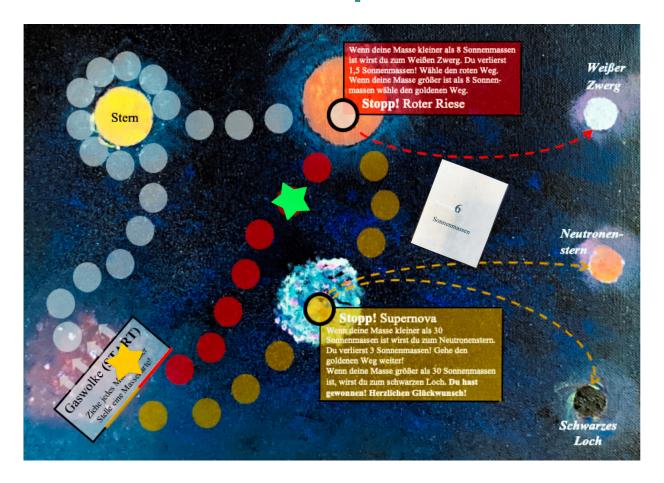
Zusätzliche Lernziele: Die Schülerinnen und Schüler können...

- ... beschreiben, dass die Dauer eines Entwicklungszyklus von der Masse des Sterns abhängt ("Je höher die Masse, desto kürzer der Zyklus")
- ... beschreiben, dass ein Stern die meiste Zeit seines Lebens (90%) als (Hauptreihen-) Stern verbringt.

Materialübersicht



Detailansicht: Spielfeld



astro-lab.app

- Lehr-Lern-Materialien
- Smartphone-Experimente
- Anleitungen
- Einkaufslisten
- Durchführungsvideos



Aufbereitet für Interessierte, Lehrer:innen und Schüler:innen

astro-lab.app



Exoplaneten entdecken mit der Transitmethode

Dieses Experiment beschäftigt sich mit der Frage, wie Exoplaneten gefunden werden können. Dazu lassen die Schüler einen "Planeten" um einen Stern rotieren und untersuchen die Lichtkurve. Sie lernen, warum Exoplaneten auf diese Weise "entdeckt" werden können und welche Eigenschaften eines Exoplaneten aus der Lichtkurve abgeleitet werden können (Küpper, Spicker & Schadschneider, 2020). Das phyphox-Experiment berechnet als optische Stoppuhr automatisch die Transittiefe, -dauer und die Dauer eines Jahres. Außerdem wird die Lichtkurve in Echtzeit angezeigt.

Übersicht

- Jahrgangsstufe: 7-10
- Unterrichtsfach: Physik, Naturwissenschaften
- Methode: Schülerexperiment
- · Dauer: variabel.
- · DIY: möglich.
- Verfügbar für: Android // iOS nur mit externem Lichtsensor

Einkaufsliste / benötigte Materialien

- Kugelleuchte (z.B. Gartenleuchte)
- Styroporkugel
- Zahnstocher
- Smartphone // bei Apple-Produkten ist ein zusätzlicher Lichtsensor nötig
- · Befestigung Smartphone

Die genannten Materialien sind exemplarisch und stellen nur eine Auswahl möglicher Gegenstände dar.

Versuchsaufbau- und Durchführung

Die Kugelleuchte wird in die Mitte eines Tischs gestellt. Das Smartphone wird so aufgestellt, dass der Lichtsensor in Richtung Lampe zeigt. Bei Verwendung von Apple-Produkten ist der externe Lichtsensor ebenso auf diese Weise aufzustellen. Über den QR-Code wird das entsprechende Modul bei phyphox geöffnet.

Der Zahnstocher wird in die Styroporkugel gesteckt. Nun wird die Kugel (mit der Hand am Zahnstocher) so um die Lampe bewegt, dass die Kugel in periodischen Abständen immer wieder am Lichtsensor vorbeikommt.

Video der Durchführung



Alternative(n)

Die Bewegung der Kugel mit der Hand erzeugt in der Regel keine periodische Bewegung. Wenn ein Motor vorhanden ist, sollte die Kugel mit dem Motor um die Lampe bewegt werden (Küpper, Spicker &

Beispiel: https://astro-lab.app/transitmethode/

Literatur

- [1] Küpper, A., Schulz S. (2017). Schülerinnen und Schüler auf der Suche nach der Erde 2.0 im Schülerlabor der Universität zu Köln, Astronomie + Raumfahrt 52 (1), 35-39.
- [2] Stampfer, Heinke & Staacks (2020). A lab in the pocket, Nature Reviews Materials, 5 (3), 169-170.
- [3] Anderson & Jiang (2018). Teens, Social Media & Technology 2018, Pew Research Center. PDF
- [4] mfps (2020). JIMplus 2020 Lernen und Freizeit in der Corona-Krise. PDF
- [5] Zhai, Li & Chen (2019). Examining the uses of student-led, teacher-led, and collaborative functions of mobile technology and their impacts on physics achievement and interest, Journal of Science Education and Technology 28, 310 320.
- [6] Spicker, S. J., Küpper, A. & Bresges, A. (2021, preliminary accepted). astro-lab@home bringing science to the sofa, CAPjournal.
- [7] Küpper, A., Spicker, S. J. & Schadschneider, A. (2020). Analogieexperimente zur Transitmethode für den Physik- und Astronomieunterricht in der Sekundarstufe I Konkrete Beispiele, Anwendungsmöglichkeiten, Vor- und Nachteile. Astronomie + Raumfahrt im Unterricht [submitted]
- [8] Spicker, S. J. & Küpper, A. (2020). Einfache DIY-Experimente zur Sternentstehung für den Physikunterricht sowie zuhause. Institut für Physikdidaktik, Universität zu Köln, Vortrag zur Lehrerfortbildung "Sternentwicklung verstehen und im Unterricht thematisieren". PDF
- [9] Spicker, S. J., Küpper, A. & Bresges, A. (2021, accepted). Mission to mars Concept and implementation of a design-based (hands-on) smartphone-experiment helping students understand the effects caused by differences in air pressure. The Physics Teacher
- [10] Küpper, M. & Küpper, A. (2020). Sternentwicklung spielerisch verstehen: Konzeption eines Brettspiels für den Physikunterricht der Sekundarstufe I. Vortrag zur Lehrerfortbildung "Sternentwicklung verstehen und im Unterricht thematisieren". PDF

Bildnachweis

Alle genutzten Bilder sind von Alexander Küpper und Sebastian J. Spicker, es sei denn sie sind nachfolgend aufgezählt:

Title Slide: NASA@unsplash, https://unsplash.com/photos/Q1p7bh3SHj8

Slide 8: Screenshot aus der App "phyphox" der RWTH Aachen University; Gezeigte Experimente aus dem Astro-Labor an der UzK.

Slide 17: Screenshots aus der App von J.-N. Hissel.

Slide 28: Museums Victora@unsplash: https://unsplash.com/photos/6hh_FgZpqD8

