

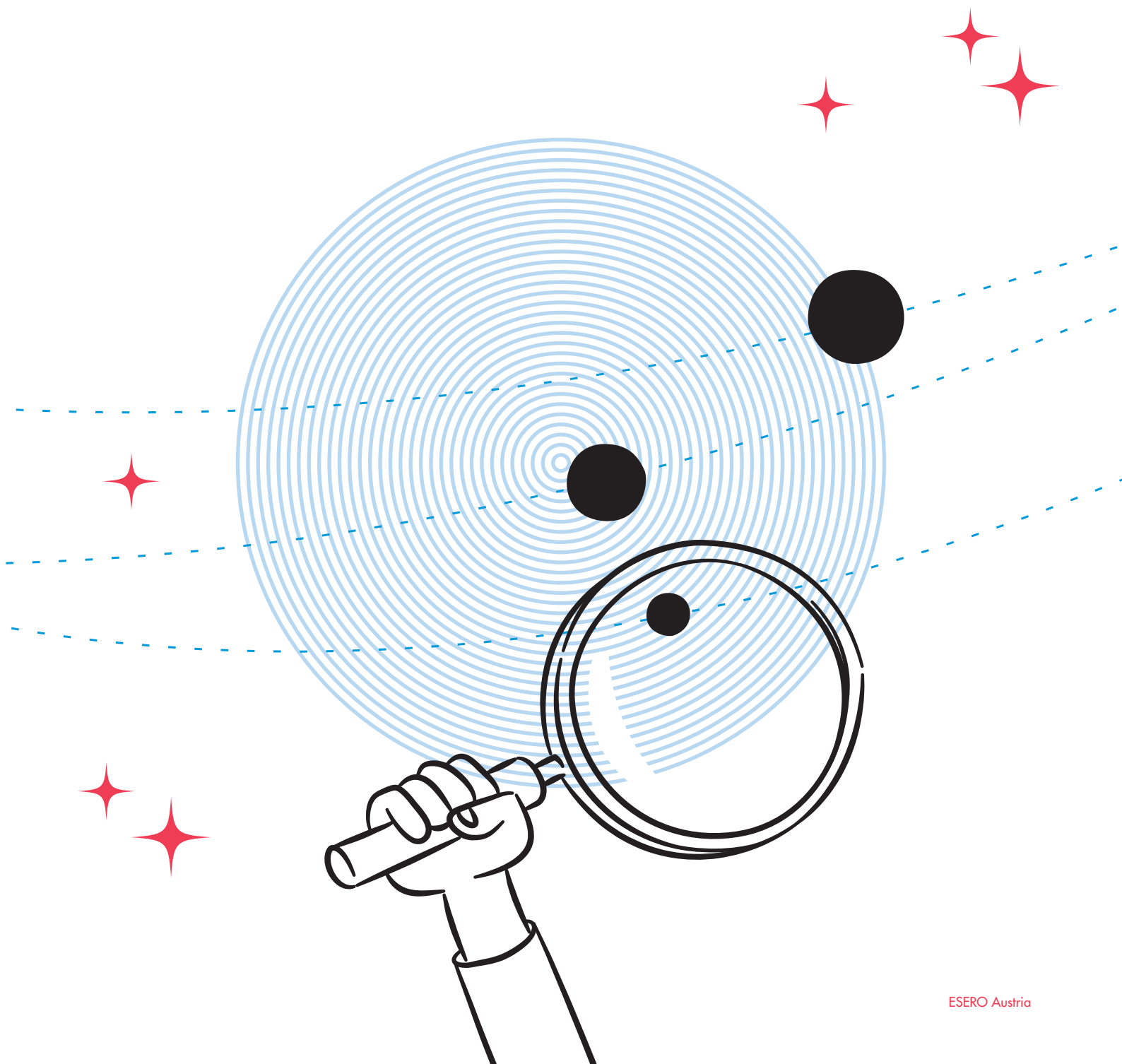
Austria



EUROPEAN SPACE EDUCATION RESOURCE OFFICE
A collaboration between ESA & national partners

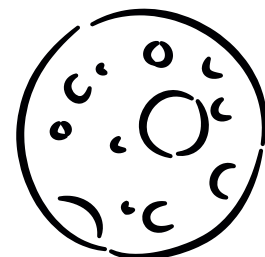
teach with space

WIE FINDET MAN EXOPLANETEN?



WIE FINDET MAN EXOPLANETEN?

ZUSAMMENFASSUNG, ECKDATEN, ZIELE	3
UNTERRICHTSMODUL 1 - EINSTIEG / INPUT	4
UNTERRICHTSMODUL 2 - FORSCHEN / EXPERIMENTIEREN	5
UNTERRICHTSMODUL 3 - DISKUTIEREN / SICHERN	6
HINTERGRUNDWISSEN	7
AUFTRAG FÜR FORSCHER/-INNEN	8
BILDMATERIAL	9



ZUSAMMENFASSUNG

Die Schülerinnen und Schüler stellen eigene Vermutungen an, ob es auch Planeten außerhalb unseres Sonnensystems gibt. Sie diskutieren, wie man diese Planeten entdecken kann. In Gruppenarbeit lernen sie handlungsorientiert die Transitmethode zur Entdeckung von extrasolaren Planeten (Exoplaneten) kennen.

ECKDATEN

Schulstufe: 4. Schulstufe

Dauer: 2 UE (ca. 100 Minuten)

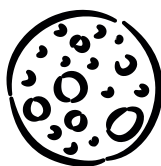
Benötigtes Material:

- Bilder: Unser Sonnensystem, Milchstraße, Weltraumteleskope
- Auftragsblatt für Forscher/-innen (Kopiervorlage)
- 1 große Taschenlampe
- Schnur, Klips zur Befestigung von Papier an Schnur, Schere
- Seidenpapier in Weiß
- Naturpapier in Schwarz
- Kugeln/kleinere Bälle in verschiedenen Größen, größere Perlen an einer Schnur, Styroporkugel/Holzku­gel an einem Stab u.Ä.
- Stoppuhr (evtl. auf dem Handy)

ZIELE

Die Schülerinnen und Schüler ...

- Erfahren, dass es andere Sterne in unserer Galaxie, außerhalb unseres Sonnensystems gibt.
- Lernen die Transitmethode als eine Möglichkeit kennen, Extrasolarplaneten zu entdecken.
- Erkennen, dass sich die Leuchtkraft eines Sterns verändert, wenn dieser von einem Planeten bedeckt wird.



UNTERRICHTSMODUL 1

EINSTIEG / INPUT

Material

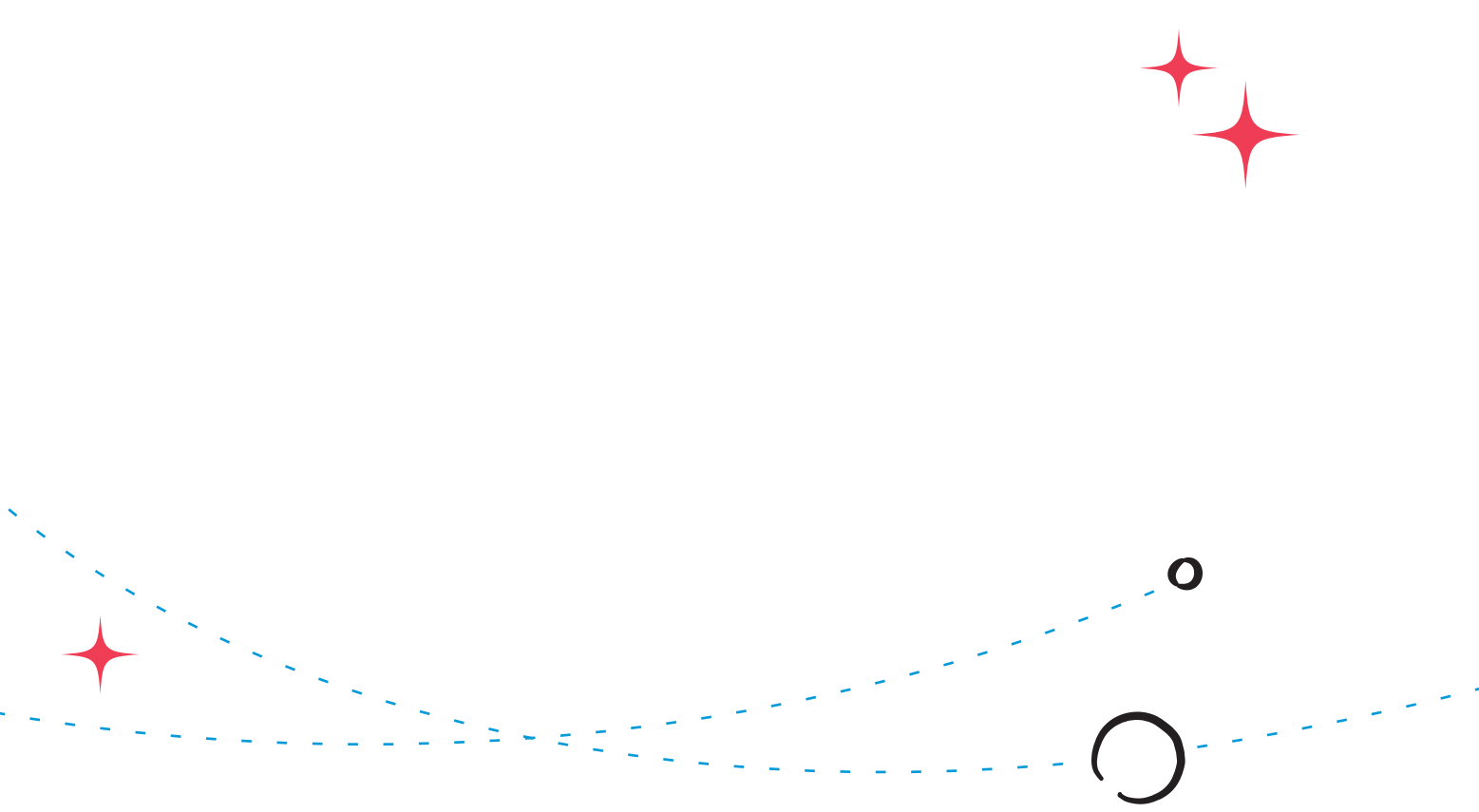
- **Bilder: Sonnensystem und Milchstraße**

Übung

Im Sitzkreis wird das Bild unseres Sonnensystems vorgestellt und bereits vorhandenes Wissen wiederholt. Dann wird anhand des Bildes der Milchstraße diskutiert, dass es sehr viele Sterne in der Milchstraße gibt und auch diese Sterne, wie unsere Sonne, Planeten besitzen können. Auf diese Weise wird der Begriff „Extrasolare Planeten“ eingeführt und erklärt, dass es sich dabei um Planeten handelt, die sich nicht um die Sonne bewegen, sondern um andere Sterne in unserer Milchstraße.

Wir stellen uns die **Forschungsfrage:**

Wie findet man Exoplaneten?



UNTERRICHTSMODUL 2

FORSCHEN / EXPERIMENTIEREN

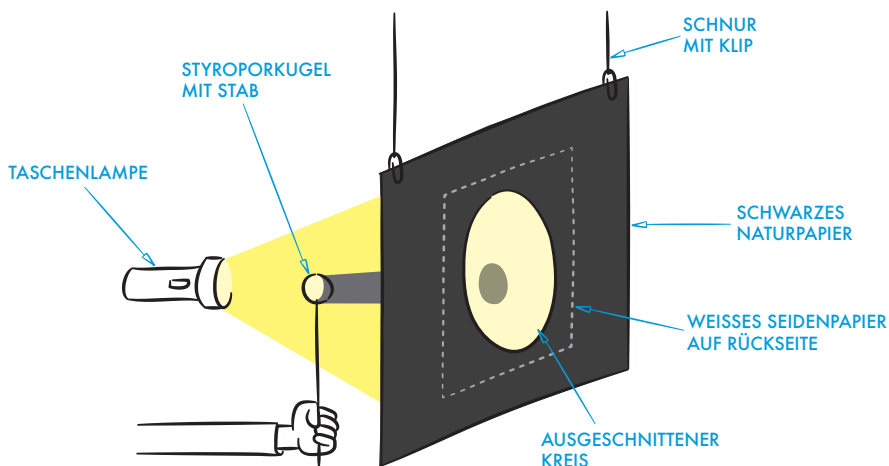
Material

- **Auftragsblätter**
- **Taschenlampe**
- **Kugeln, Bälle (große Perlen) in verschiedenen Größen**
- **Naturpapier und Seidenpapier, Klebstoff, Klips**
- **Stoppuhr**

Übung

Es gibt zahlreiche Methoden, um extrasolare Planeten zu entdecken (siehe Hintergrundwissen). In unserem Falle wird nur die sogenannte Transitmethode besprochen, da diese gut und anschaulich erklärbar ist.

Aufbau des Experiments: In der Mitte eines schwarzen Naturpapiers wird ein Kreis ausgeschnitten (ca. 20-30 cm Durchmesser), so dass noch genügend Rand vom Naturpapier übrig bleibt. Auf das Naturpapier und über den ausgeschnittenen Kreis wird das Seidenpapier geklebt. Der Kreis aus Seidenpapier stellt das Bild des Sternes dar. Das Naturpapier wird nun auf einer Schnur befestigt und so positioniert, dass es von einer Seite mit einer Taschenlampe (Licht des Sterns) beleuchtet werden kann. Als Nächstes wird der Raum verdunkelt und jeweils ein Kind lässt einen „Planet“ auf der Seite der Lampe aber in der Nähe des Seidenpapiers vorbeiziehen. Dabei kann die Zeit des Vorübergangs der Planeten (Kugeln) vor dem Stern variiert werden. Die restlichen Kinder beobachten das Geschehen von der anderen Seite in einer Entfernung von ca. 3 Metern.



Kann ein Unterschied in der Helligkeit erkannt werden? Die Kinder sollen dabei herausfinden, dass große Planeten eine stärkere Verringerung der Helligkeit des Lichts hervorrufen als kleine und daher große und massereiche Planeten leichter zu entdecken sind und dass auch die Zeit des Vorüberziehens eine Rolle spielt.



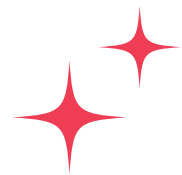
UNTERRICHTSMODUL 3

DISKUTIEREN / SICHERN

Übung

Im Plenum werden die Forscher/-innenfragen verglichen und das Wissen zusammengefasst:

Es gibt sehr viele Planeten außerhalb unseres eigenen Sonnensystems. Eine sehr häufige Methode, mit der Teleskope bei anderen Sternen nach Planeten suchen, wird Transitmethode genannt. Bei dieser Methode wird die Helligkeitsveränderung des Sterns gemessen, wenn ein Planet vor dem Stern vorbeizieht und so einen Teil seiner Oberfläche bedeckt. Zusätzlich wird auch noch die Zeit des sogenannten Transits gemessen. Auf diese Weise können die Astronomen die Umlaufzeit der Planeten und deren Abstand zu ihrem Zentralgestirn bestimmen.



HINTERGRUNDWISSEN

Was versteht man unter einem extrasolaren Planeten?

Ein extrasolarer Planet oder kurz „Exoplanet“ ist ein planetarer Himmelskörper, der sich um einen anderen Stern (in unserer Milchstraße) bewegt und nicht um unserer Sonne. Exoplaneten sind daher gravitativ nicht an die Sonne, sondern an ihren eigenen Mutterstern gebunden.

Wann wurde der erste Exoplanet entdeckt?

Bereits in den 1980er Jahren wurden die ersten Exoplaneten entdeckt, aber damals entweder als Braune Zwerge klassifiziert oder die Entdeckungen wurden aufgrund ungenügender Messgenauigkeit wieder verworfen. In den 1990er Jahren wurden Planeten um zwei Pulsare entdeckt, die jedoch mit klassischen Planeten um sonnenähnliche Sterne nichts gemeinsam haben. Die erste definitive Entdeckung eines Exoplaneten in einem Orbit um einen Stern ähnlich der Sonne gelang 1995 Michel Mayor und Didier Queloz von der Universität in Genf. Sie beobachteten den Stern 51 im Sternbild Pegasus und entdeckten einen Planeten (51°Pegasi^b) mit 0,46 Jupitermassen, der in 4,2 Tagen um den in ca. 40 Lichtjahren von der Erde entfernten Stern kreist.

Nachweismethoden für Exoplaneten

Die allermeisten Methoden zum Nachweis von Exoplaneten sind indirekte Methoden, wobei der Einfluss der Planeten auf den Zentralstern gemessen wird. Die am häufigsten angewendete Methode ist dabei die sogenannte Transitmethode. Falls die Umlaufbahn des Planeten so liegt, dass er aus Sicht der Erde genau vor dem Stern vorbeizieht, erzeugen diese Bedeckungen periodische Absenkungen in dessen Helligkeit. Sie lassen sich durch hochpräzise Helligkeitsmessungen des Sterns nachweisen, während der Exoplanet vor seinem Zentralstern vorübergeht. Eine zweite wichtige Methode ist die der Radialgeschwindigkeitsmessung. Dabei misst man die periodische Bewegung des Sterns entlang der Sichtlinie in sehr genauen Spektren des Sterns und kann so auf die umkreisenden Planeten schließen. Neben weiteren indirekten Verfahren ist vor allem die direkte Methode der Abbildung des Planeten von Interesse. Aufgrund der großen Entfernung der Sterne bzw. großen Nähe der Planeten zum Stern, sind direkte Abbildungen äußerst kompliziert und nur in seltenen Fällen möglich.

Arten von Exoplaneten

Die Klassifikation von Exoplaneten ist aktuell Bestandteil intensiver Forschung. Bislang existiert kein grundsätzliches Schema zur Klassifikation von Exoplaneten. Dennoch gibt es folgende wichtige Planetenklassen:

- 1) Gesteinsplaneten sind erdähnliche Felsplaneten, im Falle mehrerer Erdmassen werde sie als „Supererden“ bezeichnet.
- 2) Gasriesen sind jupiterähnlich, in großer Nähe zum Fixstern werden sie als „Hot Jupiters“ bezeichnet.
- 3) Gasplaneten sind neptunähnlich, in großer Nähe zum Fixstern werden sie als „Hot Neptunes“ bezeichnet.

AUFTRAG FÜR FORSCHER/-INNEN: WIE KANN MAN EXTRASOLARE PLANETEN ENTDECKEN?

Information

Auch außerhalb unseres Sonnensystems gibt es Planeten, die sich um ihre eigenen Sterne bewegen, so wie unsere Planeten um die Sonne. Diese Planeten nennen wir „extrasolare Planeten“ oder kurz „Exoplaneten“.

Eine Methode, um sie zu entdecken, ist die Transitmethode. Wenn die Planeten vor dem Stern vorüberziehen, nimmt der Planet dem Stern ein wenig Licht weg. Das ist vergleichbar mit einer kleinen Sonnenfinsternis. So verringert sich die Helligkeit des gemessenen Sterns ein wenig. Durch diese Messung der Helligkeit kann man viele Informationen über die Planeten gewinnen. Mit der Transitmethode konnten die meisten der bisher bekannten Exoplaneten entdeckt werden.

Arbeitsauftrag

Ihr braucht:

- **eine gute Taschenlampe (= Sonne/Stern)**
- **Kugeln, Bälle (große Perlen) in verschiedenen Größen (= Planeten)**
- **Naturpapier und Seidenpapier, Klebstoff, Klips**
- **eine Stoppuhr**

Aufbau des Experiments: In der Mitte eines schwarzen Naturpapiers wird ein Kreis ausgeschnitten (ca. 20-30 cm Durchmesser), so dass noch genügend Rand vom Naturpapier übrig bleibt. Auf das Naturpapier und über den ausgeschnittenen Kreis wird das Seidenpapier geklebt. Der Kreis aus Seidenpapier stellt das Bild des Sternes dar. Das Naturpapier wird nun auf einer Schnur befestigt und so angebracht, dass es mit einer Taschenlampe (Licht des Sterns) von einer Seite beleuchtet werden kann. Als Nächstes wird der Raum verdunkelt und ihr bewegt die „Planeten“ (größere und kleinere Kugeln) auf der Seite der Lampe, jedoch nahe am Kreis aus Seidenpapier vorbei. Dabei kann die Zeit des Vorübergangs der Planeten (Kugeln) vor dem Stern verändert werden. Die restlichen Kinder beobachten das Geschehen von der anderen Seite in etwa 3 Meter Entfernung.

Fragen für die Forscher/-innen

Fragen	Was habt ihr herausgefunden?
Brauchen alle Planeten gleich lange, um vorbei zu wandern?	
Macht es einen Unterschied, ob sie sich langsam oder schnell vorbeibewegen?	
Welche Planeten erkennt man am besten? Woran liegt das?	
Kann man alle Planeten auf ihrem Weg gut erkennen?	

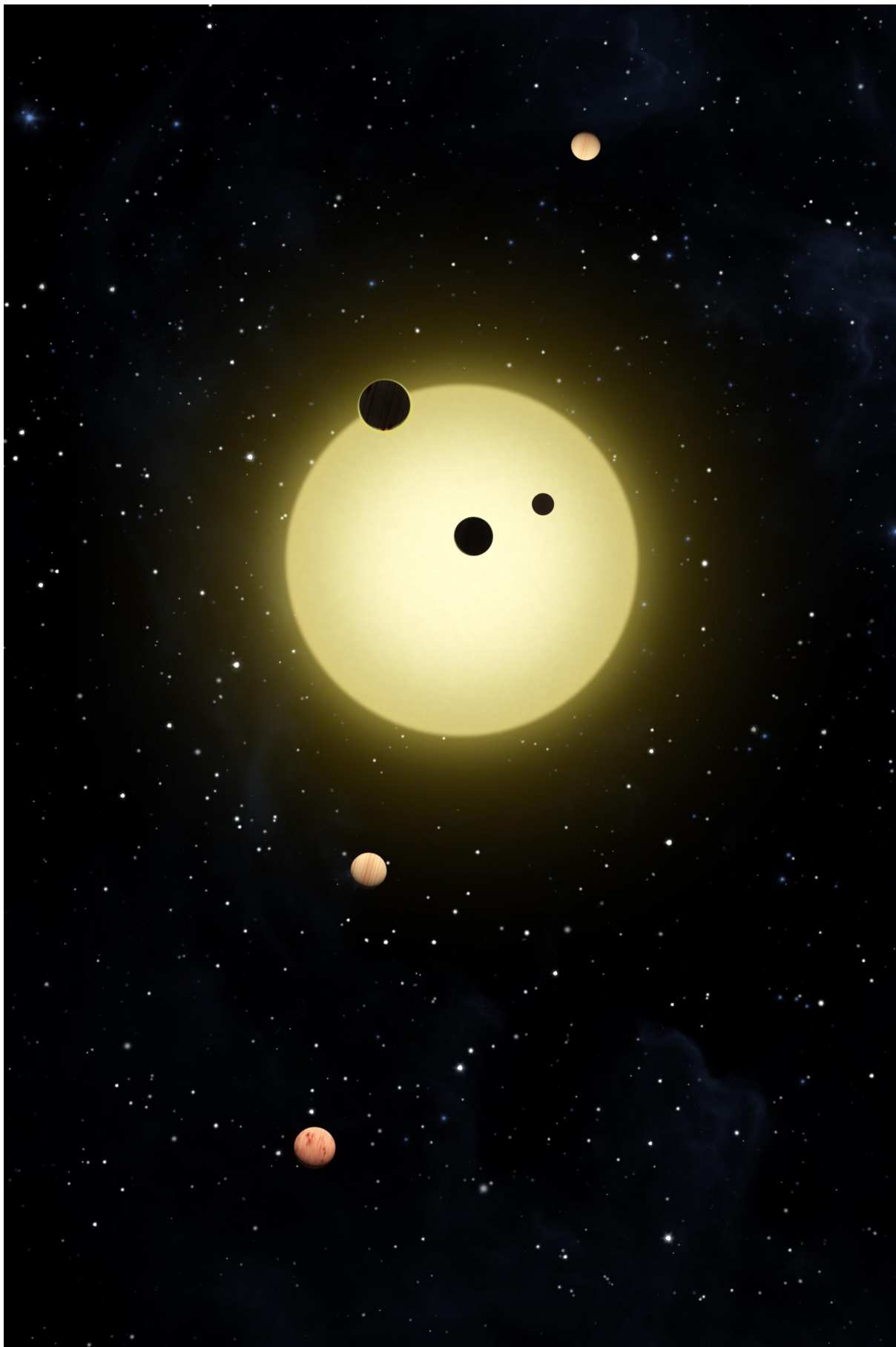


Abb. 1 | Schematische Darstellung Kepler-11 System. Der Stern befindet sich etwa 2000 Lichtjahre von der Erde entfernt im Sternbild Schwan und wird von mindestens sechs Exoplaneten umkreist. Hier sind drei Planeten während des Transits und drei Planeten außerhalb des Transits künstlerisch dargestellt. Entdeckt wurden die Planeten durch Auswertung von Daten des Weltraumteleskops „Kepler“ in den Jahren 2010/11.
Credit: NASA/Tim Pyle

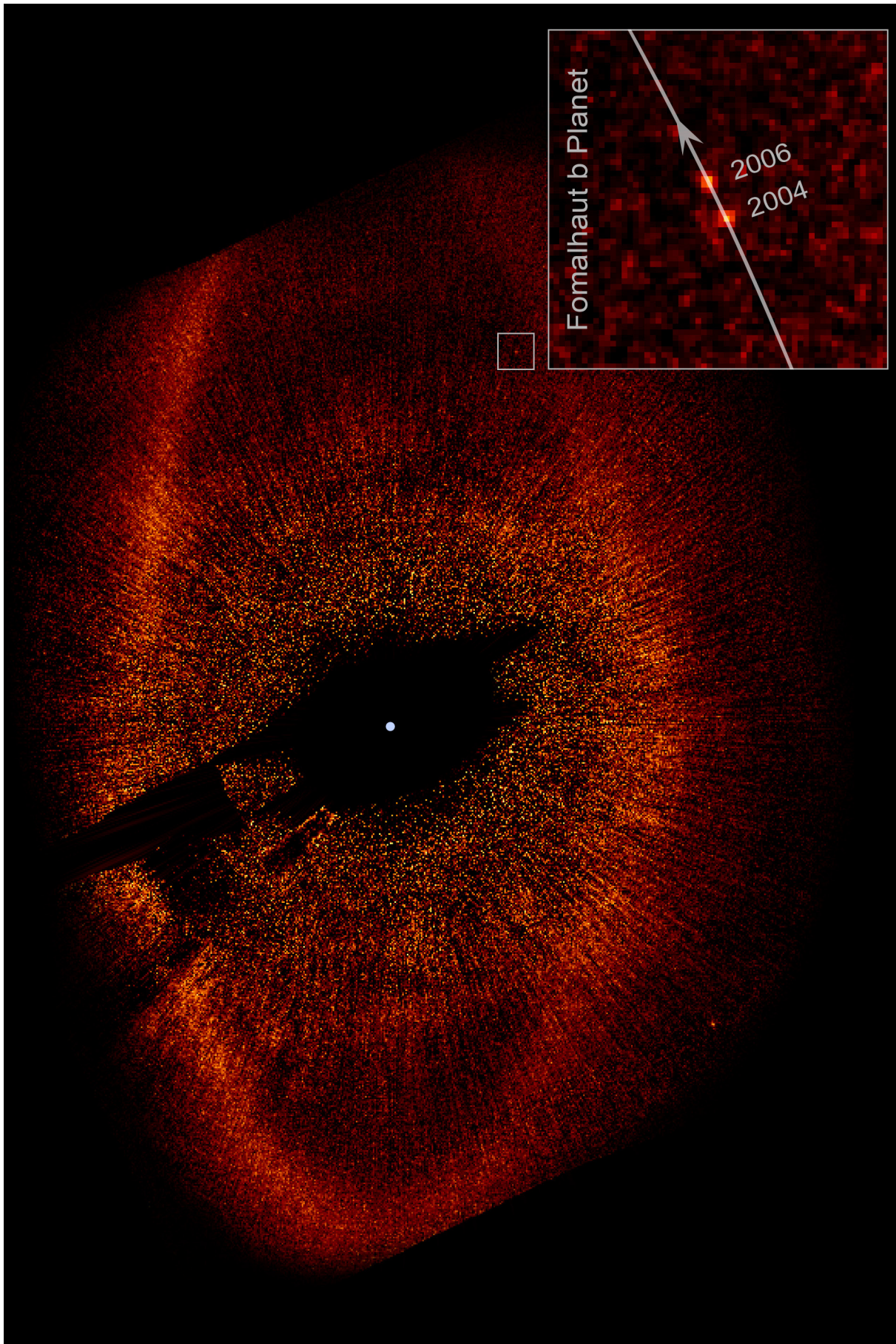


Abb. 2 | Aufnahme der Staubscheibe sowie des Exoplaneten Fomalhaut b um seinen Mutterstern Fomalhaut durch das Hubble Weltraumteleskop. Der Stern befindet sich in einer Entfernung von 25 Lichtjahren im Sternbild „Südlicher Fisch“. Das Quadrat zeigt die Position des Planeten sowie das Insert unten rechts die Bewegung während der Jahre 2004-2006. Die berechnete Umlaufdauer des Planeten um seinen Stern beträgt 872 Jahre.
 Credit: NASA, ESA, P. Kalas

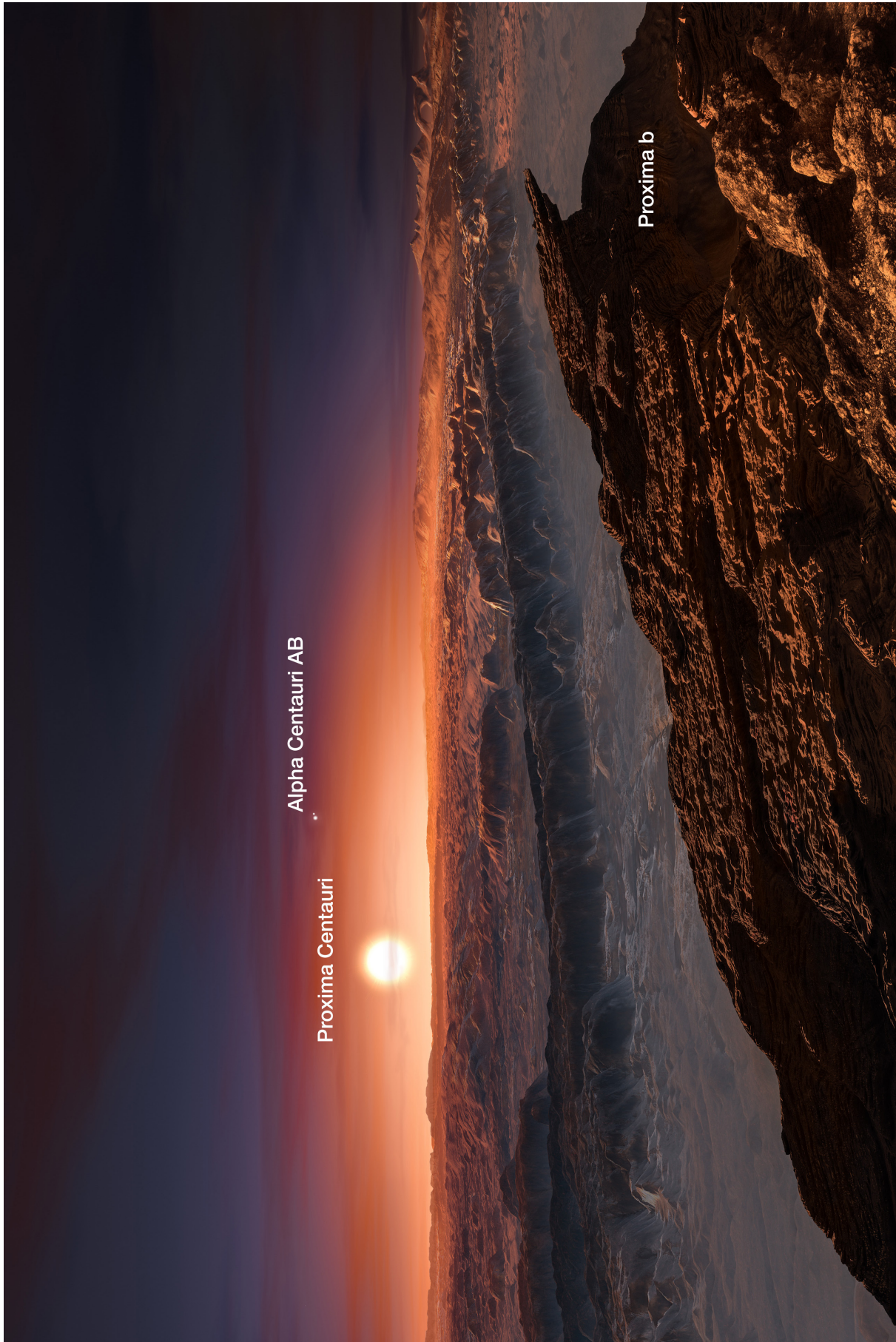


Abb. 3 | Die Abbildung zeigt eine künstlerische Darstellung der Oberfläche der Planeten von Proxima b. Der Planet umkreist den roten Zwergstern Proxima Centauri, den nächsten Stern zu unserem Sonnensystem. Der Doppelstern Alpha Centauri AB ist im Bild rechts oberhalb von Proxima Centauri abgebildet. Proxima b besitzt etwas mehr Masse als die Erde und umkreist Proxima Centauri in einer habitablen Zone, wo die Oberflächentemperatur die Anwesenheit von flüssigem Wasser erlaubt. Credit: ESO/M. Kornmesser

Was ist ESERO AUSTRIA?

ESERO steht für „European Space Education Resource Office“ und ist ein Projekt der Europäischen Weltraumorganisation ESA und nationalen Partnern in den jeweiligen Mitgliedsländern. In Österreich ist ESERO seit 2016 am Ars Electronica Center in Linz beheimatet. Ziel von ESERO ist es, das Interesse der Jugend an naturwissenschaftlichen Fragestellungen und Themen zu fördern, wobei die „Faszination Weltraum“ Motivations- und Ausgangspunkt der Aktivitäten ist.

ESERO AUSTRIA bietet jährlich eine Vielzahl von zertifizierten Fortbildungsangeboten für Lehrkräfte im Grund- und Sekundarschulbereich an. Diese werden in Zusammenarbeit mit nationalen Partnern durchgeführt, die bereits in der MINT-Weiterbildung („Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik“) tätig sind. Fortbildungsveranstaltungen für Lehrkräfte werden im Rahmen der Weiterbildungsmaßnahmen offiziell anerkannt.

Zusätzlich bietet ESERO AUSTRIA Wettbewerbe für Schüler/-innen im Grund- und Sekundarschulbereich sowie Lehrmaterialien zum Thema Raumfahrt und Weltraumwissenschaften an. Aktuelle Informationen und Hilfestellungen rund um das Thema „Bildung und Raumfahrt“ runden das Angebot ab.

Weitere Informationen über ESERO AUSTRIA finden Sie auf der Webseite www.esero.at.

IMPRESSUM

ESERO Austria
 Ars-Electronica-Straße 1, 4040 Linz
 esero@ars.electronica.art
 www.esero.at

Das vorliegende Material wurde in Zusammenarbeit zwischen ESERO AUSTRIA, der Pädagogischen Hochschule Wien sowie nationalen Partnern entwickelt.