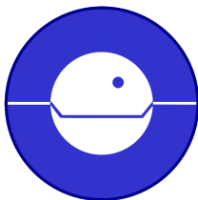


JuniorAkademie Adelsheim

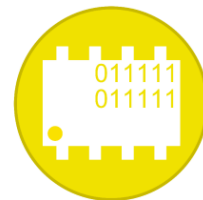
13. SCIENCE ACADEMY BADEN-WÜRTTEMBERG 2015



Astronomie



Bodenkunde



Digitaltechnik



**Kulturgeschichte/
Medienwissenschaft**



Physik



TheoPrax

**Dokumentation der
JuniorAkademie Adelsheim 2015**

**13. Science Academy
Baden-Württemberg**

Träger und Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2015:

Regierungspräsidium Karlsruhe

Abteilung 7 –Schule und Bildung–

Hebelstr. 2

76133 Karlsruhe

Tel.: (0721) 926 4454

Fax.: (0721) 933 40270

E-Mail: georg.wilke@scienceacademy.de

petra.zachmann@scienceacademy.de

www.scienceacademy.de

Die in dieser Dokumentation enthaltenen Texte wurden von den Kurs- und Akademieleitern sowie den Teilnehmern der 13. JuniorAkademie Adelsheim 2015 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mit Hilfe von L^AT_EX gesetzt.

Gesamtredaktion und Layout: Jörg Richter

Druck und Bindung: RTB Reprotechnik Bensheim

Copyright © 2015 Georg Wilke, Petra Zachmann

Vorwort

Dieses Jahr fanden sich wieder 72 Schülerinnen und Schüler sowie Leiter, Mentoren und die Leitung zur mittlerweile 13. JuniorAkademie Baden-Württemberg in Adelsheim ein.

Die Akademie beginnt mit dem Eröffnungswochenende und findet durch das Schreiben der Dokumentation an einem Wochenende im Herbst ihren Abschluss. Im Sommer nennen wir zwei Wochen lang das Landesschulzentrum für Umwelterziehung auf dem Eckenberg unser Zuhause.

Zwischen dem Eröffnungswochenende und dem Dokumentationswochenende durchleben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine Entwicklung nicht nur in fachlicher, sondern auch in persönlicher Hinsicht. Sie bekommen einen Einblick in wissenschaftliches Arbeiten und setzen sich intensiv mit ihrem Kursthema auseinander. Die Arbeit im Kurs stellt für sie eine Herausforderung dar, an der ihre Persönlichkeit reift.

Während des Sommers wachsen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer zu einer großen Gemeinschaft zusammen. Auf dem Campus herrscht eine unbeschreibliche Atmosphäre, die einen durch die Akademiezeit trägt.

Symbolisiert werden diese Entwicklungen durch ein Motto. In diesem Jahr betrachteten wir einen Baum, der für verschiedene Aspekte der Akademie steht. Am Jahresanfang ist der Baum noch kahl. Für die Teilnehmer ist alles neu und unbekannt, und sie kennen sich noch nicht. Indem sie sich auf ihre Weise im Kurs oder bei kursübergreifenden Angeboten engagieren und die Akademie gestalten, geben sie dem Akademiebaum Nährstoffe, sodass er Blätter, Äste und Früchte bilden kann. Diese können wir ernten und mit in die Zukunft nehmen. Die geschlossenen Freundschaften, neuen Interessen und schönen Erinnerungen werden uns noch lange prägen.



Während der Akademie begleitete uns ein Baum aus Holz, an den Erlebnisse angepinnt werden konnten. Um den Akademiebaum zum Leben zu erwecken, wurde am Dokumentationswochenende ein Mispelbaum auf dem Eckenberg gepflanzt. Der „reale“ Baum wird wachsen, Wurzeln schlagen und Früchte tragen – selbst wenn die gemeinsame Zeit zu Ende ist. Auch für die folgenden Akademiegenerationen wird der Baum sich weiterentwickeln – und wer weiß, vielleicht treffen wir einen von euch dort wieder.

Aber jetzt wünschen wir euch viel Spaß beim Lesen, Schmökern und Erinnern!

Eure/Ihre Akademieleitung



Anna Kandziora (Assistenz)



Maybritt Schillinger (Assistenz)



Georg Wilke



Dr. Petra Zachmann

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	3
KURS 1 – ASTRONOMIE	7
KURS 2 – BODEN	27
KURS 3 – DIGITALTECHNIK	55
KURS 4 – MEDIEN	71
KURS 5 – PHYSIK	97
KURS 6 – THEOPRAX	117
KÜAS – KURSÜBERGREIFENDE ANGEBOTE	131
DANKSAGUNG	147

Kurs 1 – Exoplaneten: fremde Welten



Unser Kurs

Alissa Die Musikalische opferte freundlicherweise den ein oder anderen Tischtennisball der Wissenschaft („FOR SCIENCE!“) Dank des Stickstoffs flogen uns die Trümmerteile regelrecht um die Ohren. Sie war immer hilfsbereit und stets zur Stelle, wenn jemand Unterstützung brauchte. Mit ihrer ruhigen und freundlichen Art trug sie zu einem angenehmen Kursklima bei.

Raffaella Wir bewunderten insbesondere ihre erstaunliche Sehfähigkeit bei Nacht, da sie Flugzeugaufschriften wie LH375 mit bloßem Auge erkennen konnte. Die englischliebende Einhornfanatikerin ließ am Dokuwochenende lobenswerterweise erfolgreich ihre Doppelkekssucht hinter sich. Trotz ihres Keksleidens sorgte sie mit sehr schön formulierten Vorträgen und gewissenhafter Protokollierung für Seriösität im Astrokurs.

Philipp D. „Ach, und übrigens ... Ich bin der Philipp.“ Der Spaßvogel und Entertainer unserer Crew hatte immer einen Witz parat. Nicht nur sein breitgefächertes Wissen, sondern insbesondere sein unterhaltsam-spaßiger Charakter hat unserem Kurs einen besonderen Touch verliehen.

Christian Unser stets freundlich grüßender Motivationscoach trug maßgeblich zur guten Gruppendynamik bei und sorgte so für ein fröhliches Arbeitsklima. Seine bewundernswerte Gelassenheit zeigte sich bei der Abschlusspräsentation. Unser Knirps bescherte uns immer größere Vorfreude auf das nächste Kurstreffen.

Antonia Ihr Fachwissen trug sie nicht nur im Kopf, sondern auch in Form ihrer schlaun T-Shirts mit sich: Aufschriften wie „Think like a proton and stay positive“ verkörper-

ten auch ihre sympathische Art und trugen zur Entstehung ihres Spitznamens (Anti)-Protonia bei. Sie plante unter anderem eine Umgestaltung der ROTAT-Sternwarte in eine Kanarienvogelgrillstätte.

Dinh Tien Die etwas ruhigere, aber äußerst Kreative mit den charakteristisch langen Haaren brachte den Kurs durch konstruktive Vorschläge und ihr freundliches Wesen weiter. Beim Bau unseres eigenen Exoplanetensystems sorgte sie mit der Gestaltung der Sonne für herzliche Wärme in unserer Truppe.

Tobias isch der Gründer des sagenhaften Astro-Stammtisches und führte dadurch die angenehm positive Stimmung der Astronomen auch beim Mittagessen weiter. Wenn es etwas zu lachen gab, war der nette Trompetenspieler immer mit von der Partie.

Philipp S. Philipps, wir in zur Unterscheidung von Philipp D. getauft haben, war eher der Ruhepol unseres Kurses, deshalb hat sein temperamentvolles Vorspiel beim Hausmusikabend alle vom Hocker gehauen. Der phänomenale Pianist komplettierte unsere schwungvolle Gruppe mit seiner Höflichkeit, die das Kursklima perfekt ergänzte.

Moritz Erst in der zweiten Akademiewoche fiel uns die fälschliche Beschriftung seines Namensschildchens auf – der Spitzname Moritz war geboren. Beim Hausmusikabend gab er ein bemerkenswertes Orgelkonzert. Moritz kam bereits mit einem fundierten Fachwissen in den Kurs und trat mit seinem ausgesprochen guten Humor der philippischen Flachwitzfront entgegen.

Christoph Unser tatkräftiger Sprengmeister bei den Tischtennisball-Stickstoff-Versuchen wirkte Langeweile auf Zugfahrten mit seiner lustigen und unterhaltsamen Art entgegen. Auch im Kurs zeigte sich der begeisterte Programmierer als ein humorvoller Kamerad, der unsere Arbeit durch sein Wissen optimierte.

Adriana Ihre anfängliche Angst vor flüssigem Stickstoff konnte sie durch Dominiks Konfrontationstherapie überwinden. Neben dem Design des Kurs-T-Shirts und ihrem Engagement beim Improtheater fanden wir

alle ihre selbsbewusste Art sowohl im Kurs als auch bei Präsentationen bemerkenswert. Ihre Fähigkeit konstruktive Kritik zu äußern, kam uns allen zu Gute.

Ilya Von Anfang an war Ilya ein kompetenter, fast allwissender Astronom, der vor allem beim Aufbau der Teleskope glänzte. Auch seine schauspielerischen Fähigkeiten blieben beim allabendlichen Improtheater nicht unentdeckt. Seine herzliche, offene und fröhlich-spaßige Art kam bei allen gut an.

Dominik Der glorreiche Knetkrieger war trotz Panzertape-Phobie ein grandioser Kursleiter. Wir konnten immer auf seine Unterstützung und sein umfangreiches Wissen zählen. Seine unverwechselbar positive Aura wirkte sich auf die gesamte Akademie aus. Auch sein schier grenzenloser Einfallsreichtum zeigte sich in Ideen wie Tischtennisballexplosionen. Zitat: „Keine Ahnung was passiert, aber wir könnten doch mal...“
KRAWUMM Wir wurden von ihm vor anstehenden Präsentationen immer ermutigt und seine Lockerheit linderte unsere Nervosität. Aufgrund seiner humorvollen Kommentare in Kombination mit einfallsreichen Lösungsvorschlägen war er für den Astrokurs unverzichtbar.

Caro konnte uns auch schwierige Theorietheemen anschaulich und verständlich erklären. Sie half uns dabei, vorgesehene Fristen einzuhalten und sorgte für eine disziplinierte Kursarbeit. Trotzdem vergaß sie nie den Spaß an der Sache. Auch ihre lehrreiche Führung durch ihren Arbeitsplatz, das Haus der Astronomie, hat allen sehr gefallen. Caro war eine fantastische Kursleiterin, die uns all ihre Ziele mit Freude erreichen ließ.

Katrin behielt immer das Ziel im Auge und sorgte dadurch sowohl für Effektivität im Kurs als auch für Pausen mit der nötigen Bewegung und einfallsreichen Spielen. Dank ihr erreichten wir beim Sportfest den 3. Platz. Ihre fast anhaltend gute Laune konnte nur durch das Fehlen von Buchstabenkeksen getrübt werden. Kurz gesagt: die beschde Aschdro-Schülermentorin, die man sich nur wünschen kann.

Einleitung

KATRIN GENG

Der Countdown läuft: 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, Abflug! Los geht die Reise zur JuniorAkademie 2015 und zum Astronomiekurs, in dem wir in die Welt der Exoplaneten eintauchen werden. Wir fliegen auf einen Kursraum zu, in dem sich zwölf Kursteilnehmer, zwei Kursleiter und eine Schülermentorin versammelt haben, um sich mit einem der spannendsten Forschungsgebiete der Astronomie zu beschäftigen – den Exoplaneten. Wenn Sie später durch die Fenster schauen, werden Sie sehen, wie der Astronomiekurs fleißig und mit viel Freude die Exoplaneten kennenlernt, sei es durch Theorie, Modelle, Experimente oder Versuchsreihen.

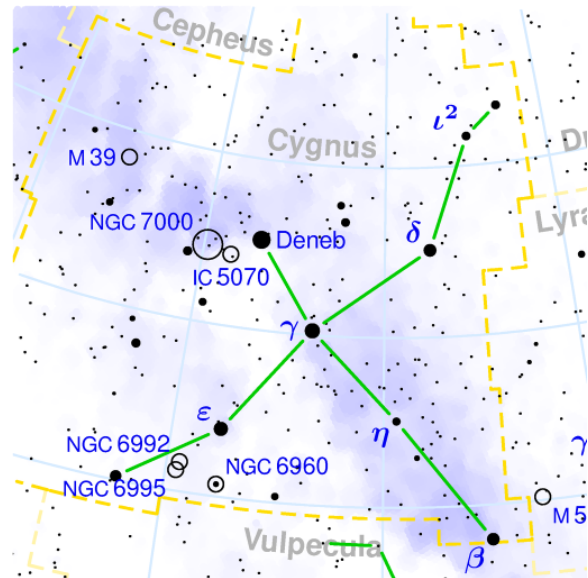
Sie haben Ihr Ziel erreicht, herzlich willkommen beim Astronomiekurs. Sicherlich sind Sie daran interessiert, womit wir uns hier beschäftigt haben:

Orientierung am Sternenhimmel und unsere Nachtwanderung

ADRIANA TOEPFER

Unser Nachthimmel bietet einen schönen Anblick mit einer Fülle von Sternen, aber die Kenntnisse der meisten Menschen darüber beschränken sich auf das wohl bekannteste Sternbild, den Großen Wagen. Neben diesem gibt es aber noch unzählige weitere interessante Himmelskörper und Sternkonstellationen zu entdecken, die wir uns im Astronomiekurs näher angeschaut haben. Zum groben Zurechtfinden am Himmel dienen einerseits Verbindungen von Sternen, wie zum Beispiel das Sommerdreieck bestehend aus den Sternen Wega im Sternbild Leier, Deneb im Schwan und Atair im Adler. Aber auch der Polarstern ist eine Stütze zur Orientierung, er steht nahe am Himmelsnordpol, deshalb ist er am Nordsternhimmel zu jeder Jahreszeit zu sehen. Er markiert im Grunde die Verlängerung der Erdachse und so dreht sich scheinbar der nördliche Sternhimmel um ihn. Am einfachsten ist der Polarstern zu finden, indem man die Länge der der Deichsel entgegengesetzten Kante des Großen Wagens knapp fünfmal verlängert. Am Horizont direkt

unterhalb des Polarsterns ist ziemlich genau Norden aus Sicht des Betrachters. Gut zu erkennen sind auch Sternbilder wie Kleiner Wagen, Kassiopeia (manchmal auch Himmels-Wagen genannt), Schwan und Herkules.



Das Sternbild Schwan. Grafik: Torsten Bronger, CC-BY-SA 3.0

Um noch mehr Sternbilder zu lokalisieren, würden vor allem junge Leute zur Sternbilder-App auf dem Smartphone greifen. Das wäre jedoch ein fataler Fehler, denn wenn man nach dem Blick auf das im Vergleich zum Nachthimmel unglaublich helle Handydisplay wieder gen Himmel schaut, brauchen die Augen einige Zeit (etwa eine halbe Stunde!), um sich wieder an die Dunkelheit zu gewöhnen. Aus diesem Grund versammelten wir uns stattdessen ausgestattet mit drehbaren Sternkarten und Rotlichtlampen auf dem Sportplatz und starteten unsere Entdeckungsreise am Sternhimmel. Auf der Sternkarte sind all die Himmelsobjekte und Sternbilder verzeichnet, die sich (je nach Lichtverhältnissen) mit bloßem Auge erkennen lassen. So kann man nicht nur unauffälligere Sternbilder identifizieren und sich damit besser am Nachthimmel zurechtfinden, sondern auch bereits im Vorfeld klären, welche Sterne in einer bestimmten Nacht zu einer bestimmten Uhrzeit überhaupt sichtbar sind.

Zur professionellen Orientierung am Sternhimmel reichen uns die Sternbilder allein aber noch nicht aus. In Anlehnung an das Gradnetz der

Erde gibt es deshalb ein Koordinatensystem an der scheinbaren Himmelskugel, damit man die Position jedes Sterns genau angeben kann. Die Breitenkreise werden hierbei Deklination δ genannt; analog zur geografischen Länge gibt es die Rektaszension α . Der Nullmeridian des Himmels wird durch den Frühlingspunkt beschrieben, einer der beiden Schnittpunkte der Ekliptik, also der scheinbaren Bahn der Sonne, und des Himmelsäquators. Die Deklination wird in Winkelgrad, die Rektaszension im Zeitmaß angegeben. Das liegt daran, dass die scheinbare Rotation der Sterne am Himmel proportional zur Zeit ist: In beinahe 24 Stunden dreht sich die Erde einmal um sich selbst, also um 360° . Jede Stunde entspricht $1/24$ des Vollkreises, also 15° . Jedes Grad entspricht damit $1/15$ Stunde, also vier Minuten. Folglich wandern die Sterne um etwa 15° pro Stunde westwärts, bis sie nach 24 Stunden wieder fast an ursprünglicher Stelle stehen. So hat beispielsweise der Stern Wega eine Rektaszension von 18 h 36 m 56,34 s und eine Deklination von $+38^\circ 47' 1,3''$.

Um unsere Kenntnisse des Himmels unter Beweis zu stellen, haben wir für die ganze Akademie eine Nachtwanderung organisiert. Der Weg, der uns Astronomen bei Tageslicht noch so simpel erschien, verlief durch den Wald und entpuppte sich bei Nacht dann doch als echte Herausforderung. Trotzdem fanden alle Gruppen zum Teleskop und wieder zurück und kein einziger Teilnehmer ging verloren.

Neben der Sternbetrachtung mit bloßem Auge und Erklärung einiger Sternbilder unseres Nordsternhimmels konnten wir durch die Teleskope zusätzlich noch den Mond und den Doppelstern Albireo im Schwan bestaunen. Viel später als wir es von der Akademie sonst gewohnt waren, gingen wir an diesem Abend erschöpft zu Bett, mit der Gewissheit, den Wissenshorizont von 60 anderen Schülerinnen und Schülern erweitert zu haben.

Typen von Exoplaneten

PHILIPP DITTRICH

Und was ist so interessant daran, in den Sternhimmel zu schauen und ferne Planeten zu su-

chen? Astronomen tun dies seit langer Zeit. Ihnen genügt der Reiz nach dem Neuartigen, dem Fremden, dem Unbekannten. Vor 20 Jahren hatten sie Erfolg, die ersten extrasolaren Planeten waren entdeckt. Bevor wir jetzt aber richtig tief in dieses spannende Thema eintauchen, sollten wir wissen, was ein Exoplanet (oder extrasolarer Planet) überhaupt ist. Das Wort setzt sich zusammen aus der Vorsilbe „exo“ (außerhalb) und „Planet“. So ist ein Exoplanet also ein Planet, der außerhalb unseres Sonnensystems um einen anderen Stern kreist.

Heute wissen wir, dass es eine gewaltige Anzahl an Exoplaneten gibt, die zudem auch sehr verschieden sein können. Das Forschungsgebiet ist noch sehr jung, man hat aber schon an die zweitausend Exoplaneten entdeckt. Anhand dieser doch schon relativ großen Zahl trauten sich die Forscher, die Exoplaneten grob in vier Untergruppen aufzuteilen.

Fangen wir mit den offensichtlichsten Planeten an: den erdähnlichen Gesteinsplaneten. Diese Planeten ähneln den Planeten im inneren Gürtel unseres Sonnensystems. Doch bereits hier sieht man, wie breit gefächert diese Definition ist: Selbst zwischen der Erde und dem Nachbarplaneten Venus liegen schon so große Unterschiede, dass auf der Venus kein einziger Einzeller gefunden werden konnte – die Venus ist komplett tot. Aufgrund der Sonnennähe ist es dort viel zu warm, und mit einer Atmosphäre, die so gut wie keinen Sauerstoff beinhaltet, ist dort kein Leben so wie wir es kennen möglich. Natürlich kann dies auch an ganz anderen Faktoren hängen, aber schon dieses Beispiel zeigt sehr anschaulich, dass Gesteinsplanet nicht gleich Gesteinsplanet ist. Sie haben eine hohe Dichte und bestehen aus festen oder geschmolzenen Materialien – Gesteine und Metalle. So ist also der Aufbau das Einzige, was alle Gesteinsplaneten gemeinsam haben. Außerdem haben Gesteinsplaneten eine relativ dünne Atmosphäre, die keinen außerordentlich starken Druck erzeugt, wie das bei den Gasplaneten der Fall ist.

Dagegen kann man jupiterähnliche Gasplaneten so definieren: Sie bestehen aus einer dicken Gasschicht, die einen immer größeren Druck erzeugt, wenn man sich dem Mittelpunkt des

Planeten nähert. Vermutlich geht das Gas dort in einen flüssigen, später metallisch-festen Aggregatzustand über. Im Zentrum befindet sich möglicherweise ein fester Kern, der so groß wie die Erde werden kann. Leben ist nicht möglich, auch auf Grund der fehlenden festen Oberfläche. Manchmal sind Wolken sichtbar. Zumindest die Gasplaneten in unserem Sonnensystem haben verglichen mit der Erde außerdem eine nur sehr kurze Tageslänge.

Weil die Gasplaneten in unserem Sonnensystem relativ weit von der Sonne entfernt sind, rechneten die Astronomen zunächst nicht damit, dass es sie auch sehr nah an ihren Zentralsternen geben könnte. Der erste entdeckte extrasolare Planet, 51 Pegasi b, ist aber ein Gasplanet und befindet sich so nah an seinem Zentralstern, dass er stark aufgeheizt wird. Man nennt solche Exoplaneten daher Hot Jupiters. Hitzebedingt blähen sie sich auf und haben eine geringere Dichte als normale Gasplaneten. Die Umlaufzeiten sind deutlich geringer (ein Jahr kann bei einem solchen Planeten sechs Stunden dauern).

Unserem Heimatplaneten in Aufbau und Struktur deutlich ähnlicher sind die Super-Erden. Sie sind jedoch größer und haben die bis zu 10-fache Masse der Erde, so dass auch die Schwerkraft an ihrer Oberfläche deutlich größer ist.



Im Werkraum beim Bau der Modelle.

Im Kurs haben wir unser eigenes Exoplanetensystem gebaut. Dabei waren wir auf unsere handwerklichen Fähigkeiten im Werkraum des LSZU I angewiesen. Unsere Kursleiter Caro und Dominik hatten einiges mitgebracht, um unseren Ideen freien Lauf zu lassen: von Styroporhalbkugeln über Holzmurmeln und Ta-

petenkleister bis hin zu Knete. Es hat nicht lang gedauert, bis wir alle in eine verbitterte Kneteschlacht verwickelt waren. Danach ging dann aber die Bastelei los. Immer zu zweit widmeten wir uns dem ernsthaften Teil: Monde basteln, Planeten bemalen, Oberflächenstrukturen erschaffen, Modelle bauen. Es gab keine Malkittel, also haben wir uns mit alten Vorhängen und Panzertape beholfen. Im Nachhinein wäre es vielleicht auch gut gewesen, das Gesicht irgendwie zu schützen, denn nach unserem Werkraumbesuch hatten einige von uns Farbe im Gesicht.

Am Ende des Tages hatten wir einiges zustande gebracht und in unserem Kursraum aufgehängt: Das Zentrum unseres Planetensystems bildete großer, gelb-oranger Stern, bestehend aus der größten Styroporkugel, die wir hatten. Umkreist wurde er von einem nur wenig kleineren Hot Jupiter, den wir braun-orange-rot angemalt hatten, um die immense Hitze darzustellen, der er ausgesetzt ist. Außerdem klebten ein paar lange Wattebausche auf der Oberfläche, die Wolken darstellen sollten.

Etwas weiter außen folgte ein Gesteinsplanet mit einem riesigen Meer auf der Oberfläche, komplett ohne Land – eine Wasserwelt, bestehend aus einer kleinen Styroporkugel. Noch weiter außen hing dann ein großer Gasplanet, umkreist von größeren und kleineren Monden. Wir malten den Gasplaneten grün an – wer weiß, ob es nicht auch solche Planeten im All gibt? Hier war außerdem ein Ring geplant, ähnlich wie beim Saturn. Letztendlich wurde daraus nichts, da sich die Konstruktion als sehr empfindlich herausstellte. Auch einen sehr großen Mond mussten wir als eigenständigen Teil des Mobiles aufhängen – er war einfach zu schwer.

Abgesehen von dem Mobile war auch ein schönes Modell eines Gesteinsplaneten entstanden: Eine Styroporkugel mit einem angeschnittenen Teil, das man herausnehmen konnte, um den inneren Aufbau eines Gesteinsplaneten zu begutachten. Die Styroporkugel war an der ausgeschnittenen Stelle deutlich in äußeren und inneren Mantel sowie den Kern des Planeten unterteilt. Außerdem hatte auch dieser Planet einen kleinen Mond und eine sehr unebene Oberfläche.



Das fertige Exoplanetensystem.

Als weiteres hatten wir ein sehr schönes Modell des Doppelsternsystems Albireo im Sternbild Schwan – jeweils eine gelb und eine blau angemalte Styroporkugel, verbunden mit Holzstäben, die um einen gemeinsamen Schwerpunkt kreisen (hier eine senkrechte Holzachse). Dieses Modell konnte jederzeit in einen Sockel auf einer Plexiglasplatte gesteckt und wieder abgenommen werden, um die Drehbewegung zu demonstrieren.

Es stellt sich aber natürlich auch die Frage: Wie sieht es denn nun wirklich auf fernen Planeten aus? In dieser Hinsicht mussten uns unsere Kursleiter aber schon früh enttäuschen, denn mit der heutigen Technik ist man noch nicht in der Lage, Bilder von der Oberfläche eines Exoplaneten zu erhalten. Spätestens am zweiten Kurstag wurde uns jedoch allen klar, dass es nicht solche Bilder sind, durch die man heute die wichtigsten Informationen über Exoplaneten enthält. Es sind vielmehr verschiedenste Forschungsmethoden, die uns letztendlich zum Erfolg führten.

Direkte Beobachtung

MORITZ SCHMOLL

Die offensichtlichste Methode, um einen neuen Exoplaneten zu entdecken, ist ihn mit einem Teleskop direkt zu sehen oder zu fotografieren. Die gewaltigen Entfernungen und die Tatsache, dass die Exoplaneten nicht selbst leuchten und deshalb neben den Sternen kaum zu erkennen sind, macht diese Methode sehr schwierig,

aber nicht unmöglich. Um die Beobachtung eines Exoplaneten zu vereinfachen, gibt es zum Beispiel die Möglichkeit, den Stern, der vom Planeten umkreist wird, abzdunkeln oder zu verdecken, sodass der Exoplanet nicht von seinem Mutterstern überstrahlt wird, wodurch er deutlich besser erkennbar ist. Sehr junge Exoplaneten sind für die direkte Beobachtung besonders gut geeignet, da diese heiß sind, sie strahlen nämlich Infrarotstrahlung ab, die wir auf unserer Erde durch spezielle Teleskope messen können. Es ist für die Astronomen also ein kleiner Trick, um sich das Leben zu vereinfachen.

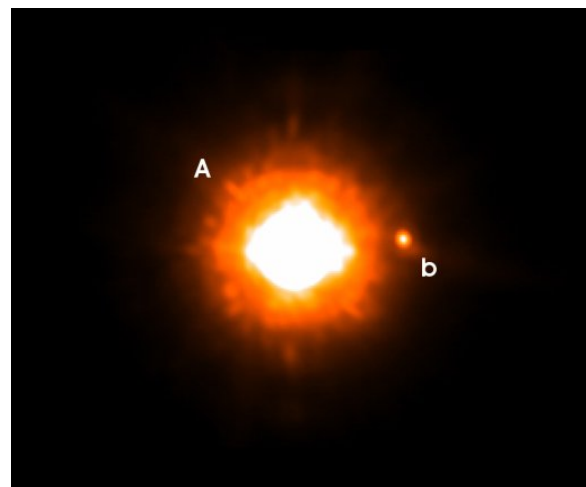


Bild des Exoplanetenkandidaten GQ Lupi b und seines Zentralsterns. Der Stern ist mit A beschriftet, b bezeichnet den Planetenkandidaten. Bild: ESO

Aufgrund der Schwierigkeiten und Probleme der direkten Beobachtung greift man meist auf andere, indirekte Nachweismethoden zurück, bei denen beispielsweise der Stern, um den der Exoplanet kreist, beobachtet und untersucht wird.

Die Radialgeschwindigkeitsmethode

ILYA VOLKOV

Die Radialgeschwindigkeitsmethode ist ein solches Verfahren. Sie beruht auf dem Dopplereffekt. Dieser Effekt ist jedem sicherlich schon einmal begegnet: Fährt nämlich ein Krankenwagen mit seiner Sirene auf einen zu, hört man den Ton der Sirene höher. Entfernt sich der Wa-

gen, wird der Ton wieder tiefer. Das Phänomen beruht darauf, dass der Schall sich als Welle in der Luft ausbreitet. Da beim Näherkommen die Wellen zusammengedrückt werden, steigt die Frequenz und man vernimmt den Ton höher. Wenn der Krankenwagen vorbeigefahren ist, werden die Schalwellen auseinandergezogen, weshalb die Frequenz sinkt und der Ton nun tiefer erscheint.

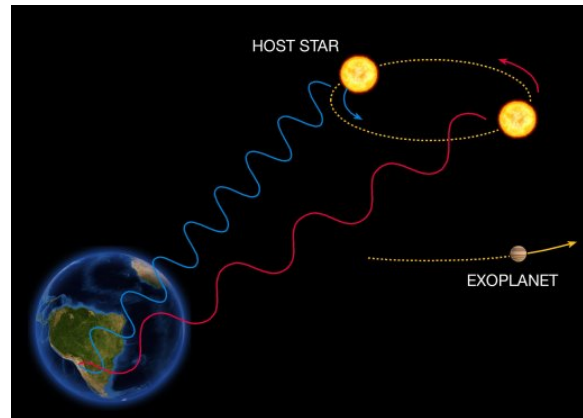


Skizze zum akustischen Dopplereffekt

Dieses simple Alltagsbeispiel eignet sich bestens für das Verständnis der Radialgeschwindigkeitsmethode, denn auch Licht breitet sich in Wellenform aus. Bei der Untersuchung eines Sterns zerlegt man sein Licht mit einem Spektrografen. Das Spektrum wird in der Wissenschaft als eine Art „Fingerabdruck“ betrachtet, zumal jedes chemische Element eindeutig identifizierbare Spektrallinien besitzt.

Unter dem Einfluss der Gravitation kreisen sowohl Planet als auch Stern um einen gemeinsamen Schwerpunkt, so dass sich der Stern einmal auf uns zu und ein anderes Mal von uns weg bewegt, wenn man von der Seite auf die Umlaufbahnen schaut. Wenn der Stern sich auf uns zu bewegt, werden die Lichtwellen so zusammengedrückt, dass die Wellenlänge kleiner wird. Dadurch verschiebt sich die Farbe des Lichtes ins Blaue. Wenn sich der Stern von uns wegbewegt, werden die Wellen auseinandergezogen, ihre Wellenlänge wird größer und es gibt eine Verschiebung ins Rote. Schaut man von oben auf die Umlaufbahn, kann man keine Änderungen sehen. Liegt die Umlaufbahn von uns aus gesehen schräg, ist nur ein Teil der Bewegung auf uns zu oder von uns weg gerichtet, man kann den Effekt aber trotzdem sehen.

Misst man die Wellenlängenänderungen der Spektrallinien im Licht eines Sterns über einen längeren Zeitraum, kann man sie als sogenannte Radialgeschwindigkeitskurve grafisch auftragen. Wird ein Stern von einem Planeten umkreist, ergibt sich eine sinusförmige Kurve.



Veranschaulichung des Dopplereffekts bei der Radialgeschwindigkeitsmethode. Grafik: ESO

Die Periodendauer ist die Umlaufdauer des Planeten und aus der Amplitude kann man eine Untergrenze für die Masse des Exoplaneten berechnen.

Die astrometrische Methode

MORITZ SCHMOLL

Verwandt mit der Radialgeschwindigkeitsmethode ist die astrometrische Methode, die ebenfalls auf der Bewegung eines Sterns um den gemeinsamen Schwerpunkt mit einem Exoplaneten beruht. Anders als bei der Radialgeschwindigkeitsmethode sollte bei der astrometrischen Methode am besten von oben auf die Umlaufbahn des Planeten schauen. Diese Methode basiert darauf, dass die durch den Gravitationseinfluss des Exoplaneten verursachte Bewegung des Sterns gemessen wird. Dabei ist eine Taumelbewegung des Sterns zu erkennen, wodurch man auf das Vorhandensein eines Exoplaneten schließen kann. Wenn sowohl die Masse als auch die Entfernung des Sterns bekannt sind, könnte auch die Masse des Planeten bestimmt werden.

Da diese Taumelbewegungen jedoch verhältnismäßig klein sind, konnten mit dieser Methode bisher noch keine Exoplaneten entdeckt werden, obwohl man bereits Mitte des 20. Jahrhunderts begonnen hatte, mit der astrometrischen Methode nach Exoplaneten zu suchen. Bei allen angeblichen Entdeckungen waren die Messungen zu ungenau und der Nachweis stellte sich als falsch heraus. Doch die Technik und

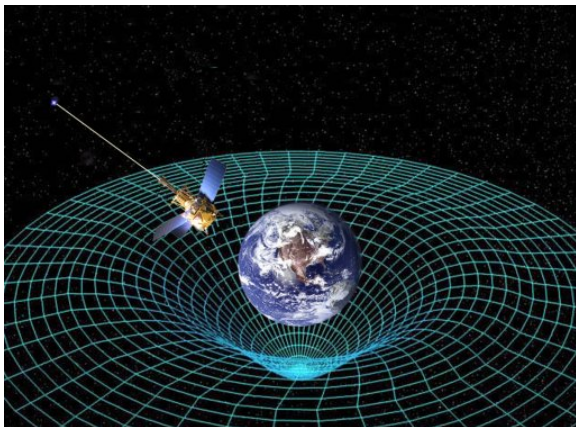
die Messgenauigkeit werden immer besser. So soll beispielsweise der ESA-Satellit Gaia unter anderem Sterne astrometrisch vermessen, um Exoplaneten zu finden.

Der Mikrogravitationslinseneffekt

CHRISTIAN KELLER

Neben den oben beschriebenen Methoden zur Entdeckung von Exoplaneten haben wir noch zwei weitere Entdeckungsmöglichkeiten kennen gelernt. Eine von diesen ist die Gravitationslinsenmethode. Um sie zu verstehen, mussten wir uns aber erst einmal ein Bild davon machen, wie der Weltraum aufgebaut ist.

Dazu stellten wir uns den Weltraum ohne Körper und als zweidimensionales Gitternetz vor. Dies ist aber nur eine bildliche Darstellung und der Weltraum ist in Wirklichkeit nicht so aufgebaut. Da es im Weltall aber Körper gibt, sieht dieses Netz etwas anders aus: Jeder Körper hat eine Gravitationskraft und wir wissen durch Albert Einstein, dass die Gravitationskraft eines jeden Körpers den Raum beeinflusst, und zwar wird das imaginäre Netz zu einem Trichter ausgebeult. Nachdem wir uns dies alles klar gemacht hatten, konnten wir damit beginnen, die Gravitationslinsenmethode zu erforschen.

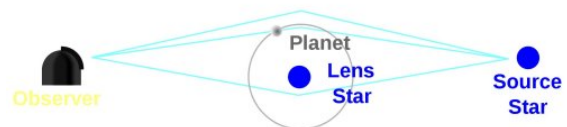


Einfluss eines Himmelskörpers wie der Erde auf die Raumzeit. Illustration: NASA

Wie schon der Begriff Gravitationslinsenmethode andeutet, geht es bei dieser Methode um eine Linse bzw. um einen Linseneffekt. Diese Linse ist vergleichbar mit einer optischen Linse, wie man sie zum Beispiel man von Brillen kennt. Jedoch wird der Linseneffekt durch die

Gravitation und nicht durch den Übergang des Lichtstrahls von einem Medium in ein anderes erzeugt. Um den Effekt zu sehen, müssen wir auf der Erde mit zwei weiteren Himmelskörpern exakt auf einer geraden Linie sein. Auf Exoplaneten übertragen heißt das dann: Wir müssen einen Hintergrundstern sehen und benötigen zusätzlich ein Objekt, das die Strecke zwischen uns und dem Hintergrundstern kreuzt. Handelt es sich dabei ebenfalls um einen Stern, kann man mit dieser Methode nach Exoplaneten um diesen Stern suchen.

Damit das grundlegende Prinzip besser verstanden wird, gehen wir vorübergehend nur von einem Stern ohne Planet aus. Diesen Stern bezeichnen wir als Hauptstern. Wandert also dieser Hauptstern durch die Strecke zwischen der Erde und dem Hintergrundstern, krümmt die Gravitationskraft dieses Hauptsterns das imaginäre Netz. Das vom Hintergrundstern ausgesendete Licht sucht sich immer den kürzesten Weg (wie generell jedes Licht) und bewegt sich daher gerade, bis es durch die Gravitation des Hauptsterns umgelenkt wird. Der Stern wurde also zu einer Gravitationslinse. Beobachten wir also den Hintergrundstern über längere Zeit durch ein Teleskop, wird die Helligkeit des Hintergrundsterns beim Vorüberziehen des Hauptsterns verstärkt.



Schematische Darstellung der Lichtablenkung beim Gravitationslinseneffekt. Grafik: NASA

Sollte dieser Hauptstern allerdings noch einen Exoplaneten haben, wird beim Vorüberziehen des Exoplaneten das Licht des Hintergrundsterns nochmals verstärkt. In der Lichtkurve des Hintergrundsterns wird man zuerst eine langsame Steigung der Kurve sehen (der Hauptstern mit dem Exoplaneten wandert zwischen uns und den Hintergrundstern), dann ein Maximum (der Hauptstern mit dem Exoplaneten beginnt die Linie zu verlassen), eine Abnahme der Helligkeit (Stern wandert langsam aus der Linie zwischen uns und dem Hintergrundstern) und dann einen Anstieg der Kurve, wenn

der Exoplanet zwischen uns und den Hintergrundstern wandert, weil auch der Exoplanet als Linse wirkt, gibt es einen erneuten bzw. zweiten Linseneffekt. Sieht man folglich eine solche Lichtkurve, kann man auf einen Stern mit einem Exoplaneten schließen.

Die Gravitationslinsenmethode ist vor allem dann hilfreich, wenn man den Hauptstern mit dem Exoplaneten gar nicht oder nicht ausreichend hell sieht. Von den zur Zeit bekannten Exoplaneten wurden 33 mit der Gravitationslinsenmethode entdeckt.

Die Transitmethode

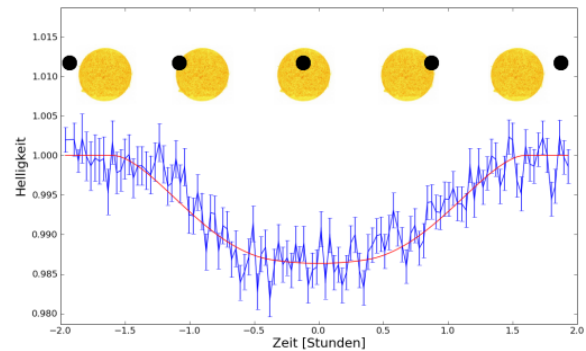
PHILIPP SCHMID

Die in den letzten Jahren aber erfolgreichste Methode zur Entdeckung von extrasolaren Planeten die Transitmethode. In den letzten Jahren sind die meisten Neuentdeckungen darauf zurückzuführen. Dafür ist vor allem der Kepler-Satellit verantwortlich, ein Weltraumteleskop, das gezielt nach neuen Exoplaneten sucht. Bis Mai 2013 hat es etwa 190.000 Sterne in den Sternbildern Schwan und Leier beobachtet und sie auf einen Transit hin überprüft. Mit einem Spiegeldurchmesser von 1,4 Metern ist dieses Teleskop für ein Weltraumexemplar eines der größeren Modelle.

Aber was passiert denn eigentlich genau bei der Transitmethode? Von der Erde aus gesehen kann ein Planet auf seiner Umlaufbahn auch unmittelbar vor seinem Stern vorbeilaufen. Dies kann man zwar nicht direkt beobachten, es findet aber ein winziger Helligkeitsabfall statt, da der Planet dann einen Teil des Sterns verdeckt.

Unsere Technik ist heute so gut, dass man diesen Helligkeitsabfall messen kann, obwohl er maximal ein paar Prozent beträgt. Das erklärt auch, warum Astronomen erst 1999 den ersten Exoplanetentransit beobachtet haben. Davor gab es einfach noch nicht die technischen Voraussetzungen für Transitbeobachtungen.

Allerdings können Wissenschaftler nicht von jedem Helligkeitsabfall auf einen Exoplaneten schließen. Sternflecken verursachen ebenfalls Helligkeitsschwankungen, ohne dass ein Planet an ihnen vorbeizieht. Deshalb beob-



Schematische Darstellung des Ablaufs eines Exoplanetentransits (oben) und die daraus resultierende Lichtkurve (unten). Grafik: Astronomiewerkstatt Hamburger Sternwarte mit Daten von Dimitris Mislis

achten Forscher solche Sterne über sehr lange Zeit. Erst wenn man mindestens drei sich periodisch wiederholende Transits aufzeichnen könnte, lässt sich mit großer Sicherheit auf einen Exoplaneten schließen. Dabei spielt natürlich die Entfernung des Planeten zum Stern eine wichtige Rolle. Befindet sich der Planet näher am Stern, dauert ein Umlauf nicht so lange, wie wenn er weiter entfernt ist. Die Forschung nach Exoplaneten ist also eine Geduldsprobe für Wissenschaftler.

Eigene Beobachtungen mit dem ROTAT-Teleskop

TOBIAS SCHMALZRIED

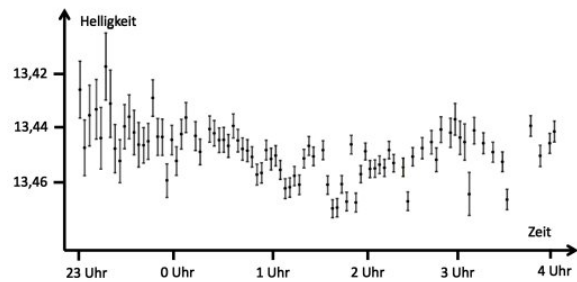
Nachdem wir die Transitmethode kennengelernt hatten, war der ganze Kurs hell auf begeistert, als Caro und Dominik verkündeten, dass wir selber einen Transit beobachten würden. Dazu benötigten wir allerdings ein Teleskop, das überhaupt Transits aufzeichnen kann. Da hatten Caro und Dominik aber schon vorgesorgt: Wir konnten das ROTAT-Teleskop am Observatoire de Haute Provence in Südfrankreich nutzen. ROTAT steht für Remote Observatory Theoretical Astrophysics Tübingen. Prof. Hanns Ruder ließ dieses Teleskop im Jahr 2000 errichten. Es hat einen Spiegeldurchmesser von 60 cm und ist über das Internet fernsteuerbar. Nachdem Caro uns die Bedienung des Teleskops erklärt hatte, durften wir selber einmal

das Teleskop fernsteuern – wer kann von sich behaupten schon mal so ein großes Teleskop bedient zu haben?

Gemeinsam suchten wir dann auf der Webseite der Exoplanet Transit Database nach einem geeigneten Transit. Wichtige Kriterien für die Auswahl des Planeten waren die Dauer des Transits, die Helligkeit des Sterns und der Zeitpunkt. Wir einigten uns schlussendlich auf HAT-P 51 b, einen Exoplaneten im Sternbild Fische. Sein Zentralstern, HAT-P 51, hatte eine akzeptable Helligkeit, so dass wir den Transit gut sehen konnten. Der Transit war auch mitten in der Nacht, was für uns natürlich optimal war, denn während der Transit stattfand und auch direkt davor und danach ging die Sonne weder auf noch unter. Die Dämmerung hätte sonst nämlich die Helligkeitswerte verfälscht. Desweiteren stand HAT-P 51 relativ hoch am Himmel, ROTAT konnte ihn also sehr gut beobachten. Die ganze Nacht über schoss das ROTAT-Teleskop dann Bilder mit einer Belichtungszeit von 180 Sekunden.

Am nächsten Morgen waren wir alle schon sehr gespannt auf die ROTAT-Bilder. Caro erklärte uns, wie man die Bilder auswertet. Dazu benutzten wir das Programm „Muniwin“, das die Helligkeiten von Sternen auf Bildern miteinander vergleichen kann. Zuerst löschten wir alle Bilder, die verwackelt waren. Von 103 Bildern blieben dann noch 97 übrig. Nun ließen wir das Programm alle Sterne in den Bildern erkennen. Wir wählten einen Vergleichssterne aus, dessen Helligkeitswert von dem von HAT-P 51 abgezogen wurde. So konnten wir sicher sein, dass HAT-P 51 seine Helligkeit auch wirklich veränderte und nicht der ganze Himmel zum Beispiel wegen einer durchziehenden Wolke dunkel wurde. Aber was wäre, wenn der Vergleichssterne auch seine Helligkeit ändert? Deshalb mussten wir auch den Vergleichssterne noch einmal überprüfen. Dies taten wir mithilfe der sogenannten Check-Sterne. Nun rechnete Muniwin den Helligkeitsabfall aus und erzeugte eine Lichtkurve. Allerdings sah die Kurve bei vielen von uns am Anfang sehr komisch aus. Gemeinsam diskutierten wir mögliche Ursachen und kamen zu dem Ergebnis, dass unsere Vergleichs- oder Checksterne teilweise ungeeignet waren. Schließlich fanden wir Sterne, mit denen sich eine sinnvolle

Transitlichtkurve ergab.



Die Lichtkurve von HAT-P 51 b

Wenn man bedenkt, dass Wissenschaftler diese Methode erstmals im Jahr 1999 erfolgreich bei einem Exoplaneten angewendet hatten, war es ein sehr großer Erfolg für uns mit solchen einfachen Mitteln selbst einen Transit beobachtet zu haben.

Der Rotationstag

ANTONIA MÜNCHENBACH

Zur Halbzeit der Akademie fand die Rotation statt, bei der alle Kurse sich gegenseitig die bisher erarbeiteten Ergebnisse vorstellten, auf die wir alle sehr gespannt waren. Dafür teilte sich am Mittwoch jeder Kurs in vier Gruppen A, B, C und D. Unsere Gruppe A sollte sich dann am Donnerstag mit den anderen A-Gruppen in den jeweiligen Kursen treffen, um sich gegenseitig Vorträge zu halten. Wichtig war, dass die streng getakteten Abläufe eingehalten wurden, die in einem Zeitplan festgelegt waren.

So bereiteten wir eine Präsentation vor, in der wir berichteten, was wir bisher gemacht hatten. Wir beschrieben zum Beispiel die ROTAT-Daten. Jede Gruppe entwarf einen Teil und zum Schluss wurde die Präsentation zusammengeführt. Dominik hielt einen Probenvortrag, an dem wir uns bei unseren eigenen Vorträgen orientieren konnten. Caro, Dominik und Katrin gaben uns dann noch Tipps, was wir verbessern könnten und wir übten weiter. Anschließend richteten wir den Raum noch schön her und hängten unsere Modelle auf. Am Ende waren wir ziemlich stolz auf das Ergebnis.

Alles verlief wie geplant. Vor unseren Vorträgen waren wir zwar aufgeregt, aber alles ging

gut und wir haben die Rotation souverän gemeistert.

Die Bewohnbarkeit von extrasolaren Planeten

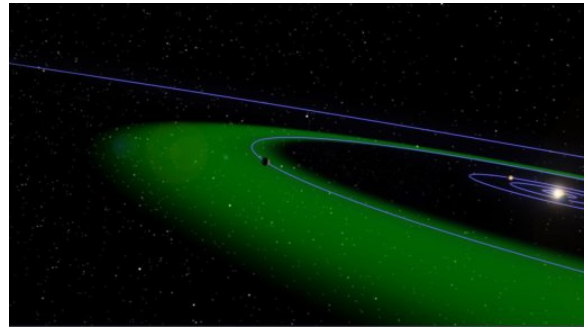
DINH TIEN NGUYEN

„Erde 2.0 in Sicht“, „Erdähnlicher Planet entdeckt“, „Im All wimmelt es von Erdzwillingen“ usw.– solche Schlagzeilen liest man momentan sehr häufig, denn in letzter Zeit wurden eine Menge neuer Exoplaneten entdeckt und darunter können sich natürlich auch erdähnliche Planeten befinden. Dieses Thema scheint viele Leute zu beschäftigen, und auch wir wollten gemeinsam im Kurs herausfinden, ob es wirklich soetwas wie eine zweite Erde gibt.

Dazu haben wir viele Versuche durchgeführt, die im Folgenden noch näher beschrieben werden, doch zunächst schauen wir uns an, welche Bedingungen das Leben überhaupt benötigt. Zunächst betrachteten wir den Planetentyp: Der Exoplanet sollte ein Gesteinsplanet sein, da Gasplaneten keine feste Oberfläche besitzen. Hierbei spielen Größe, Dichte und Masse eine große Rolle, wobei die Masse auch die Schwerkraft an der Oberfläche beeinflusst. Daraus können wir schließen, dass der Planet eine sehr erdähnliche Masse und Größe aufweisen sollte.

Eine der Grundvoraussetzungen für Leben, so wie wir es kennen, ist flüssiges Wasser, weil es viele wichtige Eigenschaften hat. Ozeane beispielsweise beugen aufgrund ihrer hohen Wärmekapazität großen Klimaschwankungen vor. Wasser wird zum anderen für chemische Reaktionen und viele biologische Prozesse benötigt. Doch damit es flüssiges Wasser überhaupt geben kann, müssen verschiedene Faktoren zusammenspielen: Zunächst muss der Planet sich innerhalb der sogenannten habitablen Zone befinden. Die habitable Zone beschreibt einen Bereich um einen Stern, in dem gemäßigte Temperaturen herrschen und genügend Sonnenlicht an die Planetenoberfläche gelangt, damit Wasser flüssig ist. Das hängt vom Typus des Sterns und vom Abstand des Planeten zu ihm ab.

Ein weiterer Faktor ist die Dichte und die Zusammensetzung der Atmosphäre, die man mit-



Künstlerische Darstellung der habitablen Zone im Exoplanetensystem 55 Cancri. Illustration: NASA/JPL-Caltech

hilfe der Transitmethode bestimmen kann. Zusätzlich werden die Spektren der Exoplaneten ausgewertet, so dass man deren Zusammensetzung bestimmen kann. Die Atmosphäre der Erde besteht beispielsweise zum größten Teil aus Stickstoff und Sauerstoff. Dabei sollte die Atmosphäre auch gefährliche UV-Strahlung und Ähnliches von der Planetenoberfläche fernhalten, wofür wir auf der Erde die Ozonschicht haben. Die Atmosphäre erzeugt zudem den Druck. Bei uns auf der Erde beträgt der Luftdruck auf Meereshöhe etwa 1 bar. Ist die Schwerkraft des Planeten zu gering, kann die Atmosphäre und auch das Wasser auf der Oberfläche nicht dauerhaft auf dem Planeten gehalten werden. Es würde verdampfen und schließlich in den Weltraum entweichen, wie vermutlich beim Mars.

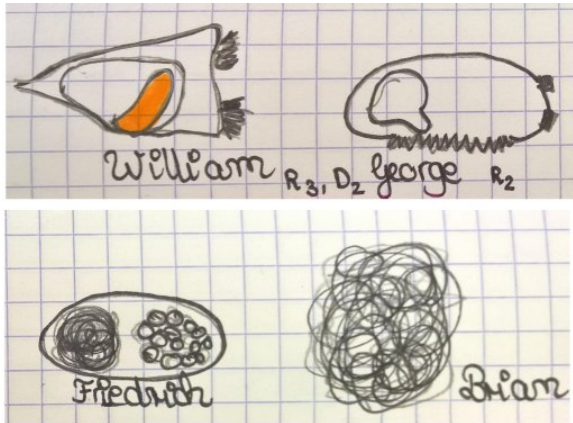
Der Planet sollte auch eine relativ stabile Rotationsachse haben, denn sonst wäre das Wetter unvorhersehbar. Leben wäre zwar möglich, doch es müsste sich wahrscheinlich auf extreme Klimabedingungen einstellen.

Aufgrund der Vielfalt und der gewaltigen Anzahl an Exoplaneten scheint es gar nicht unwahrscheinlich zu sein, dass einige von ihnen bewohnbar sein könnten. Das Problem dabei ist allerdings, dass die Exoplaneten sich mehrere Lichtjahre von uns entfernt befinden, was ihre Erforschung sichtlich erschwert. Außerdem kann man davon ausgehen, dass Lebensformen existieren, die sich von den irdischen stark unterscheiden, da sie völlig anderen Bedingungen ausgesetzt sind und sich an diese anpassen müssen.

Bodenprobe und Wasser

ILYA VOLKOV, ANTONIA
MÜNCHENBACH

Wir haben uns gefragt, ob Leben in der Art, wie wir es kennen, außerhalb der Erde existieren kann und welchen Extrembedingungen Leben der komplexeren Art trotzen kann. Dazu haben wir verschiedene Wasser- und Bodenproben sowohl aus dem LSZU-Teich als auch aus dem Wald besorgt. Wir mikroskopierten diese Proben, um festzustellen, ob und wenn ja welche Art von Leben dort vorherrscht. Im Wasser fanden wir Pflanzenzellen und Kleinstlebewesen wie zum Beispiel Rädertierchen, Wasserflöhe und wurmartige Kleinstlebewesen. Im Moos entdeckten wir ebenfalls wurmartige Kleinstlebewesen.



Skizzen der mit dem Mikroskop beobachteten Kleinstlebewesen.

Jetzt haben wir uns natürlich mit der Frage beschäftigt, welche Extrembedingungen im Weltall herrschen könnten: Da es allerdings viele verschiedene Möglichkeiten (Strahlung, extreme Kälte/Hitze, chemische Einflüsse etc.) gibt, haben wir uns auf ein paar wenige beschränkt, nämlich diejenigen, die in kurzer Zeit für uns reproduzierbar waren.

Leben ist im Vakuum wahrscheinlich nicht möglich. Dieser Vermutung gingen wir nach, indem wir die Moosprobe mit Kleinstlebewesen unter eine Vakuumblocke legten. Wir setzten die Probe mehrere Minuten einem Druck von 0,1 bar aus, und wir dachten, das reicht aus, um jegliches Leben zu beenden. Doch das wurmartige Kleinstlebewesen trotzte dem Beinahe-Vakuum volle fünf Minuten. Aber würde es auch Lauge

aushalten? Dies testeten wir aus: Wir gaben einen Tropfen Lauge auf den Objektträger mit Teichwasser. Danach suchten wir vergeblich nach Bewegungen von den Kleinstlebewesen, die vorher noch munter herumflitzten. Das Leben, so wie es sich auf der Erde entwickelt hat, trotz Vielem, zumindest für kurze Zeit. Allerdings benötigt es, so wie wir es kennen und untersucht haben, flüssiges Wasser bei moderatem pH-Wert.

Experimente mit Flüssigstickstoff

CHRISTOPH STELZ

Als eines Tages ein Lastwagen auf dem LSZU-Campus vorfuhr und Dominik alle verfügbaren Kursleiter zusammentrommelte, um eine ganz besondere Fracht auszuladen, hatten wir Astros nicht den geringsten Schimmer, welche Erkenntnis und welchen Spaß uns diese bescheren würde.

Im morgendlichen Kurs am Tag nach der Lieferung plagte uns die Ungewissheit: Im Plenum hatte Dominik verkündet, dass der Astronomie-Kurs eine ganz besondere Überraschung parat habe, und dass alle, die daran interessiert seien, sich nach dem Abendessen vor der Mensa einfinden sollten. Im Kurs wurde uns erstmal eine spezielle Kleiderordnung vorgestellt: Kurze Hosen, keine Schuhe, keine Socken. Außerdem erhielten wir ausführliche Sicherheitsanweisungen von Katrin: Falls unsere Kursleiter es sagen würden, müssten wir im Extremfall sogar sämtliche Kleidung ausziehen. „Das ist alles nur zu eurer eigenen Sicherheit, vertraut uns.“

Nachdem wir uns also auf das Schlimmste eingestellt und uns passend angezogen hatten, lüfteten Caro und Dominik endlich das Geheimnis, als sie die Tür zum Hinterzimmer unseres Kursraumes öffneten: Wir, die schon viel spekuliert und einigen Respekt wegen den Sicherheitsanweisungen hatten, erkannten einen Flüssiggasbehälter (ein Dewar) mit 50 Litern flüssigem Stickstoff. An dem Behälter befestigt war ein metallener Schlauch, den man nur mit Thermohandschuhen anfassen durfte. Öffnete man einen bestimmten Hahn, kam aus dem Schlauch eine dampfende Flüssigkeit: der Stickstoff. Mit einer Temperatur von -196°C

half er uns, annähernd kosmische Temperaturen zu simulieren. Besonders spannend war auch der Nebel, der sich aufgrund der unglaublichen Kälte bildete. Perfekt ausgestattet mit Schutzbrillen, Thermohandschuhen und ohne Schuhe starteten unsere Experimente.

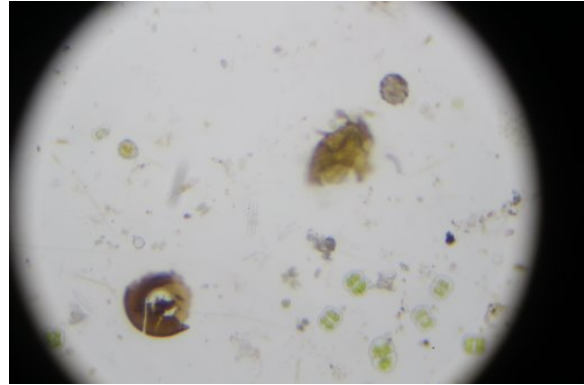
Zuallererst zeigte uns Dominik, dass es nicht gefährlich ist, für einen kurzen Moment mit der bloßen Hand in den flüssigen Stickstoff zu greifen, auch wenn solche Temperaturen eigentlich erhebliche Schäden der Zellen hervorrufen würden: Die enorme Temperaturdifferenz zwischen Hand und Flüssigkeit sorgt dafür, dass sich eine isolierende Gasschicht bildet, da der Stickstoff in Nähe der Hand augenblicklich in den gasförmigen Zustand übergeht. Auch wenn man ihn auf den Boden gießt, verdampft er innerhalb weniger Sekunden und es bilden sich kleine Bläschen, die wie Perlen über den Boden gleiten. Tritt man versehentlich barfuß darauf, verspürt man einen kurzen Stich an der entsprechenden Stelle.

Um die Gefahr und die Kälte des Stickstoffes zu demonstrieren, tauchte Katrin kurzerhand eine Blume mit der Blüte voran einige Sekunden in einen mit Flüssigstickstoff gefüllten Styroporbehälter. Als die Blume nach der Schockfrostung auf den Boden geschlagen wurde, zersprang sie in viele Stücke.

Aber sind die einzelnen Zellen wirklich zerstört? Dieser Frage gingen wir mit zwei Lichtmikroskopen und einem USB-Mikroskop nach. Und tatsächlich, viele Pflanzenzellen überleben solch eine extreme Temperaturdifferenz. Dass selbst das irdische Leben derartig flexibel ist, hat uns überrascht. Die Pflanze als Ganzes ist jedoch „eliminiert“.

Pflanzenzellen scheinen extremen Temperaturen kurzzeitig standzuhalten. Aber was ist mit Kleinstlebewesen? Auf einer Probe mit Moos tummelte sich das Leben geradezu. Diese Fauna setzten wir kurz dem flüssigen Stickstoff aus. Als wir dann das Ganze unter dem Mikroskop untersuchten, ähnelte die Probe einem Schlachtfeld: Fast alle Kleinstlebewesen hatte die extreme Kälte getötet – bis auf eines, das allerdings ein zweites, noch längeres Bad dann doch nicht aushielt und platzte. Trotzdem: Wir nannten es „Brave George“ und ehrten seine

Dienste im Namen der Wissenschaft.



Brave George nach dem zweiten Stickstoffbad

Flüssigen Stickstoff haben wir primär zum Erlangen wissenschaftlicher Erkenntnis benutzt. Aber auch der Spaß ist im Akademiealltag nie zu kurz gekommen. Beispielsweise kam Dominik auf die Idee, den gewaltigen Volumenunterschied von flüssigem und gasförmigem Stickstoff anschaulich an einem Tischtennisball darzustellen. Wir bohrten zwei Löcher hinein und tauchten ihn minutenlang in Flüssigstickstoff unter, bis er sich damit gefüllt hatte. Mehrere Anläufe waren nötig, bis wir die richtige Lochgröße herausgefunden hatten. Dann wurde flugs ein Topf mit kochendem Wasser herbeigebracht und der Ball hineingeworfen. Das Ergebnis: Die Überreste des Balls flogen zwei Meter hoch, umgeben von einer Nebelwolke, da der Tischtennisball dem plötzlichen Ausdehnen des Stickstoffes nicht lange entgegenwirken konnte. Der Medienkurs befand sich zu diesem Zeitpunkt im Zuge der Dreharbeiten für ihren Film auf dem Sportplatz, von dort konnten sie den Knall und den Jubel der Astronomen vernehmen.



Was passiert, wenn man flüssigen Stickstoff in heißes Wasser gießt

Die Überraschung, die für die komplette Akademie geplant war, entpuppte sich letztendlich als mit Stickstoff angefertigtes Speiseeis: Man gebe fünf Becher Sahne in einen Eimer. Dazu gebe man beispielsweise pürierte Bananen und übergieße das Ganze mit flüssigem Stickstoff. Eindrucksvoll quoll der Nebel aus den Eimern hervor – eine richtige Hexenküche, wie Dominik immer zu sagen pflegte. Insgesamt konnten die Teilnehmer und Leiter drei verschiedene Sorten ausprobieren: Schokolade, Banane und Apfel. Nach dieser gelungenen Überraschung versammelten wir uns und brüllten die abgewandelte Version des Schlachtrufs des Medienkurses („Mund auf – Werbung rein – Gender sein“): „Mund auf – Süßes rein – Astro sein!“.

Kresseversuche

ALISSA BAUER, CHRISTOPH STELZ

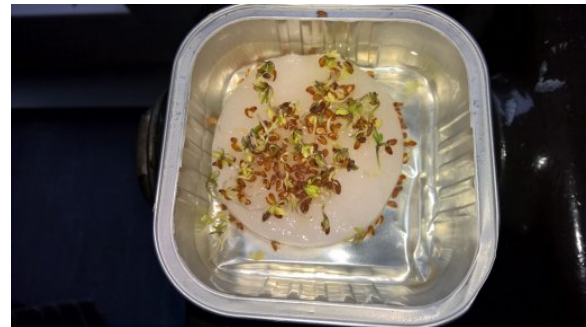
Um die Möglichkeiten von Leben auf fremden Planeten gut abwägen zu können, führten wir außerdem Versuche mit Kressesamen durch. Wir untersuchten ähnliche Bedingungen wie in den oben aufgeführten Experimenten. Kann es unter solchen Voraussetzungen pflanzliches Leben geben?

Während eine Vergleichsprobe ungerührt auf der Fensterbank keimte, hatten andere Proben einiges durchzustehen: Wir übergossen zwei mit flüssigem Stickstoff, eine davon war bereits angekeimt. Etwa fünf Minuten lang brutzelte es in den für den Stickstoff extrem heißen Schälchen. Nach dieser Tortur wurden die Proben mit Wasser gegossen und zurück neben die Vergleichsprobe gestellt. Doch bereits wenige Tage nach diesem Versuch staunten wir nicht schlecht: Die Vergleichsprobe und die stickstoffübergossenen Proben waren kaum mehr voneinander zu unterscheiden, alle drei befanden sich in demselben Wachstumsstadium; lediglich die Beschriftungen Schälchen halfen uns bei der Identifikation.

Doch was würde passieren, wenn Proben der Kälte dauerhaft ausgesetzt sind? Im Kühlschrank simulierten wir andauernde Kälte bei +12 °C. Die Probe keimte, doch ihr Wachstum lag weit hinter der Vergleichsprobe zurück.

Aber was ist mit dem Gegenteil von Kälte? Überstehen die Samen 15 Minuten bei 150 °C im Backofen? Nein, fanden wir anhand unserer Kresseprobe heraus. Die Samen waren braun, wiesen aber sonst keine Veränderungen auf. Auch bei intensiver Bestrahlung mit der Infrarotlampe wollten die Samen nicht sprießen, offensichtlich waren die Temperaturen zu heiß. Doch das waren nicht die einzigen Proben, die wir getestet hatten. Auch Lauge und Säure wurden zu jeweils einer Samenprobe dazugegeben. Keine der beiden Proben keimte.

Zudem stellten wir eine Probe unter UV-Licht und eine unter einen Karton. Die Samen unter dem UV-Licht keimten fast normal, die Probe in der Dunkelheit wies dahingegen Anomalien, wie eine gelbe Färbung, kleinere Blätter und ein übernatürliches Wachstum in die Höhe auf. Außerdem behandelten wir eine weitere Probe mit einer Salzlösung, die nicht gekeimt hat.



Keimende Kresse, die mit UV-Licht bestrahlt wurde.



Kresse keimt nicht in stark basischer Umgebung.

Somit kamen wir zu dem Schluss, dass schon Planeten mit relativ geringen Abweichungen in der Temperatur nicht mehr ideal für Pflanzen von der Erde wären. Auch ausreichend Licht ist für pflanzliches Leben eine wichtige Bedingung. Allerdings haben wir die Tests ja mit Lebens-

formen von der Erde durchgeführt, die sich den Gegebenheiten hier angepasst haben. Deshalb können wir nicht direkt Leben auf Planeten ausschließen, die keinen unserer Punkte erfüllen. Zumindest müssten die Eigenschaften eines Exoplaneten aber sehr genau mit den Bedingungen auf der Erde übereinstimmen müssen, um erdähnliches Leben hervorzubringen.

SETI

RAFFAELA DE PASCALI

Ist die Menschheit einzigartig? Oder ist die Erde doch nicht der einzige Planet im Universum, auf dem intelligentes Leben existiert? Genau diese Frage stellt sich auch die SETI-Forschung. SETI steht für Search for ExtraTerrestrial Intelligence, also Suche nach außerirdischer Intelligenz.

Bei der Suche nach außerirdischen Zivilisationen stellt sich die Frage, ob sich auch Leben auf Monden von Exoplaneten abspielen könnte. Man stelle sich da nur einen großen Gasriesen mit einem kleineren Mond mit fester Oberfläche und flüssigen Ozeanen vor.

Die Drake-Gleichung

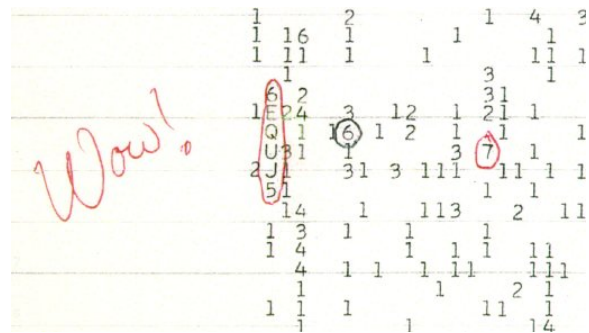
Die Drake-Gleichung, die 1961 von dem US-amerikanischen Astrophysiker Frank Drake entwickelt wurde, dient zur Abschätzung der Anzahl an fremden Zivilisationen in unserer Galaxie, der Milchstraße.

$$N = R \cdot f(p) \cdot n(e) \cdot f(L) \cdot f(i) \cdot f(c) \cdot L$$

Dabei ist R die Bildungsrate geeigneter Sterne, $f(p)$ der Anteil dieser Sterne mit Planetensystemen, $n(e)$ die Anzahl der Planeten in der habitablen Zone, $f(L)$ der Anteil der Planeten, auf denen Leben entsteht, $f(i)$ der Anteil der lebenstragenden Planeten, auf denen sich intelligentes Leben entwickelt, $f(c)$ der Anteil der technologisch ausreichend entwickelten Zivilisationen und L die Lebensdauer solcher Zivilisationen.

Während sich die ersten Faktoren der Gleichung über astronomische Beobachtungen eingrenzen lassen, tauchen bei den letzten vier große Unsicherheiten auf.

Seit 1960 gab es diverse wissenschaftliche Projekte, um solche fremden Zivilisationen ausfindig zu machen. Für unser Sonnensystem speziell heißt das, dass nach Anomalien Ausschau gehalten wird. Ein beträchtlicher Anteil bei SETI wird aber mit Radioteleskopen und Sendern unternommen. Zum einen werden Botschaften verschickt, zum anderen nach ungewöhnlichen Signalen Ausschau gehalten, die womöglich auf Außerirdische schließen lassen. Ein möglicher Kandidat ist das berühmte Wow-Signal, bei dem man sich aber bis heute nicht sicher ist, ob es sich wirklich um einen Hinweis auf eine fremde Zivilisationen handelte.



Das im Jahr 1977 empfangene Wow-Signal war signifikant stärker als das Hintergrundrauschen. Bisher ist man sich seiner Ursache nicht bewusst. Bild: Ohio State University Radio Observatory und North American AstroPhysical Observatory (NAAPO)

Am einfachsten ist es jedoch wohl, auf einen direkten Besuch von Fremdlingen in Ufos zu warten.

SETI ist zweifellos ein höchst spannendes, aber auch problematisches Forschungsgebiet, weil das Prinzip hauptsächlich darauf beruht, dass fremde Zivilisationen ähnliche Kommunikationstechniken wie wir verwenden. Doch was wäre, wenn sich ihre Sprache oder ihre Technologie von unserer drastisch unterscheidet? Die Wahrscheinlichkeit ist groß, dass sie entweder im Moment gar nicht über die erforderlichen Geräte verfügen oder uns umgekehrt technologisch meilenweit voraus sind. Hinzu kommt, dass Versuche zur Kontaktaufnahme womöglich richtungsorientiert sind und uns infolgedessen einfach verfehlen.

Wegen der langen Laufzeiten können empfangene Radiowellen außerdem Hunderte Jahre

alt und die Zivilisation in der Zwischenzeit ausgestorben sein, die sie ausgesendet hat. Genauso würde, selbst wenn man wirklich mal ein Signal langlebiger Zivilisationen empfangen würde, schon ein einfacher Dialog jahrzehntelang dauern, wenn man bedenkt dass uns schon eine Distanz von knapp 15 Lichtjahren vom nächsten bekannten Exoplaneten trennt.

Die Menschheit muss sich außerdem fragen, ob wir überhaupt auf uns aufmerksam machen wollen, denn wer weiß, ob die Außerirdischen nicht eine Bedrohung für uns darstellen und unserem Planeten vielleicht feindlich gesinnt sind. Unterm Stich würden Zeichen von fremden Zivilisationen fraglos eine neue Ära begründen, solange wir aber keins beobachten, können wir letzten Endes nichtmal entscheiden, ob das intelligente Leben auf der Erde einzigartig ist.

Interstellare Raumfahrt

RAFFAELA DE PASCALI

Was wäre, wenn ein Wissenschaftler am Very Large Telescope in Chile bei der spektroskopischen Untersuchung der Atmosphäre eines Exoplaneten gleichzeitig auf die beiden Gase Sauerstoff und Methan treffen würde? Würde das denn nicht etwa für dort existierendes Leben, vielleicht auch höheres, gar intelligentes Leben, sprechen?

Unser Kurs wollte dem Ganzen einfach noch ein Stückchen näher auf den Grund gehen und beschäftigte sich mit der Frage, ob wir nicht einfach auf eigene Faust Exoplaneten bereisen können – also zu interstellarer Raumfahrt in der Lage sind.

Um die Flugdauer zu dem von uns beobachteten Exoplaneten HAT-P 51 b zu veranschaulichen, eignet sich das folgende Rechenbeispiel: Als Reisegeschwindigkeit setzen wir die Fluchtgeschwindigkeit von der Erdoberfläche voraus, also die Geschwindigkeit, die erforderlich ist, um ins Unendliche zu gelangen. Sie beträgt 11,2 km/s. Da wir wissen, dass das eine Geschwindigkeit ist, die mit heutiger Raketentechnik sicher erreicht werden kann, nehmen wir für das Beispiel einfach an, dass wir genau diese Geschwindigkeit während der gesamten Reise beibehalten könnten. Bei einer Distanz von

1500 Lichtjahren zu unserem Planeten beträgt die Flugdauer sage und schreibe 40 Millionen Jahre – eine ziemlich gewaltige Zeit, die zweifellos unvorstellbar viele Menschengenerationen umfassen würde.

100 Menschen in einem riesigen Raumschiff loszuschicken und auf Fortpflanzung zu hoffen, wäre gewiss auch keine Lösung des Problems, denn kein technisches Gerät hält auch nur annähernd so lange. Faktoren wie Vorräte und die Extrembedingungen Kälte und kosmische Strahlung, denen das Raumschiff und seine Besatzung ausgesetzt wären, spielen eine erhebliche Rolle. Nicht zuletzt sollte man sich vor Augen führen, dass es vor 40 Millionen Jahren noch gar keine Menschen gab. Wie sähe das Leben aus, wenn man eine Population ins All schickt? Die Evolution würde gewiss ganz andere Wege einschlagen.

Durchaus berechtigt ist es, sich die Frage zu stellen, ob jene Insassen bei ihrer Ankunft nach unserer Definition noch Menschen wären, geschweige denn, ob sie motiviert wären, die 80 Millionen Jahre dauernde Rundreise fortzuführen. Zurück auf der Erde könnte es einem also vorkommen, als ob sich zwei außerirdische Rassen trafen, deren Verwandtschaft sich lediglich über DNA-Proben erkennen ließe.

Denkbar wäre auch, dass die Menschheit zum Zeitpunkt ihrer Rückkehr bereits ausgestorben ist, vernichtet zum Beispiel durch einen Asteroideneinschlag oder durch Kernwaffen.

Spezielle Relativitätstheorie

Interstellare Raumfahrt mit Raketen nach dem heutigen Stand unserer Technik – selbst mit denen, die Ionenantrieb besitzen – scheint ausgeschlossen zu sein. Dennoch kann man sich die Frage stellen, ob man die Reise nicht stark beschleunigen könnte. Zu fremden Welten mit Überlichtgeschwindigkeit zu reisen ist zwar keine Schwierigkeit für Raumschiff Enterprise, außerhalb von Science Fiction hingegen sehr wohl, zumal Albert Einsteins Spezielle Relativitätstheorie jeglicher Materie untersagt, Licht-, geschweige denn Überlichtgeschwindigkeit anzunehmen.

Die Relativitätstheorie besagt, dass Gleichzei-

tigkeit keine physikalische Größe ist – eine Person auf der Erde sieht Passagiere eines Raumschiffes langsamer altern:

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

wobei c die Lichtgeschwindigkeit, v die Geschwindigkeit des Raumschiffs im Vergleich zur Erde, t die im Raumschiff vergehende Zeit und t' die auf der Erde vergehende Zeit bezeichnet.

Darüber hinaus besagt die Theorie, dass der Person auf der Erde die Passagiere des Raumschiffs schwerer erscheinen:

$$m = \frac{m'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

m ist hier die Masse im Raumschiff, und m' die Vergleichsmasse auf der Erde.

Infolgedessen sorgt die Natur dafür, dass ein Massekörper niemals Lichtgeschwindigkeit erreichen kann, da man es zu einem Zeitpunkt nicht mehr schafft, die Masse weiter zu beschleunigen.

Selbst mit 80–90 % der Lichtgeschwindigkeit wäre die Menschheit nicht dazu fähig, extrasolare Planeten zu besuchen – denn Hunderte oder Tausende von Jahren sind schlichtweg immer noch unbeschreiblich lange.

Es bleibt aber natürlich immer die Hoffnung, dass zukünftige Fortschritte in der Physik und Technik möglicherweise uns noch völlig unbekannte Wege zu den Sternen aufzeigen könnten.

Der Exkursionstag

RAFFAELA DE PASCALI

Nachdem wir im Kurs zu dem Schluss gekommen waren, dass ein Besuch bei einem Exoplaneten für uns Menschen außerhalb des Möglichen liegt, hatten wir bei unserer Exkursion an das Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA) in Heidelberg am Montag der zweiten Akademiewoche ein deutlich näher liegendes Reiseziel. Nichtsdestotrotz waren auch wir auf der Anreise Extrembedingungen ausgesetzt: Kälte und Nässe erinnerten uns die Leiden von Brave George. Nach unserer Ankunft in Heidelberg mit dem Zug hob die Enge im Minibus

auf den Königstuhl den ersten Faktor durch unsere eigene Körperwärme auf.

Oben angelangt, begaben wir uns zunächst einmal zur Landessternwarte. Dort erfuhren wir mehr über ihren Begründer Max Wolf (1863–1932), der zahlreiche Asteroiden entdeckt hat. Ihm gelang es, private Stifter zur Anschaffung der Teleskope zu bewegen, zum Beispiel das 115 Jahre alte und noch immer intakte Bruce-Teleskop, das wir natürlich auch besichtigt haben.



Beim Bruce-Teleskop an der Landessternwarte

Anschließend tauchten wir dann im MPIA in die Infrarotastronomie ein. Dabei durften wir einem Wissenschaftler bei seinem experimentellen Aufbau für neue Geräte hautnah über die Schulter schauen, bevor es zum Haus der Astronomie (HdA) ging, in dem unsere Kursleiterin Caro arbeitet. Das HdA ist ein Zentrum für Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit und hat zum Ziel, Astronomie möglichst jeder Zielgruppe, egal ob jung oder alt, verständlich zu vermitteln. Im Planetarium konnten wir dann auch die uns eigentlich verwehrte Reise zu den Exoplaneten nachholen – zumindest virtuell. Wir durften die Reise sogar komplett selbst steuern, und wer kann schon von sich behaupten, einmal Planetarium bedient zu haben?

Bei der Gelegenheit haben wir auch den Astronomen Florian Rodler kennengelernt, einen Experten für extrasolare Planeten. Er hat sich über zwei Stunden für uns Zeit genommen und all die Fragen zu Exoplaneten beantwortet, die uns noch auf der Seele brannten. Er beschäftigt sich seit acht Jahren mit der Bestim-

mung der Zusammensetzung von Exoplaneten-Atmosphären über Spektroskopie. So erhielten wir auch einen Einblick in das Leben eines echten Wissenschaftlers und bekamen den aktuellen Stand der Forschung vermittelt.

Zum Abschluss unserer Exkursion ließen wir uns die Sicht vom Königstuhl auf die Altstadt von Heidelberg nicht entgehen.

Die Abschlusspräsentation

ANTONIA MÜNCHENBACH

Um unsere Kursarbeit nicht nur der Akademie sondern auch unseren Eltern und anderen Interessierten vorzustellen, stellten wir alles zu einer Präsentation zusammen. Hierzu ergänzten wir die bestehende Rotationspräsentation mit den restlichen spannenden Dingen, die wir seit der Rotation gemacht hatten, zum Beispiel weitere Nachweismethoden, die Versuche mit dem flüssigen Stickstoff und der Frage nach intelligentem Leben auf Exoplaneten. Wir bereiteten ein letztes Mal den Raum vor und übten wie verrückt.

Als die Abschlusspräsentationen endlich anfangen, waren wir sehr aufgeregt. Diesmal konnten wir selbst aber leider nicht alle Vorträge hören, da es nur vier Zeitschienen gab und wir ja einmal auch selber unseren eigenen Vortrag halten mussten. Die übrige Zeit konnten wir auch mit unseren Eltern verbringen.

Unsere Präsentationen waren ein voller Erfolg und wir waren alle sehr stolz, dass wir sie so souverän gemeistert hatten. Am Abend belohnten wir uns deshalb mit dem leckeren Essen vom Buffet und dem wundervollen Abschlussabend, den wir entspannt genießen konnten. Insgesamt war das ein gelungener Abschluss unserer Akademiezeit.

Nachwort

KATRIN GENG

Ankunft! Die Reise zu den Exoplaneten ist hiermit leider beendet. Wir hoffen Sie haben sie genossen und dabei erfahren, womit wir uns im Astronomiekurs beschäftigt haben.



Volles Haus bei der Abschlusspräsentation

Gemeinsam konnten wir ein wenig Licht das Dunkel des Weltalls bringen, denn wir haben unglaublich viel gelernt und unser Wissen in einem brandaktuellen Forschungsgebiet erweitert. Während der Akademie wurde mit Feuereifer präsentiert, geplant, experimentiert, gebastelt – und auch Süßigkeiten gegessen. Im Kurs herrschte eine angenehme und doch lernintensive Atmosphäre, die durch kleine und große Spaßchen, ein Spiel draußen oder durch die eine oder andere Kneteschlacht aufgelockert wurde. Dass wir so viel erreicht haben, lag sicherlich auch daran, dass unser Kurs immer motiviert war und einzigartig harmoniert hat. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wir eine wunderbare, bereichernde und unvergessliche Akademie erlebt haben, in der wir unglaublich viele neue Dinge erfahren haben. Und wer weiß – vielleicht werden wir ja zu einem Nachtreffen auf den von uns detektierten Planeten reisen können?

Zitate aus dem Kurs

- Astros auf dem Sportplatz beim Sterneschauen. Ilya: „Hey, seht ihr dieses Flugzeug?“ Raffaella: „Ja, LH375!“ Ilya: „Du kannst das lesen?!“
- Probe Rotations-Präsentation, Philipp redet viel zu schnell los und vergisst, sich vorzustellen. Katrin macht ihn mit großen Gesten darauf aufmerksam. Philipp: – Redepause – „Ach, und übrigens: Ich bin der Philipp.“
- Christoph: „Hallo, ich bin der Aschdro-

Chris.“ Philipp: „Ja, und ich der Aschdro-Phil.“

- Stickstoff-Experimente, Topf mit kochendem Wasser hat soeben Tischtennisball zersprengt, Wasser immer noch heiß, Reste von Stickstoff noch im Schaumstoffbehälter. Dominik nimmt den Behälter in die Hand, stellt sich neben den Topf „Keine Ahnung, was jetzt passiert, aber ...“ (Kippt flüssigen Stickstoff auf kochendes Wasser) * KRA-WUMM *
- Philipp D.: „Ich krieg’ hier gleich ’nen Collaps!“
- Katrin beim Üben der Präsentationen: „Wenn ihr Karteikarten benutzt, bring’ ich euch um!“
- Dominik grummelt über das Akademiethe- ma: „Baumplanet!“
- Unser Schlachtruf (von Raffaella): „Pegasus fliegt, Astrokurs siegt!“
- Bei Verteilung des Speiseeises: Abwandlung des Schlachtrufes der Medienkursler („Mund auf, Werbung rein, Gender sein“) in „Mund auf, Süßes rein, Astro sein!“
- Christoph sieht abgetrennte Tastatur von Alissas Surface, weicht erschrocken zurück, Alissa zeigt stolz, dass sie die Tastatur OH WUNDER wieder anhängen kann. Christoph (mit goldener, runder Brillenfassung auf der Nase): „HEXE!“ Daraufhin Alissa: „Sagt der, der wie Harry Potter aussieht!“
- Raffaella beim Üben der Rotationspräsentation: „Hier seht ihr eine komplexe Grafik, die sehr anschaulich ist.“
- Antonia bezüglich der Exkursion zum MPIA in Heidelberg: „Anschließend haben wir einen Ausflug zum Max-Planck-Institut für Astrologie in Mannheim gemacht ...“
- Mittagessen am Astrotisch: „Wie groß ist denn das Würstchen?“ – „0,00000...0001 Astronomische Einheiten!“
- Raffaella beim Üben der Abschlusspräsentation zur Unmöglichkeit der Reise zu HAT-P 51 b: „Ein Menschenleben passt ja nicht in 40 Millionen Jahre.“
- Kurs erstellt die Doku, Christoph singt vor sich hin: „Look at my text, my text is ama-

zing ...“ Caro (verzweifelt): „OH NEIIIIIN, jetzt hab’ ich ’nen Ohrwurm!“ Dominik (sofort aufmerksam): „Was ist das denn für ein Lied?“ Ilya: „Dieses Look at my horse, my horse is amazing ...“ Christoph: „Wozu gibt’s Youtube?“ Dominik: „Bestimmt nicht, um solche bescheuerten Lieder anzuhören!“

- Dominik: „Schaumstoff ist nicht Styropor. Schaumstoff ist Schaumstoff!“
- Philipp D. in der Anfangsversion seiner Dokumentation, zu Malerkitteln und der Farbschlacht: „Im Nachhinein wäre es vielleicht gut gewesen, das Gesicht irgendwie zu schützen. Denn nach unserem Werkraumsbesuch hatten einige von uns Farbe im Gesicht. Ob das auch gegen Farbe in den Haaren geholfen hätte, weiß ich nicht. Das war nämlich das Ergebnis der Farbschlacht Adriana vs. Katrin. Wer am Ende die Farbe im Haar hatte und duschen gehen durfte, lasse ich mal offen.“
- Auch in der Anfangsversion, Philipp D. zur Sinnhaftigkeit der Arbeit eines Astronomen: „Ich hoffe nun, dass ich anschaulich genug erklärt habe, warum man nicht nur zur Orientierung, für romantische Augenblicke oder zum Lesen von Aufschriften winziger am Himmel vorbeifliegender Flugzeuge in die Sterne schaut.“
- Caro: „Das sind Hot Jupiters.“ Jemand: „Es gibt aber auch Hot Saturns.“ Dominik: „Vielleicht auch Hot Earths.“ Jemand: „... oder Hot Venuses.“ Dominik: „Oder Hot Dogs.“
- Caro: „Das gibt es doch schon!“ Christoph: „Ja, aber wir können es ja mal so rüberkommen lassen, als wären wir kreativ.“

Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei denjenigen herzlich bedanken, die die 13. JuniorAkademie Adelsheim / Science-Academy Baden-Württemberg überhaupt möglich gemacht haben.

Finanziell wurde die Akademie in erster Linie durch die H. W. & J. Hector Stiftung, durch die Stiftung Bildung und Jugend sowie den Förderverein der Science-Academy unterstützt. Dafür möchten wir an dieser Stelle allen Unterstützern ganz herzlich danken.

Die Science-Academy Baden-Württemberg ist ein Projekt des Regierungspräsidiums Karlsruhe, das im Auftrag des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport, Baden-Württemberg und mit Unterstützung der Bildung & Begabung gGmbH Bonn für Jugendliche aus dem ganzen Bundesland realisiert wird. Wir danken daher dem Leiter der Abteilung 7 des Regierungspräsidiums Karlsruhe, Herrn Vittorio Lazaridis, der Referatsleiterin Frau Leitende Regierungsschuldirektorin Dagmar Ruder-Aichelin, Herrn Jurke und Herrn Dr. Hölz vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport sowie dem Koordinator der Deutschen Schüler- und JuniorAkademien in Bonn, Herrn Volker Brandt, mit seinem Team.

Wie in jedem Jahr fanden die etwas über einhundert Gäste sowohl während des Eröffnungswochenendes und des Dokumentationswochenendes als auch während der zwei Wochen im Sommer eine liebevolle Rundumversorgung am Eckenberg-Gymnasium mit dem Landesschulzentrum für Umwelterziehung (LSZU) in Adelsheim. Stellvertretend für alle Mitarbeiter möchten wir uns für die Mühen, den freundlichen Empfang und den offenen Umgang mit allen bei Herrn Oberstudienleiter Meinolf Stendebach, dem Schulleiter des Eckenberg-Gymnasiums, besonders bedanken.

Zuletzt sind aber auch die Kurs- und KüA-Leiter gemeinsam mit den Schülermentoren und der Assistenz des Leitungsteams diejenigen, die mit ihrer hingebungsvollen Arbeit das Fundament der Akademie bilden. Ein besonderer Dank gilt an dieser Stelle Jörg Richter, der auch in diesem Jahr für die Gesamterstellung der Dokumentation verantwortlich war.

Diejenigen aber, die die Akademie in jedem Jahr einzigartig werden lassen und die sie zum Leben erwecken, sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Deshalb möchten wir uns bei ihnen und ihren Eltern für ihr Vertrauen ganz herzlich bedanken.