

JuniorAkademie Adelsheim

17. SCIENCE ACADEMY BADEN-WÜRTTEMBERG 2019



Astronomie



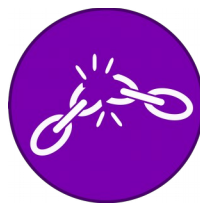
Biologie



Informatik



Mathematik



Philosophie



TheoPrax

**Dokumentation der
JuniorAkademie Adelsheim 2019**

**17. Science Academy
Baden-Württemberg**

Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2019:

Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 7 –Schule und Bildung–
Hebelstr. 2

76133 Karlsruhe

Tel.: (0721) 926 4245

Fax.: (0721) 933 40270

www.scienceacademy.de

E-Mail: joerg.richter@scienceacademy.de

monika.jakob@scienceacademy.de

rico.lippold@scienceacademy.de

Die in dieser Dokumentation enthaltenen Texte wurden von der Kurs- und Akademieleitung sowie den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der 17. JuniorAkademie Adelsheim 2019 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mithilfe von L^AT_EX gesetzt.

Gesamtredaktion und Layout: Jörg Richter

Copyright © 2019 Jörg Richter, Dr. Monika Jakob

Vorwort

Rund 100 verschiedene „Elemente“ versammelten sich im Juni 2019 am Landesschulungszentrum für Umwelterziehung in Adelsheim, die 17. Science Academy Baden-Württemberg konnte beginnen. Am Eröffnungswochenende lernten wir uns kennen: Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie das gesamte Leitungsteam. Während der Sommerakademie entstanden aus den unterschiedlichen Elementen immer neue Verbindungen, und so entwickelte sich eine einzigartige Atmosphäre. Mit dem Schreiben dieser Dokumentation hielten wir am Abschlusswochenende neben den fachlichen Ergebnissen auch alle unsere persönlichen Erlebnisse fest.

Anlässlich des diesjährigen Jahrs des Periodensystems stand die Akademie unter dem Motto „Elemente“. Das Motto gibt durch verschiedene Aktionen und Aufgaben immer wieder Anlass zum Nachdenken und Reflektieren über die sehr intensive gemeinsame Zeit mit vielen neuen Erkenntnissen und Eindrücken.



In den sechs Kursen beschäftigten sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit dem Mond, nachhaltigen Medikamenten, Verschlüsselungsmethoden, mathematischer Magie und Kältemaschinen. Dabei probierten sie viele neue Methoden aus, erhielten einen Einblick in das wissenschaftliche Arbeiten und trainierten persönliche Fähigkeiten wie Teamwork, Präsentieren, Projektmanagement und vieles mehr.

Allerdings bestand die gesamte Akademiezeit neben den Kursen auch aus verschiedenen anderen Elementen wie den kursübergreifenden Angeboten, dem Sportfest, dem Wandertag und noch vielen weiteren gemeinsamen Aktionen.

Insgesamt entstand so die einzigartige Akademieatmosphäre, welche für neue Freundschaften, aber auch den ein oder anderen Ohrwurm sorgte.

Wir wünschen Euch und Ihnen viel Spaß beim Lesen und Stöbern, viele schöne Einblicke in unsere Akademiezeit und hoffen, dass Ihr Euch noch lange an die einzigartige gemeinsame Zeit erinnert!

Eure/Ihre Akademieleitung



Ranran Ji (Assistenz)



Lorenz Löffler (Assistenz)



Dr. Monika Jakob



Jörg Richter

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	3
KURS 1 – ASTRONOMIE	7
KURS 2 – BIOLOGIE	31
KURS 3 – INFORMATIK	51
KURS 4 – MATHEMATIK	71
KURS 5 – PHILOSOPHIE	87
KURS 6 – THEOPRAX	117
KÜAS – KURSÜBERGREIFENDE ANGEBOTE	139
DANKSAGUNG	155
BILDNACHWEIS	156

Kurs 1 – Der Mond: den Geheimnissen unseres kosmischen Nachbarn auf der Spur



Unser Kurs

Alexandra Auch wenn sie oft für Lottes Zwilling gehalten wurde, werden ihre leidenschaftlichen Ohnmachtsanfälle unvergessen bleiben. Durch ihre handwerklichen Fähigkeiten und ihr schnelles Erfassen der Situation war sie nicht nur beim Ausrichten und Vorbereiten der Teleskope, sondern auch bei den Entwicklungen unserer Mondmodelle nicht wegzudenken.

Pauline riskierte nicht nur beim Einfangen der Schafe ihr Leben für den Astro-Kurs, sondern auch bei waghalsigen Kraterexperimenten aus schwindelerregender Höhe. Nachdem sie als Henry vor der Polizei geflüchtet war, war sie mit großem Einsatz bei unseren Mondbeobachtungen dabei.

Lotte Auch wenn sie oft für Alexandras Zwilling gehalten wurde, war sie ein unverwechselbarer Teil unseres Kurses, denn sie zeigte

nicht nur ihr musikalisches Talent im Orchester der Akademie, sondern war auch stets hilfsbereit und hatte immer einen klaren Blick in schwierigen Situationen.

Nikolas Auch wenn das Duzen nicht zu seinen Stärken zählte, brachte er den Kurs mit seiner nie zu Ende gehenden Wissbegierde voran und ließ keine Frage aus. Hatte er eine Idee, hielt er an dieser fest. Stets auf der Suche nach dem Carutus Caluntum begeisterte er alle am Abschlusstag im Theaterstück der Akademie.

Jonathan S. Sein ansteckendes Lachen brachte alle zum Mitlachen, ein kurzes Grunzen genügte und keiner war mehr zu halten. Mit der Ekliptik kennt er sich aus wie kein anderer. Sein unverkennbarer Präsentationsstil beeindruckte alle und wird ihm bestimmt noch viele Türen in der Zukunft öffnen.

Jonathan W. „Ich muss so los“, einer seiner unverwechselbaren Ausrufe. Bei Rechnungen war er immer sofort zur Stelle und keine Herausforderung war ihm zu groß. Mit seinen Formeln und einer Karotte im Gepäck löste er jede Aufgabe. Sein Schreibstil ist unverkennbar, seine Sätze werden zu schwindelerregenden Kunstwerken. Hierbei konnte ein Satz schon einmal 100 Wörter umfassen. Außerdem ... äh ... egal!

Melanie Sie war stets bemüht, ihr Knie nicht noch weiter zu zerstören, als es bereits war. Ihr ständiger Begleiter war der Realismus, bis sie verkündete: „Ab sofort bin ich überzeugter Optimist!“

Das hielt jedoch keinen Tag, denn das Ergebnis unseres Kraterexperiments änderte alles. Durch ihre handwerkliche Begabung stellte sie so manche von uns in den Schatten.

Marc stach besonders durch seine stets beeindruckende Performance auf Bildern heraus. Präsentationen vor Journalisten gehörten zu seinem Spezialgebiet und mit seinen legendären Sprüchen brachte er uns nicht nur zum Lachen, sondern wird uns für immer in Erinnerung bleiben. Außerdem überzeugte er mit einem breiten Fachwissen, besonders beim Thema Teleskope.

Marko Die Anweisungen des Arztes und der Akademieleitung erfüllte er so oft wie möglich. Für einen Mittagsschlaf am Wegesrand war er immer zu haben, mit dabei natürlich seine Armschlinge als Schlafmaske. Durch seine herzliche Art und sein Engagement brachte er den Kurs nicht nur voran, sondern trug auch zu einer guten Stimmung bei.

Jessica Ihre Begeisterung für Astronomie trug sie nicht nur mit ihren T-Shirts nach außen, sondern zeigte diese auch in ihren Fragen. Als Sherlock Holmes war sie neben dem Mord im Theater auch der Entstehung des Mondes auf der Spur. Süßigkeiten durften bei ihr nie fehlen. Glücklicherweise teilte sie diese auch immer gerne. Als Erinnerung nahm sie mit Abstand die meisten Modelle mit nach Hause und bewahrt sie an einem Ehrenplatz auf.

Florian Seine legendäre Klavieraufführung war ein Highlight, von dem alle noch lange schwärmen werden. Er begeisterte jedoch nicht nur mit seinem musikalischen Talent, sondern brachte den Kurs mit seinen Beiträgen und seinen Präsentationskünsten voran. Er war für jeden Spaß zu haben, besonders das praktische Arbeiten lag ihm sehr. Er war einfach der Größte!

Larissa war nicht nur unser eigener Fanclub beim Sportfest, bei dem sie uns tatkräftig unterstützte, sondern war auch immer – trotz ihres verletzten Fußes – zur Stelle. Unseren Kurs bereicherte sie nicht nur durch ihr fachliches Wissen, sondern auch durch ihre Hilfsbereitschaft. In schwierigen Situationen bewahrte sie stets Ruhe und arbeitete konzentriert an Lösungen. Zu unserem Glück überlebte sie im Theater als Miss Marple den unerwarteten Mordanschlag der mysteriösen Lady, ihrer Kurskollegin Melanie.

Merit war für jeden Spaß zu haben, selbst wenn man sie an eine Laterne geklebt hat, war sie voll dabei. 100% – und noch mehr! Merit gibt immer alles für unseren Astro-Kurs, selbst wenn sie dabei ihre Stimme riskiert. Auch heiser gab es für sie keine Grenzen. Sie unterstützte uns, wo es nur ging und ermutigte uns immer, an uns zu glauben.

Dominik Mit seinem unglaublich großen Fachwissen war er jeder Frage und Aufgabe gewachsen. Er ermutigte uns immer, das Beste aus uns herauszuholen und stand uns stets zur Seite. In schwierigen Situationen kaufte er den örtlichen Supermarkt leer – von Toffifee über Karotten und noch vieles mehr, war alles dabei – und brachte es uns als Nervennahrung. Sein Humor ist unverkennbar.

Caro und Dominik sind nicht nur ein unschlagbares Team auf der Tanzfläche. In den zwei Akademie-Wochen brachte Caro uns ihre Begeisterung für Astronomie näher und zog uns in ihren Bann. Sie konnte uns auch die kompliziertesten Dinge leicht veranschaulichen. Sie sorgte auch für eines der Highlights der Akademie: den Sternenabend.

Höher, schneller, weiter

MERIT NEIBIG

... und noch explosiver – im Laufe der Akademie hat der Astro-Kurs nicht nur sich selbst übertrifft, um sein Zielobjekt zu erreichen, unseren Mond!

Da schien es das ein oder andere Mal so, als seien die verschiedenen Theorieeinheiten, in denen wir uns mit Themen rund um den Mond beschäftigten, nur ein Vorwand, um Gipsmodelle zu bauen und um mit Einschlagexperimenten die Gegend unsicher zu machen. Und natürlich um jede Menge Raketen in die Luft zu jagen, so dass es nicht selten über das gesamte Akademiengelände schallte: „3-2-1 ENTONAUT LIFTOFF!“

Stets gut gesichert mit Helmen und Schutzkleidung haben wir unsere Experimente durchgeführt, wobei selbstverständlich im Anschluss daran auch die Auswertung nicht fehlen durfte!

Daher haben uns auch so richtig die Köpfe geraucht, als wir Ellipsen mathematisch beschreiben wollten, den Abstand zwischen der Erde und ihrem Trabanten mit Hilfe eigener Mondfotos bestimmt haben oder versuchten herauszufinden, wie hoch unsere Rakete tatsächlich geflogen war.

Mit Feuer, Wasser, Mehl, Schwarzpulver und Strahlensatz. Mit Gips, Zement, Teleskopen, ganz viel Panzertape und – nicht zu vergessen – immer ausreichend Nervennahrung sind wir so in unseren gemeinsamen zwei Wochen dem Mond ein gewaltiges Stück näher gekommen und haben dabei bemerkenswerte Resultate erzielt, die in dieser Dokumentation zu bestaunen sind. Und die Ergebnisse der Berechnungen? Die waren zwar nicht immer sehr genau, aber es hat Spaß gemacht!

Beobachtung des Nachthimmels

MELANIE HAUFLER

Da in der ersten Woche der Akademie Neumond war, konnten wir uns dem Sternenhimmel widmen. Wir haben uns zuerst das Programm „Stellarium“ angeschaut, mit dem man den Anblick des Nachthimmels simulieren kann. So

wussten wir später, nach welchen Sternen und Planeten wir Ausschau halten konnten. Mit diesem Programm kann man auch genauere Informationen zu dem jeweiligen Himmelskörper erhalten. Wir haben uns einige dieser Parameter genauer angeschaut und ihre Bedeutung geklärt, z. B. die Helligkeit, den Abstand zur Erde oder Auf- und Untergang. Um uns auch am echten Nachthimmel zurechtzufinden, haben wir uns anschließend mit markanten Sternen und Sternbildern beschäftigt. Hierfür haben wir uns eine drehbare Sternkarte zur Hilfe genommen. Bei dieser stellt man Datum und Uhrzeit ein und erhält dann die Sternbilder, die gerade sichtbar sind. Als Orientierung benutzten wir das Sommerdreieck, das aus Wega, Deneb und Altair besteht.



Unsere im Dunkeln leuchtende drehbare Sternkarte

Nun konnten wir uns, bewaffnet mit unseren Sternkarten und einem Dobson-Teleskop, endlich den echten Sternenhimmel vornehmen. Wega entdeckten wir als erstes, da sie einer der scheinbar hellsten Sterne am Himmel ist und sich zudem direkt über uns befand. Östlich davon steht Deneb, der zum Sternbild Schwan gehört, und südlich Altair im Sternbild Adler. Jetzt teilte sich unser Kurs in zwei Teile auf. Die eine Hälfte beobachtete durch das Teleskop Jupiter und Saturn. Das war sehr eindrucksvoll, da es für einige von uns sogar das erste Mal war, diese beiden Planeten so nah und in echt zu sehen. Man konnte neben den Planeten selbst auch einige ihrer Monde sehen, bei Jupiter z. B. Io, Europa und Ganymed, ebenso die Saturnringe und den Mond Titan. Die andere Hälfte des Kurses machte sich auf die Suche,

einige der Sternbilder am Himmel wiederzuerkennen, die auf der Karte abgebildet sind. Zum Beispiel entdeckten wir den Großen und den Kleinen Bären mit dem Polarstern, oder auch die Kassiopeia.

Wir verbrachten einen sehr schönen und informativen Abend, an dem wir sowohl unser Fachwissen erweiterten als auch unseren Kurszusammenhalt stärkten.

Nachdem wir nun selbst zu Nachthimmel-Experten geworden waren, beschlossen wir, unser Wissen mit dem Rest der Akademie zu teilen. Wir haben in der Abend-KüA-Schiene einen Sternenabend veranstaltet, damit auch die anderen die wunderschönen und faszinierenden Himmelsobjekte kennenlernen und durch das Teleskop genauer beobachten konnten.

Umlaufbahn und Phasengestalt des Mondes

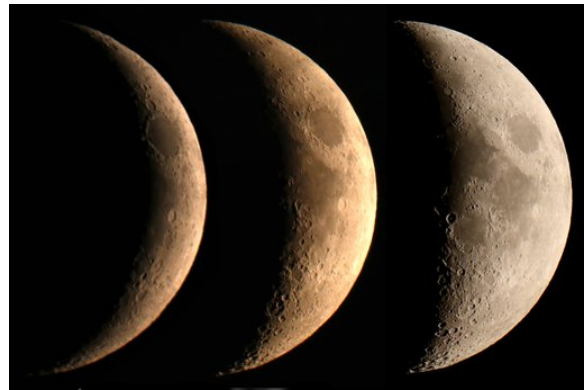
JONATHAN SEBASTIAN KURTH

Wenn man sich über Tage und Wochen hinweg den Mond anschaut, dann fällt einem sofort auf, dass der Mond immer etwas anders aussieht. Diese wechselnden Erscheinungsbilder bezeichnen wir als Mondphasen.

Die Mondphasen kommen dadurch zu Stande, dass nicht immer alle Bereiche der uns zugewandten Seite der Mondoberfläche von der Sonne beschienen werden und wir natürlich nur die beleuchteten Teile deutlich sehen können. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen Neumond, zunehmendem Mond, Vollmond und abnehmendem Mond. Die Mondphasen sind also eigentlich ein Ausdruck der Tageszeiten auf dem Mond, nur dass ein Mondtag eben sehr viel länger als ein Erdtag dauert.

Die Worte „Mond“ und „Monat“ sind tatsächlich miteinander verwandt. Der Mond benötigt etwa einen Monat für einen Umlauf um die Erde. In unserem Kurs haben wir allerdings gelernt, dass es für die exakte Umlaufzeit des Mondes mehrere unterschiedliche Definitionen gibt. Zwei der wichtigsten sind die siderische Umlaufzeit und die synodische Umlaufzeit. Die siderische Umlaufzeit besagt, dass der Mond im Bezugssystem der fernen Fixsterne 27 Tage,

7 Stunden und 44 Minuten für einen Erdumlauf braucht. Ein Bezugssystem ist stark vereinfacht gesagt so etwas wie verlässliche Anhaltspunkte, an denen wir uns immer orientieren können, so wie man vielleicht beim morgendlichen Weg zur Schule beim Passieren einer markanten Stelle schon weiß, wie lange der restliche Weg noch dauern wird. Bei der synodischen Umlaufzeit betrachten wir dagegen den Zeitraum bis wieder exakt die gleiche Mondphase eintritt, z. B. Vollmond. Diese Zeit beträgt immer 29 Tage, 12 Stunden und 44 Minuten. Die beiden Umlaufzeiten haben wir im Kurs anhand eines menschlichen Beispiels nachgestellt, bei dem eine Person den Mond, eine zweite die Erde und eine dritte die Sonne darstellte.



Änderung der Mondphase über drei aufeinanderfolgende Tage hinweg, aufgenommen in der zweiten Akademiewoche

Das 1. Keplersche Gesetz besagt, dass sich die Planeten auf elliptischen Bahnen bewegen. In einem der Brennpunkte der Ellipsen steht in guter Näherung die Sonne. Das trifft grundsätzlich auch bei unserem kosmischen Nachbarn, dem Mond, zu. Als Mondbahn wird dabei die elliptische Umlaufbahn des Mondes um die Erde bezeichnet. Wie sehr eine Ellipse einem Kreis ähnelt, lässt sich mittels der Exzentrizität beschreiben, eine Exzentrizität von Null entspricht einem Kreis. Die Exzentrizität der Mondbahn beträgt 0,0549, das heißt die Umlaufbahn des Mondes um die Erde ist fast ein Kreis.

Zur Veranschaulichung haben wir im Kurs mittels einer Schnur und zwei Holzpflocken dann Ellipsen mit verschiedenen Exzentrizitäten im Beachvolleyballfeld konstruiert.

Libration und gebundene Rotation

JONATHAN WEIHING

Der Mond umläuft die Erde in einer gebundenen Rotation. Das bedeutet, dass der Mond uns immer die gleiche Seite zeigt. Das führt dazu, dass wir von der Erde aus nie die Rückseite des Mondes sehen werden, da sich der Mond in exakt derselben Zeit, die er für einen Umlauf um die Erde benötigt, um die eigene Achse dreht. Die gebundene Rotation entstand durch die Reibung, die durch die Gravitationskräfte zwischen der Erde und dem Mond zustande kommt.

Eine Folge dieser Kräfte sind auch Ebbe und Flut. Durch die Gezeiten hebt sich der Boden auf der Erde um etwa 30 cm, und an manchen Stellen im Meer kann der Effekt mehrere Meter betragen. Eine weitere Folge der Gezeiten ist, dass der Mond sich jährlich um ca. 3,8 cm von der Erde entfernt. Außerdem wird die Erdrotation abgebremst, weshalb die Tage mit der Zeit immer länger werden. Dieser Effekt ist jedoch so gering, dass pro Jahrhundert die Tageslänge nur um ungefähr 1,7 Millisekunden zunimmt.

Man geht davon aus, dass die Erde vor langer Zeit einen Tageszyklus von nur 20 Stunden hatte. In ferner Zukunft wird die Erde selbst auch in eine gebundene Rotation mit dem Mond gelangen. Diesen Effekt kann man auch an anderer Stelle in unserem Sonnensystem beobachten, da der Zwergplanet Pluto mit seinem Mond in eine gebundene Rotation gezwungen worden ist.

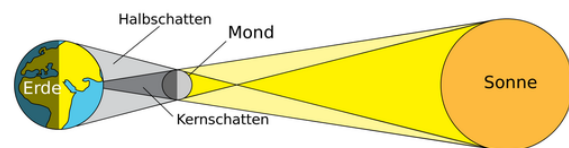
Trotzdem ist es uns möglich, etwas mehr als die Hälfte der Mondoberfläche zu sehen. Dies liegt an einem Libration genannten Effekt.

Die Libration entsteht durch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten des Mondes während eines Umlaufs, die durch die Exzentrizität der Umlaufbahn des Mondes verursacht werden. Dies führt dazu, dass der Mond an gewissen Stellen der Umlaufbahn im Verhältnis zur Mondrotation schneller oder langsamer wandert, da die Rotationsgeschwindigkeit immer identisch bleibt.

Sonnenfinsternisse

MARC MÜLLER

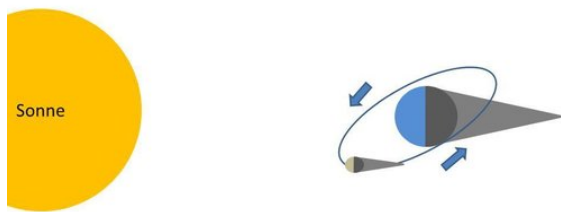
Totale Sonnenfinsternisse gehören wahrscheinlich zu den spektakulärsten Naturphänomenen, die es gibt. Es ist ein magischer Moment, wenn sich der Mond vor die Sonne schiebt. Kurz bevor die Sonne komplett abgedeckt wird, kann man manchmal einen Schatten mit unglaublicher Geschwindigkeit auf sich zurasen sehen: Das ist der Kernschatten des Mondes. Außerdem kann man bei einer Sonnenfinsternis noch viele weitere spannende Phänomene beobachten. Das Coolste ist wahrscheinlich der sogenannte Diamantring. Er entsteht durch die „ersten“ bzw. „letzten“ Strahlen des Sonnenlichts. Während die Sonne verdeckt ist, ist es dann plötzlich ganz still. Kaum ein Tier gibt einen Laut von sich. Es ist so dunkel, dass man Planeten und die hellsten Sterne beobachten kann. Etwas Beeindruckendes hat auch die Korona – die äußere Atmosphärenschicht der Sonne.



Wie Sonne, Mond und Erde angeordnet sein müssen, damit eine Sonnenfinsternis entsteht. Grafik „Sonnenfinsternis-Schema“, Wikimedia (Wikimedia-User ЮКАТАН, CC BY-SA 3.0)

Doch wie kommt eigentlich eine Sonnenfinsternis zustande? Bei einer Sonnenfinsternis muss sich der Mond zwischen Sonne und Erde befinden. Sie müssen sozusagen auf einer Linie stehen. Die Sonne strahlt dann den Mond an, der einen Schatten auf die Erde wirft. Wer sich im Kernschatten befindet, sieht eine totale Sonnenfinsternis, das heißt, die Sonne wird komplett vom Mond verdeckt. Wer sich im Halbschatten befindet, also in einem Bereich, der noch teilweise von der Sonne beschienen wird, sieht dann eine partielle Finsternis. Deshalb kann eine Sonnenfinsternis nur bei Neumond stattfinden. Warum gibt es dann aber nicht jeden Monat eine (totale) Sonnenfinsternis? Zum einen, weil der Mond wegen seiner elliptischen Umlaufbahn nicht immer gleich weit von der Erde entfernt ist: So kann es passieren, dass der

Mond zwar genau zwischen Sonne und Erde ist, aber der Kernschatten des Mondes nicht bis auf die Erde trifft. Das nennt man dann eine ringförmige Sonnenfinsternis. Man sieht dann einen hellen Ring anstelle der Sonne. Zum anderen ist die Umlaufbahn des Mondes um 5° zur Umlaufbahn der Erde geneigt. Das heißt, der Kernschatten des Mondes kann an der Erde vorbei gehen. Wenn nur der Halbschatten auf die Erde trifft, sehen wir eine partielle Sonnenfinsternis.



Aufgrund der Neigung der Mondbahn entsteht nicht jedes Mal bei Neumond eine Sonnenfinsternis

Beobachtung einer Mondfinsternis

LARISSA SCHURER

Das Gegenstück zu einer Sonnenfinsternis ist eine Mondfinsternis. Als Vorbereitung für die 14-tägige Akademie sollten wir die davor stattfindende partielle Mondfinsternis beobachten und wenn möglich dokumentieren. Ein solches astronomisches Phänomen entsteht immer nur bei Vollmond. Dabei liegt der Mond teilweise – deshalb auch partielle Mondfinsternis – im Kernschatten der Erde. Da der Mond nicht selbst leuchtet, sondern nur von der Sonne angestrahlt wird, sehen wir den im Kernschatten der Erde liegenden Teil der Mondoberfläche kaum mehr und somit liegt eine partielle Mondfinsternis vor.

Bereits wenige Tage davor tauschten wir uns untereinander über das bevorstehende Ereignis aus. Wir waren alle aufgeregt und gespannt, was uns erwarten würde und wie sich eine solche partielle Mondfinsternis am Himmel in der Realität abspielt. Am 16. Juli 2019 war es dann soweit. Das astronomische Ereignis sollte um 20:43 Uhr mitteleuropäischer Sommerzeit be-

ginnen. Doch da der Mond bei uns noch überhaupt nicht aufgegangen war, bevor die Finsternis begonnen hatte, war es uns nicht möglich, sie von Anfang an zu verfolgen. Als der Mond ab 22:20 Uhr am Himmel zu sehen war, konnten wir endlich den Erdschatten beobachten, der bereits begonnen hatte, sich über den Mond zu legen.



Zeitweise störten Wolken die Beobachtung der partiellen Mondfinsternis

Den Höhepunkt sollte die partielle Phase um ca. 23:30 Uhr erreichen. Aber es schien zunächst so, als würde uns das Wetter einen Strich durch die Rechnung machen, denn es schoben sich immer wieder Wolken vor den Mond und erschwerten somit sowohl eine klare Sicht, als auch das Dokumentieren mithilfe der Kamera.

Ich hatte mich zuvor im Internet informiert, welche Art von Objektiv am geeignetsten wäre und wie groß die Blende und ihre Verschlusszeit sein sollten, um die besten Ergebnisse zu erzielen. Kurzerhand bin ich mit meinem Vater auf einen freien Parkplatz am Rand unseres Dorfes gefahren, um eine möglichst freie Sicht auf den Mond zu erlangen, da sonst Häuser oder Bäume im Weg gewesen wären. Es war faszinierend, wie der Kernschatten der Erde immer weiterwanderte und immer mehr von der Mondoberfläche verdeckte.

In den vorbeifahrenden Autos waren verwunderte Gesichter zu sehen, die sich fragten, was wir noch zu dieser Uhrzeit auf dem Parkplatz machten, aber vor allem was wir bei dieser Dunkelheit fotografieren wollten. Nach einer Weile hatten wir auch den Dreh raus, damit der Mond auf den Bildern nicht überbelichtet war und seine ganze Oberflächenstruktur zeigte. Seine



Verlauf der partiellen Mondfinsternis am 16. Juli 2019

leicht rötliche Färbung – von der Erdatmosphäre in den Kernschatten gestreutes rotes Sonnenlicht – auch auf den Fotos einzufangen, war fast unmöglich. Als die Uhr sich 23:30 Uhr näherte, wurde der Schatten auf dem Mond immer deutlicher. Es war spannend, diesen Prozess zu beobachten, und besonders mit der Natur als Kulisse und in der nächtlichen Stille, war es einmalig. Während der ganzen partiellen Finsternis standen auch einige von uns über soziale Medien in Kontakt und wir tauschten auch bereits erste Ergebnisse unserer Beobachtungen aus. Doch langsam wurde es immer frischer und auch unser Vorrat an Süßigkeiten ging zur Neige. Deshalb packten wir auch so gegen Mitternacht unsere Sachen zusammen und wollten uns auf den Heimweg machen. Als wir endlich zuhause waren und dachten, wir hätten Feierabend, da stand der Mond in nahezu voller Pracht über unserem Haus, so dass wir die Kamera erneut zückten und noch bis 1:07 Uhr den Mond fotografisch begleiteten, wie er Stück für Stück wieder sichtbar wurde. Der nächtliche Einsatz hatte sich gelohnt. Wir hatten Glück mit dem Wetter und konnten daher die Bilder sehr gut für unsere Themen während der Akademie verwenden, wie zum Beispiel zur Vorbesprechung der Berechnung der Entfernung zwischen Erde und Mond. Aber allein diese Sicht auf den Mond und seine Details war faszinierend und ebenso der Anblick, den wir in den Bildern festhalten konnten.

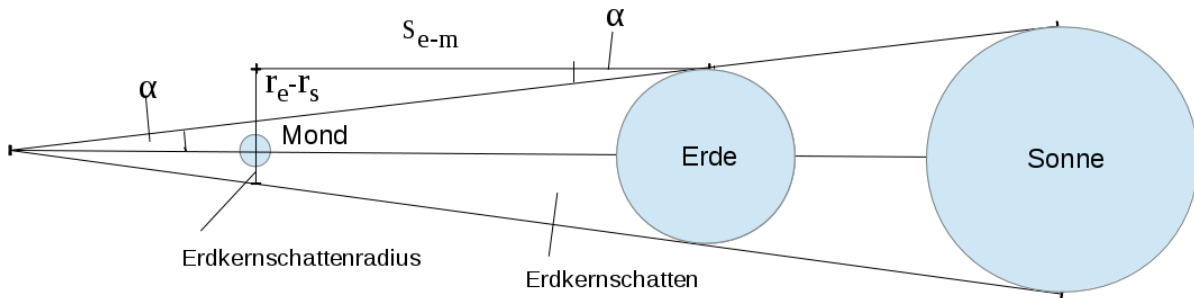
Berechnung des Abstands Erde–Mond

JONATHAN WEIHING

Zwar sind Sonnen- und Mondfinsternisse schöne Naturspektakel, die jeden Zuschauer immer wieder aufs Neue faszinieren und ins Staunen

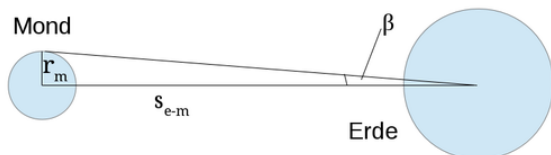
versetzen, jedoch kann man aus Mondfinsternissen noch einiges mehr lernen, zum Beispiel dass der Schatten der Erde kreisförmig ist. Dies war zwar einer der ersten handfesten Belege, die schon im antiken Griechenland als Beweise dafür angeführt worden waren, dass die Erde keine Scheibe sein kann sondern ein kugelförmiges Objekt sein muss, jedoch hat sich der diesjährige Astronomiekurs der Science Academy nicht mit dieser Thematik beschäftigt, denn wir wollten nicht nachweisen, ob die Erde eine Scheibe oder Kugel ist oder irgendeine andere räumliche Struktur hat. Stattdessen wollten wir anhand von Fotos einer partiellen Mondfinsternis den Abstand zwischen dem Mond und der Erde ausrechnen. Hierbei muss aber erwähnt werden, dass die Entfernung zwischen dem Mond und der Erde ja variiert, da sich der Mond auf einer elliptischen Umlaufbahn bewegt, und somit zu verschiedenen Zeitpunkten eines Umlaufs weniger weit oder weiter von der Erde entfernt ist. Das bedeutet, dass die konkrete Berechnung nur für den Zeitpunkt der jeweiligen Finsternis richtig sein kann. Jetzt stellt sich natürlich die Frage, wie man die Entfernung zwischen Erde und Mond anhand einer partiellen Mondfinsternis ausrechnen kann.

Dafür haben wir uns einen einfachen Sachverhalt zu Nutze gemacht, nämlich dass der Erdkernschattendurchmesser mit zunehmender Entfernung von der Erde immer kleiner wird. Anhand dieser Tatsache wollten durch das Verhältnis zwischen Mondradius r_m und dem Erdkernschattenradius r_s in Mondentfernung Rückschlüsse auf die Entfernung des Mondes von der Erde ziehen. Natürlich können wir den Radius des Mondes und den des Erdkernschattens nicht direkt in Kilometern messen, und damit stehen uns und auch die direkten Wege zu Berechnung des Abstandes mittels Sinus, Cosinus



Der Zusammenhang zwischen dem Erdkernschattenradius r_s in Mondentfernung, dem Erdradius r_e und dem Abstand Erde-Mond s_{e-m} . Abstände und Größen der Himmelsobjekte sind nicht maßstabsgetreu dargestellt

und Tangens nicht offen. Möglicherweise hätten wir den Winkeldurchmesser des Mondes durch Anpeilen der oberen und unteren Mondseite bestimmen und dann das rechtwinklige Dreieck mit dem Mondradius verwenden können. Allerdings bestünde dann immer noch das Problem mit der erforderlichen großen Genauigkeit. Weil der Winkeldurchmesser des Mondes so klein ist, hätten schon kleine Vermessungsfehler, die wir sicherlich gemacht hätten, extreme Auswirkungen, und wir hätten somit große Fehler in unserem Ergebnis bekommen.



Der Zusammenhang zwischen dem Winkel β , unter dem wir von der Erde aus den Radius des Mondes sehen, dem Mondradius r_m und dem Abstand Erde-Mond s_{e-m} . Abstände und Größen der Himmelsobjekte sind nicht maßstabsgetreu dargestellt

Wir mussten uns daher für einen alternativen Weg entscheiden: Wir schauten uns ein Bild einer partiellen Mondfinsternis an und haben auf diesem Bild sowohl den Erdkernschatten als auch den Mond nachkonstruiert. Dies verwirklichteten wir, indem wir an zwei beliebigen ausgewählten Stellen auf dem jeweiligen Rand mithilfe des Zirkels eingestochen haben und dann von den Stellen des Kreisrandes zwei Kreisabschnitte gezeichnet haben, die sich in zwei Stellen schnitten. Als wir nun diese zwei Punkte verbanden, bekamen wir eine Linie, auf

der irgendwo der Mittelpunkt des Kreises liegen musste. Dieses Verfahren wiederholten wir dann an einer anderen beliebigen Stelle des Kreises. Die zwei konstruierten Linien schnitten sich dann in einem Punkt: dem Mittelpunkt des Kreises.

So war es uns dann möglich, das Verhältnis zwischen dem Schattenradius r_s und dem Mondradius r_m herauszubekommen, denn das waren natürlich die Radien der soeben konstruierten Kreise. Das half uns weiter, denn wir konnten zwei Gleichungen aufstellen, die den Abstand der Erde zum Mond beschreiben und in denen das Verhältnis zwischen dem Mondradius und des Erdkernschattenradius auftaucht:

$$\tan \alpha = \frac{r_e - r_s}{s_{e-m}}$$

$$\tan \beta = \frac{r_m}{s_{e-m}}$$

Dabei ist β der halbe Winkeldurchmesser des Mondes und α der halbe Öffnungswinkel des Schattenkegels. Das Verhältnis zwischen dem Radius des Schattens und dem des Mondes nach unseren Berechnungen aus den konstruierten Kreisen der partiellen Mondfinsternis war ungefähr 2,1, also muss der Schattenkegel in etwas mehr als dem doppelten Mondabstand enden. Da der Abstand Erde-Mond aber sehr viel kleiner ist als der Abstand Erde-Sonne, ist der Winkel α auch in etwa der Winkel, unter dem wir von der Erde aus die Sonne am Himmel sehen. Das sind rund $0,5^\circ$.

Und weil der Mond die Sonne (abgesehen von der Korona) während einer Sonnenfinsternis fast exakt abdeckt, ist der Winkeldurchmesser

der Sonne näherungsweise gleich dem des Mondes, es gilt also $\alpha \approx \beta$. Dieser Zufall ermöglicht es übrigens erst, dass solche Naturspektakel wie totale Sonnenfinsternisse überhaupt zustande kommen und auf der Erde beobachtet werden können.

Da der Winkel α sehr klein ist, gilt für ihn die Näherung $\tan \alpha \approx \alpha$, wenn man ihn zuvor ins Bogenmaß umrechnet. Wenn man nun die beiden Gleichungen mit den Radien des Mondes und des Erdkernschattens so umformt, dass jeweils der Radius des Mondes r_m und der Radius des Schattens r_s isoliert auf einer Seite stehen, erhält man folgende Gleichungen:

$$r_s = r_e - \alpha \cdot s_{e-m}$$

$$r_m = \alpha \cdot s_{e-m}$$

Indem man das Verhältnis bildet, lassen sich die zwei Gleichungen zu einer zusammenfassen. Als nächstes können wir nach dem Abstand zwischen Erde und Mond auflösen und die Werte einsetzen:

$$\frac{r_s}{r_m} = \frac{r_e - \alpha \cdot s_{e-m}}{\alpha \cdot s_{e-m}}$$

$$\alpha \cdot s_{e-m} \cdot \frac{r_s}{r_m} = r_e - \alpha \cdot s_{e-m}$$

$$r_e = \alpha \cdot s_{e-m} \cdot \frac{r_s}{r_m} + \alpha \cdot s_{e-m} = \left(\frac{r_s}{r_m} + 1\right) \cdot \alpha \cdot s_{e-m}$$

$$s_{e-m} = \frac{r_e}{\left(\frac{r_s}{r_m} + 1\right) \cdot \alpha} = \frac{6371 \text{ km}}{(2,1 + 1) \cdot 0,00436}$$

$$s_{e-m} \approx 471,000 \text{ km}$$

Die 471.000 km, das wir mithilfe eines einfachen Bildes und mit ein paar Überlegungen zur Bestimmung von Strecken anhand von einem rechtwinkligen Dreieck erhalten haben, sind für unsere Verhältnisse ein nicht nur einigermaßen akzeptables Resultat, sondern überraschenderweise echt gut. Es entspricht aber nicht dem tatsächlichen Abstand, sondern liegt ungefähr 90.000 km über dem Literaturwert von 384.400 km für den mittleren Abstand des Mondes von der Erde. Der tatsächliche Abstand Erde – Mond variiert wegen der Elliptizität der Umlaufbahn um ca. 50.000 km. Die größte Entfernung liegt bei ungefähr 406.000 km und die geringste bei ca. 356.000 km.

Wichtiger als absolute Präzision ist jedoch, dass wir uns selbst eine Möglichkeit zur Berechnung des Abstandes ausgedacht und sie angewandt haben, ohne dafür hochkomplexe Instrumente zu benutzen und zahlreiche neue Beobachtungsdaten zu sammeln. „Es ist zwar nicht ganz korrekt, aber es macht Spaß!“ Dieses Zitat von Marc aus einer Präsentation fasst das Ganze gut zusammen. Es war zwar schwierig auf die Idee zu kommen, die zur Lösung geführt hat, und diese dann auch noch auszuarbeiten. Dennoch hat es tatsächlich Spaß gemacht! Es war ein Abenteuer und mal eine Abwechslung von puren „Vorlesungen“, denn das Ganze wäre so in der Schule mit einer ganzen Klasse nicht möglich gewesen. Aber genau das machte den Reiz unseres Kurses aus, der für uns natürlich „der beste der Welt“ – und der gesamten Akademie – war.

Die Entstehung des Mondes

JESSICA CZECH

Nachdem wir uns nun bestens mit der Umlaufbahn des Mondes auskannten, haben wir uns gefragt: Wie ist der Mond überhaupt entstanden? Da wir leider nicht in der Zeit zurück reisen konnten, um die Entstehung des Mondes zu beobachten, haben wir uns mit gängigen Theorien über die Mondentstehung befasst. Dazu haben wir uns bereits bekannte Fakten über den Mond angeschaut und versucht, Aspekte nachzuvollziehen, um die Theorien entweder zu untermauern oder zu widerlegen.



Konzentriertes Arbeiten im Astrokurs

So wissen wir zum Beispiel durch die Apollo-Missionen viel über die Eigenschaften der Mondoberfläche. Die Astronauten haben da-

mals nicht nur Gestein zurück zur Erde gebracht, sondern viele Informationen gesammelt und Untersuchungen angestellt, von denen wir Gebrauch machen konnten. Insgesamt haben wir vier verschiedene Theorien einander gegenübergestellt. Vielleicht wurde der Mond ja vor langer Zeit von der Erde eingefangen? Er könnte weit weg entstanden sein und dann ziellos durch die Weiten des Sonnensystems bis zu unserer Erde gewandert sein. Dadurch würde der gleiche Drehsinn von Erd- und Mondumlaufbahn Sinn ergeben. Selbst unterschiedliche Isotopenverhältnisse in Gesteinsproben von Mond und Erde passen dazu. Verschiedene Isotope eines Elementes unterscheiden sich durch ihre Neutronenzahl und damit ihre Massenzahl.

Andererseits haben die Gesteine von Mond und Erde aber auch viele Gemeinsamkeiten und es ist daher unwahrscheinlich, dass derart ähnliches Gestein wie auf der Erde ganz woanders im Sonnensystem entstanden ist. Auch die kaum exzentrische Umlaufbahn des Mondes um die Erde und die Größe des Mondes im Verhältnis zur Erde passen nicht dazu. Daher fragten wir uns, ob der Mond nicht aus der Erde herausgerissen wurde, weil diese sich anfangs sehr schnell drehte. Damit könnten wir das ähnliche Gestein perfekt erklären: Es wäre Gestein desselben Planeten. Aber auch dazu fanden wir gleich Gegenargumente, denn der Mond hat eine andere Dichte als die Erde. Außerdem gibt es die schon angesprochenen kleinen, aber dennoch bedeutenden Auffälligkeiten bei den Isotopenverhältnissen. Zum Beispiel kommt ein Kaliumisotop um vier Tausendstel häufiger im Mondgestein vor als auf der Erde.

Da die ersten zwei Theorien somit nicht stimmen konnten, kamen wir auf die Idee, dass der Mond und die Erde gleichzeitig entstanden sein könnten. In einer riesigen Gaswolke, die durch ihre eigene Masse zusammenklumpte, wären laut dieser Theorie die Sonne, unser Heimatplanet und sein kosmischer Begleiter entstanden, also ungefähr zur gleichen Zeit (vermutlich vor 4,6 Milliarden Jahren) und aus den gleichen Bestandteilen. Das einzige Pro-Argument dafür ist die Ähnlichkeit der Gesteine. Dem widersprechen jedoch die verschiedenen Isotopenverhältnisse, und der Drehimpuls des Mondes passt nicht dazu.

Während wir uns weiterhin Gedanken darüber machten, brachte uns Merit Toffifee als Nervennahrung. Diese Süßware wurde im Astrokurs zu einem beliebten Snack, den wir wahrscheinlich noch lange mit der Akademie verbinden werden (keine Werbung, es gab auch Gurken, Karotten und Haribo).

Zuletzt ist nur eine Theorie übriggeblieben: Sie besagt, dass der Mond durch einen Zusammenstoß der Erde mit einem etwa marsgroßen Planeten entstand. Dabei könnten die Reste des einschlagenden Planeten und bei der Kollision abgetrennte Teile der Ur-Erde zu unserem Mond verschmolzen sein. Dafür sprechen viele Indizien, zum Beispiel die Größe des Mondes, die Form der Umlaufbahn, das Alter und die Ähnlichkeit des Gesteins, die verschiedenen Isotopenverhältnisse, die Dichte des Mondes und der hohe Drehimpuls. Gegenargumente fanden wir nicht. Vermutlich ist das die wahre Geschichte des Mondes, und tatsächlich wird diese Version heutzutage von den meisten Wissenschaftlern akzeptiert.

Wir lernten wie Wissenschaftler zu argumentieren und vor allem auch Ideen aufzugeben, die wir nicht mit Fakten unterstützen können. Es hat mir persönlich sehr gefallen in dieser entspannten Atmosphäre zu diskutieren, weil alle mitgedacht haben und wir zu interessanten Ergebnissen kamen.

Die Mondoberfläche

LOTTE MÜSSIG

Der Mond besitzt keine perfekt glatte Oberfläche, sondern ist von vielen Kratern übersät. Diese sind durch Zusammenstöße des Mondes mit Asteroiden oder Kometen entstanden, die meisten davon in der Anfangszeit unseres Sonnensystems. Der Durchmesser eines Einschlagkraters ist in etwa 10 mal so groß wie seine Tiefe, wobei es dabei eine deutliche Spannweite an Verhältnissen gibt. Einer der größten Mondkrater, Hertzprung, hat einen Durchmesser von beeindruckenden 536 km. Auch auf der Erde gibt es Krater, jedoch werden kleinere Meteoroiden durch den Luftwiderstand in der Erdatmosphäre gebremst, und die kleinsten verglühen, bevor sie auf dem Boden auftreffen.

Außerdem sind viele in der Vergangenheit entstandene Krater auf der Erde heutzutage nicht mehr sichtbar, da sie durch Vegetation, Plattentektonik und/oder durch Erosion abgetragen wurden. Ein bekannter Krater in Deutschland ist das Nördlinger Ries.

Bei Halbmond kann man die Krater auf dem Mond besonders gut erkennen, da die Sonne dabei von der Seite auf die Mondoberfläche scheint und somit das Sonnenlicht Schatten in die Krater wirft.

Um diese Erkenntnis zu veranschaulichen, bauten wir ein Modell. Dabei gossen wir eine realistisch aussehende Mondoberfläche aus Gips mit verschiedenen großen Kratern. Um die Sonne darzustellen, bauten wir ein Holzgestell, bei dem einmal Lampen parallel zum Boden leuchten (Halbmond) und einmal Lampen senkrecht auf den Boden strahlen (Vollmond). Darunter legten wir die Gipsmundoberfläche und installierten zusätzlich einen Schalter, mit dem wir von Vollmond auf Halbmond schalten können.



Oberflächenmodell des Mondes zur Simulation der Beleuchtungsverhältnisse bei Halbmond (links) und Vollmond (rechts)

Jedoch besteht die Mondoberfläche nicht nur aus hartem Gestein, sondern ist von Regolith, einer staubähnlichen Schicht, bedeckt. Vor der ersten Mondlandung wusste man nicht, wie tief diese Schicht ist. Man befürchtete sogar, dass die Landekapseln darin versinken könnten und somit eine sichere Mondmission unmöglich sei. Heutzutage wissen wir, dass diese Schicht oft nur einige Millimeter tief ist. Sie ist so fein, dass wir sogar Fußabdrücke darauf hinterlassen können.

Da wir dies selbst ausprobieren wollten, gossen wir eine Mondoberfläche aus Zement nach. Diese hatte kleine Vertiefungen, die die Krater auf dem Mond darstellen. Nachdem die Zementfläche getrocknet war, schliffen wir sie mit Schleifpapier ab, um die Staubschicht zu erzeugen.

Außerdem bauten wir kleine Schuhe aus Holz und Styropor, damit wir auch einen Fußabdruck darin hinterlassen konnten. Auf dem Mond entsteht Regolith beispielsweise durch Einschläge von Meteoriten und kleinen Partikeln, bei denen Gestein des Mondes immer weiter zerkleinert wird, so dass die feine Regolithschicht entsteht.



Mondmodell mit Kratern und Mondmeeren

Wer den Mond aufmerksam beobachtet, erkennt schon mit bloßem Auge dunkle Flächen auf der Mondoberfläche. Sie nennen sich Mondmeere (lat. Maria). Anhand eines weiteren Modells veranschaulichten wir diese.

Dafür ummantelten wir eine Styroporkugel mit Gips und drückten Vertiefungen hinein. Danach malten wir diese mit unterschiedlichen dunklen Farbtönen an. Die dunklen Stellen zeigen die Mondmeere. Sie entstanden durch großflächige Vertiefungen auf dem Mond, die sich mit Lava füllten. Nachdem diese abkühlte, blieb das erkaltete dunkle Gestein zurück, das noch heute zu erkennen ist.

Der Entonaut

JONATHAN WEIHING

Da wir einige Zeit im Werkraum – unserem zweiten Kursraum – die zahlreichen Modelle bauten, gab es einige Phasen, in denen man zwar schon mit seinem Modell fertig war, aber noch auf die anderen wartete, weshalb wir den Werkraum auch mal näher unter die Lupe nahmen. So kam es dazu, dass die beiden Jonathans einen Stock mit einem Spielzeug-Entenkopf an der Spitze im Müll fanden; spontan sägten sie ihn einfach mal ab, um zu schauen, was man mit ihm anstellen könne. Schließlich kamen sie auf die Idee, den abgesägten Entenkopf auf die von ihnen gebaute Rakete zu stecken. Erstaunlicherweise passten der Rohrdurchmesser und der Durchmesser des Kopfes exakt aufeinander, weshalb wir ihn einfach darauf behielten.



Der Entonaut guckt aus seiner Rakete

Nachdem der Vorschlag eines Teilnehmers unseres Kurses kam, diese Rakete als Maskottchen zu nehmen, war der Name schnell gefunden: Entonaut. Nun musste nur noch ein Schlachtruf gefunden werden. Dabei entwickelten wir sogar unsere eigene Raumfahrtorganisation ESA, die Enten Space Agency. Daher musste nun noch die Hülle der Rakete, auf die davor eine amerikanischen Flagge gemalt worden war, geändert werden. Anstatt der amerikanischen Flagge malten wir nun das Logo der ESA darauf. Fertig war unser Entonaut, ein Stück Zufall und Kreativität durch Freizeit inspiriert. Trotzdem war es ein würdiges Maskottchen, das uns von nun an auf vielen Veranstaltungen begleitete.

Hochaufgelöste Mondaufnahmen

LARISSA SCHURER

In der zweiten Woche der Akademie war es endlich so weit und wir kamen unserem kosmischen Nachbarn mit eigenen Mondbeobachtungen ein kleines Stückchen näher. Die dazu benötigten Teleskope hatte uns Caro aus dem Haus der Astronomie in Heidelberg mitgebracht.

Unsere Freude war riesig, denn keiner von uns hatte zuvor mit solchen Teleskopen gearbeitet und wir waren ganz aufgeregt eine solche Chance zu erhalten.



Mondsüchtige bei der Arbeit

Bereits in der morgendlichen Kursschiene hatten wir eine Einführung zum Thema Teleskope erhalten, damit wir nach der Abend-KüA-Schiene sofort loslegen konnten. Doch das Aufbauen war nicht so einfach wie zuerst gedacht. Wir lernten alle Einzelteile der hochprofessionellen Teleskope kennen. Caro erklärte uns, welche unterschiedlichen Okulare es gibt und welches am besten für unsere Beobachtungen geeignet wäre. Außerdem übten wir, das Teleskop auf die richtige Art und Weise auszurichten, so dass wir den Mond verfolgen konnten, der bekanntlich am Nachthimmel wandert.

Je nachdem, welches Zubehör verwendet wird, ist das Gewicht des Teleskops beim Aufbau aber unterschiedlich verteilt, das glichen wir mithilfe des Gegengewichts aus. Dieses sollten wir so anbringen, dass das Teleskop sich nicht von alleine in Bewegung setzt, egal wohin es zeigt. Danach konnten wir es selbst manuell bzw. durch den Computer steuern.

Der Sucher hilft uns dabei, das Himmelsobjekt, das man beobachten will – in unserem Fall den Mond – am Himmel anzupeilen und ihn perfekt ins Sichtfeld unserer Teleskope zu rücken. Draußen vor unserem Kursraum im LSZU I übten wir begeistert das, was wir gelernt hatten, und probierten alles aus. Den ganzen Tag waren wir schon voller Vorfreude auf den Abend und konnten es kaum erwarten den Mond endlich selbst zu beobachten. Nach den Abend-KüAs ging es dann sofort los. Wir bauten zuerst die Teleskope auf, und schlossen sowohl den Computer, als auch die Kamera an. Jetzt konnten wir endlich selbst das sehen und bestaunen, womit wir uns die Tage zuvor im Kurs beschäftigt hatten: die unzähligen Krater des Mondes und seine Mondmeere. Glücklicherweise hatten wir gute Bedingungen: Die Nacht war klar und es gab kaum Wolken, die sich vor den Mond schoben.



Der Mond mit dem Handy durchs Teleskop fotografiert

Außerdem näherten sich die Mondphase dem Halbmond, wodurch die Krater aufgrund ihres Schattenwurfes auf den Bildern deutlicher zu sehen waren. Für unsere Beobachtungen hatten wir zwei Linsenteleskope mit 10 cm Durchmesser und 900 mm Brennweite: eins zum Durchschauen und eins, um Videos von der Mondoberfläche aufzunehmen. Was wir sahen, war atemberaubend, es war fast so als wäre der Mond direkt vor uns, zum Greifen nah und so detailliert.

Durch das Teleskop war es uns sogar möglich, nur mithilfe unserer Smartphones hochauflöste Aufnahmen des Mondes zu machen, die jedes einzelne Detail widerspiegelten und uns staunen ließen.



Eine unserer eigenen Mondaufnahmen

Auf unseren Videoaufnahmen war ein durch die Unruhe der Erdatmosphäre verursachtes Wabern der Mondoberfläche zu sehen. Deshalb bearbeiteten wir die Videos am nächsten Tag in der Kursschiene mithilfe der Computerprogramme AutoStakkert und RegiStax nach. Ersteres filterte aus den aufgenommenen Videos die schärfsten Einzelbilder heraus und erstellte aus diesen, indem es sie überlagerte, ein scharfes Bild. Mithilfe des Programms RegiStax haben wir dieses nochmals nachgeschärft. Auf die Resultate waren wir zu Recht stolz.

Experimente zur Kraterbildung

FLORIAN STEINBERG

Das erste, was einem wahrscheinlich auffällt, wenn man unsere hochauflösten Mondfotos betrachtet, sind die vielen Krater, mit denen der Mond regelrecht übersät ist und die durch Asteroideneinschläge entstanden sind. Da es aber – zum Glück – nicht jeden Tag vorkommt, dass ein Asteroid auf der Erde einschlägt, wir aber trotzdem solche Ereignisse verstehen wollten, haben wir Experimente dazu durchgeführt. Sie halfen uns dabei, die während eines Einschlags stattfindenden Geschehnisse zu veranschaulichen. Dazu haben wir zuerst Kugeln mit verschiedenen Massen (zum Beispiel 35 g) und aus verschiedenen Höhen in eine Schale mit Mehl fallen lassen, das mit einer dünnen

Kakaoschicht bedeckt war. Mithilfe der Kakao-schicht konnten wir die Verteilung des Auswurf-materials besser sichtbar machen. Als Ergebnis hatten wir unterschiedlich große Krater, die einen strahlenförmigen Auswurf hatten.



Krater mit Mehlauswurf

Nun wollten wir aber natürlich auch wissen, wie schnell unsere Kugel gefallen ist. Dazu brauchten wir die Formeln für die potenzielle Energie und die Bewegungsenergie

$$W_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h$$

$$W_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Da die potenzielle Energie bis zum Auftreffen auf den Untergrund komplett in Bewegungsenergie umgewandelt wird, kann man die beiden Energieformen gleichsetzen. Wenn man die Gleichung anschließend nach der Geschwindigkeit umformt, ergibt sich $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$.

Mit $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ und $h = 1 \text{ m}$ erhält man $v = 4,43 \text{ m/s} = 15,94 \text{ km/h}$. Die Kugel, die wir aus einem Meter Höhe fallen gelassen haben, hätte am Boden also eine Geschwindigkeit von $15,94 \text{ km/h}$. Die Luftreibung haben wir dabei vernachlässigt.

Danach sind wir das Ganze schon ein bisschen größer angegangen und haben ein 1 kg-Gewicht aus einem Meter Höhe in das Beachvolleyballfeld fallen lassen. Es bildete sich ein schöner Wall um den Krater herum.

Aber wir aus dem Astronomiekurs wollten natürlich hoch hinaus, und haben es uns deshalb nicht nehmen lassen, eine Kugel auch aus $9,30 \text{ m}$ Höhe fallenzulassen, nämlich aus dem

obersten Stockwerk des LSZU-Gebäudes. Mit unserem frisch eingeweihten Schlachtruf haben wir bei dieser Aktion auch den ein oder anderen Teilnehmer anderer Kurse zum Staunen gebracht.

Und auch wenn mal etwas schief ging, wenn zum Beispiel die Kugel vorzeitig herunterfiel, hatten wir keine Scheu den Versuch einfach noch einmal zu wiederholen. Selbstverständlich haben wir dabei alle Sicherheitsstandards eingehalten. Und natürlich musste dann auch das 1-kg-Gewicht, das uns fast überall hin mitbegleitet hat, den Fall aus über neun Metern Höhe absolvieren, was uns erfreute, die Plastikschele mit dem Mehl wahrscheinlich eher weniger ...



Einschlagsexperimente auf dem Beachvolleyballfeld

Auch wenn die Versuche nicht ganz der Realität entsprachen, weil unsere Krater ein anderes Verhältnis zwischen Tiefe und Durchmesser hatten als auf dem Mond, haben wir dennoch gelernt, was für immense Energien freierwerden, wenn auf dem Mond ein riesiger Asteroid mit einer Geschwindigkeit von mehreren 10 km/s einschlägt und was für gewaltige Auswirkungen das haben muss.



Vorbereitungen für Abwurfexperimente aus dem oberen Stockwerk des LSZU-Gebäudes

Exkursion zum Flugplatz Schlierstadt

MARC MÜLLER

Die bisherigen Kraterexperimente erschienen uns allerdings ausbaufähig. Es hatte sich schon herumgesprochen, dass wir in der KüA-Schiene am Mittag einen Ausflug machen würden – sehr zum Leidwesen einiger KüA-Leiter. Wir selbst wussten auch nicht, was uns erwarten würde. Als der Kurs losging, waren wir also auch sehr gespannt, was wir denn jetzt machen würden. Nachdem uns Caro und Dominik das erzählt hatten, standen erst mal allen die Münder offen: Wir würden das 1 kg-Gewicht aus 300 m Höhe fallen lassen (bzw. ein Fallschirmspringer wollte es für uns aus dem Flugzeug werfen). Damit wollten wir einen größeren Krater erschaffen.

Mit großer Vorfreude trafen wir uns direkt nach dem Mittagessen, um loszufahren. Dann fuhren wir zum Flugplatz. Am Flugplatz wurden wir sehr nett von den Betreibern begrüßt und halfen, das Flugzeug aus der Lagerhalle hinauszuschieben. Danach beantwortete uns die Pilotin unsere vielen Fragen zu dem Flugzeug.

Dann konnten wir noch eine Weile das WLAN genießen und nach einer Woche Koffeinentzug endlich wieder Cola trinken, während die Pilotin das Flugzeug vorbereitete. Wir durften leider nicht mitfliegen, und so schauten wir von unten zu. Um uns selbst für den unmöglichen Fall, dass uns das 1 kg-Gewicht aus 300 m Höhe auf den Kopf fallen würde, sicher fühlen zu können, trugen wir natürlich Helme. Im Nachhinein befürchteten wir allerdings, dass wir von der Wirksamkeit der Helme enttäuscht worden wären . . .

Als das Flugzeug dann bereit war, halfen wir, es auf die Startbahn zu schieben und konnten dann beim Start zuschauen. Mit Kameras und Ferngläsern beobachteten und dokumentierten wir den Flug. Außerdem filmte der Fallschirmspringer alles mit seiner Go-Pro. Das Flugzeug flog eine Kurve um den Flugplatz, bevor der Fallschirmspringer das 1 kg-Gewicht herunterfallen ließ. Von unten konnten wir leider nicht mit bloßem Auge erkennen, wie das Gewicht herausgeworfen wurde. Kurz danach sprang auch der Fallschirmspringer hinaus.



Der Moment des Abwurfs von unten

Als das Flugzeug wieder gelandet und der Fallschirmspringer zurückgelaufen war, machten wir uns auf die Suche nach dem Gewicht. Um es leichter wiederfinden zu können, wollten wir es zuerst mit einer grellen Farbe anmalen, stülpten dann jedoch einfach einen neonorangenen Luftballon darüber. Nach ein paar Minuten fanden wir das Gewicht. Da nicht zu erwarten war, dass das Gewicht nach dem Aufprall sehr weit geflogen war, konnten wir davon ausgehen, dass der Krater ganz in der Nähe sein musste.

Und so war es auch. Der Krater war nämlich direkt neben dem Gewicht. Im Vergleich zu der Größe, die wir erwartet hatten, war der Krater recht klein. Es war aber auch ziemlich sicher, dass dies der Krater des Gewichts war, denn er hatte die Form des 1 kg-Gewichts. Der Grund, weshalb der Krater so klein war, war die trockene und harte Erde. Da der Krater sich auf der Landebahn befand, war der Boden auch dementsprechend festgefahren. In Anbetracht der Umstände war also der Krater ziemlich gut.

Wir wollten natürlich auch ein Andenken an das Erlebnis haben, deswegen holten ein paar von uns den mitgebrachten Blitzzement und Wasser. Wir rührten dann den Zement an und gossen den Krater aus. Danach gingen wir wieder zum Hangar zurück, wo wir uns dann das Go-Pro-Video anschauen konnten.



Standbild aus dem Go-Pro-Video des Fallschirmspringers, das den Moment des Abwurfs zeigt

Auf dem Video sah es aus, als ob das Gewicht schon einige Meter früher aufgekommen wäre und dass der Krater, den wir gefunden hatten, daher vielleicht nur der zweite Aufschlag war. Wir machten uns also noch einmal auf die Suche. Wir suchten sehr gründlich, fanden aber nichts außer Mauselöchern. Wir erklärten uns dies später dadurch, dass die Auflösung des Videos nicht ausreichend gut war, um das Gewicht aus der großen Entfernung einzufangen. Wir gingen also wieder zum Hangar zurück und halfen dort beim Reinschieben des Flugzeugs. Dabei konnten wir die tolle Konstruktion beobachten, welche zum Rein- und Rausschieben nötig war. Danach verabschiedeten wir uns herzlich von den Betreibern und fuhren wieder zum Campus zurück. Eine coole Aktion, die wir nicht so bald vergessen werden!



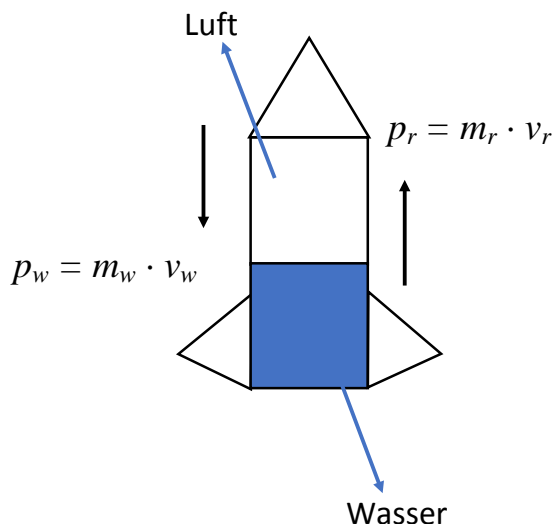
Messung der Tiefe des Einschlagkraters

Wasserraketen

MARKO IVANOV

300 Meter mit dem Flugzeug sind zwar schon ziemlich hoch, aber sehr wenig im Vergleich zum Abstand des Mondes von der Erde. Deshalb beschäftigten wir uns mit Raketen. Da wir jedoch nicht direkt mit pyrotechnischen Raketen anfangen wollten, starteten wir mit den vermeintlich harmlosen Wasserraketen. Um zu verstehen, wie eine solche Rakete fliegt, haben wir uns näher mit dem Impuls beschäftigt. Der Impuls ist eine physikalische Erhaltungsgröße, kann also weder erzeugt noch vernichtet, sondern nur umverteilt werden. Das heißt, wenn man zum Beispiel von einem Schlauchboot ins Wasser springt, muss das Boot einen gleich großen Impuls nach hinten erfahren. Somit setzt es sich nach hinten in Bewegung. Die Formel für den Impuls lautet: $p = m \cdot v$ (Masse \times Geschwindigkeit). Dies bedeutet, dass je größer die Masse eines Körpers ist, der zum Beispiel mit einem anderen Körper kollidiert, desto größer ist der Impuls. Außerdem gilt, dass je größer die Geschwindigkeit eines Körpers, desto größer ist auch der Impuls.

Da die Akademie natürlich nicht nur aus Theorie sondern auch aus Praxis besteht, wollten



Wie eine Wasserrakete funktioniert. Es gilt $p_r = m_r \cdot v_r = p_w = m_w \cdot v_w$ mit dem Impuls des Wassers p_w , der Masse des Wassers m_w , der Geschwindigkeit des Wassers v_w , dem Impuls der Rakete p_r und der Masse der Rakete m_r .

wir dies auch noch selbst ausprobieren. Deshalb sind wir mit Wasserraketen, Wasserpumpen und zwei Hochgeschwindigkeitskameras auf das Fußballfeld gegangen. Zuerst füllten wir Wasser in die Rakete und pumpten dann mit der mehr oder weniger funktionierenden Pumpe Luft hinein. Dadurch wird ein Druck erzeugt und durch diesen Druck wird das Wasser, wenn wir den Verschluss öffnen, aus der Rakete herausgedrückt. Weil wie oben besprochen der Impuls insgesamt erhalten bleibt, wird die Rakete selbst dabei hoch in die Luft geschossen.



Start der Wasserrakete

Um die Rakete zu optimieren, füllten wir mit jedem weiteren Versuch auch mehr Wasser in die Wasserrakete. Der Impuls nimmt ja pro-

portional zur Masse zu. Das heißt, je mehr Wasser sich in der Rakete befindet und dann herausgedrückt werden kann, desto größer ist auch die Masse, die beim Austoß nach unten gedrückt wird. Grundsätzlich würde damit ja auch der Impuls größer. Allerdings muss man bedenken, dass das Wasser auch Platz in der Rakete einnimmt und so weniger Luft hineingepumpt werden kann. So wird der Impuls ab einer bestimmten Wassermenge wieder kleiner, weil obwohl mehr Masse in der Rakete ist, diese mit einer geringen Geschwindigkeit herausgedrückt wird. Ebenfalls ineffizient ist es, wenn man fast nur Luft hineinpumpt, da der Impuls sowohl von der Geschwindigkeit als auch von der Masse bestimmt wird. Also war es wichtig, das optimale Verhältnis zwischen dem Wasseranteil und der Luftmenge, die komprimiert werden kann, durch Ausprobieren herauszufinden.



Die Wasserrakete in der Luft

Wir hatten definitiv viel Spaß dabei und werden auch nie vergessen, wie wir erwartungsvoll auf den Start der Wasserrakete gewartet haben und diese dann aber bereits kurz danach wieder auf die Erde zurückfiel. Das lag daran, dass wir erhebliche Probleme mit der Luftpumpe hatten. Selbst nach dem Einsatz des Wundermittels Gaffa bekamen wir dieses Problem nicht behoben. Trotzdem erzielten wir in den anfänglichen Versuchen respektable Ergebnisse, die wir auch mit den Hochgeschwindigkeitskameras aufgenommen und später im Kurs ausgewertet haben.

Trotz der experimentellen Schwierigkeiten konnte uns niemand den Spaß daran nehmen, auch wenn der ein oder andere Flug nicht so funktionierte, wie wir es uns vorgestellt hatten.

Feststoffraketen

NIKOLAS MÜNST

Wir hatten schon Raketen mit Wasser als Antriebsmasse gestartet, wollten es aber noch weitertreiben. Dazu wendeten wir uns chemisch angetriebenen Raketen zu, und zwar den Feststoffraketen. Diese funktionieren so: Ein Feststoff wird entzündet und das entstehende Gas entweicht durch eine Düse und bringt die Rakete zum Abheben. In unserem Kurs verwendeten wir professionell für den Modellbau hergestellte und offiziell für Modellraketen zugelassene Treibsätze. Zuallererst schauten wir uns den Zünder genauer an. Der Zünder enthält einen Stoff, der sich – wenn Strom durch ihn fließt – sehr schnell entzündet. Durch ihn wird die Zündkontrolle auf einen Knopfdruck vereinfacht. Probeweise zündeten wir ein Exemplar ohne Raketentreibsatz.



Die kleine Rakete auf der improvisierten Startrampe im Beachvolleyballfeld

Dann widmeten wir uns dem Anzündband: ein Streifen Tesafilm, auf den Schwarzpulver aufgebracht ist. Es dient dazu, den Zündfunken zum Treibsatz zu übertragen und dort die chemische Reaktion in Gang zu bringen. Auch das probierten wir einmal ohne Rakete aus. Wir machten davon Videos und es sah aus, als würde der Tesafilm in Flammen aufgehen. Für das Zünden der Feststoffantriebe braucht man schließlich auch noch brennbare Stäbe. Damit wird beim Zünden der Funken vom Anzündband in die Feststoffantriebe geführt. Diese Stäbe probierten wir aber nicht aus.

Als nächstes bauten wir die erste von zwei Raketen. Dazu nahmen wir eine Röhre und teilten uns in Arbeitsgruppen auf. Die eine Gruppe musste die Heckflossen für eine stabile Flugbahn ausschneiden und mit Panzertape an der Rakete anbringen. Eine andere Gruppe musste die Führungsschienen für die Rakete ankleben, damit sie an der Startrampe einen geraden Start haben konnte. Die dritte Gruppe verstärkte die Schulter der Raketenspitze, damit sie besser in die Röhre passte und nicht etwa vorzeitig herausflog. Auf dem höchsten Punkt der Flugbahn sollte die Raketenspitze samt bremsendem Flatterband mittels einer Ausstoßladung herausgeschleudert werden.

Nach der Fertigstellung mussten wir leider feststellen, dass die Schienen für die Startrampe zu groß waren und so mussten wir Ersatz besorgen. Außerdem standen die Flossen zu nah beieinander und wurden so gegen die Startrampe gedrückt, was den Start viel unkontrollierbarer machen würde. Auch das korrigierten wir.

Dann konnten wir endlich unsere Rakete starten lassen. Wir brachten die Ersatzstartrampe im Beachvolleyballfeld in Position. Der Feststoffantrieb der Rakete war schon mit den verschiedenen Zündvorrichtungen „scharf gemacht“. Alle Kameras – ob mit aktivierter Zeitlupenfunktion oder ohne – waren in Stellung gebracht. Dann zählten wir unseren Countdown herunter: „3, 2, 1 ENTONAUT LIFTOFF!“

Dann wurde der Knopf für den Start gedrückt. Es ging alles so schnell, dass man eigentlich nur sah, wie plötzlich die Rakete vom Boden abhob und in den Himmel schoss. Kurz darauf flog die Spitze ab und die Rakete fiel zu Boden. Das war der große Flug unserer kleinen Rakete.

Die zweite Rakete, die wir starteten, war etwas größer. Sie war zwar lange nicht so groß wie eine Saturn-V-Rakete, die wir gerne hätten fliegen lassen, jedoch fehlten uns dazu einfach die Möglichkeiten. Also wurde es eine Modellrakete, aber dafür eine vergleichsweise große. Etwas jedoch war an ihr besonders – sie war zweistufig. Entworfen hatte sie unser Kursleiter Dominik. Sie war schon ein paar Mal in der Luft gewesen bevor wir sie starteten, also konnte man mit Erfolg rechnen.

Die Rakete wurde also startklar gemacht. Als allererstes wurden unten in der zweiten Stufe vier Treibsätze angebracht. Sie waren vom gleichen Hersteller wie bei der kleinen Rakete. Die Treibsätze wurden festgeschraubt, damit sie nicht herausfielen. Dann wurden sie auch mit den Anzündstäben versehen und mit dem Schwarzpulvertesafilem so miteinander verbunden, dass sie möglichst gleichzeitig zündeten.

Nun konnte das Anzündband nicht einfach mit dem Zünder versehen werden, denn die Rakete würde ja bereits im Flug sein, wenn die zweite Stufe gezündet werden soll. Also musste man spezielle Antriebe in der ersten Stufe anbringen, die Funken nach oben ausstoßen, wenn sie ausgebrannt sind. Diese nutzten wir dann, um die zweite Stufe zu zünden, indem wir diese Funken auf die brennbare Fläche des Zündtesafilems schießen ließen. Dieser zündete dann wiederum die Raketenantriebe der zweiten Stufe an. Auch die Antriebe der ersten Stufe wurden festgeschraubt und „scharf gemacht“.



Start der zweistufigen Rakete

Dann war die Rakete fertig und wir mussten mit Autos auf ein unbewohntes Feld mit möglichst wenig Wald fahren. Das machten wir aus Sicherheitsgründen und weil wir die Rakete wie-

derfinden wollten. Dort bereiteten wir alles vor. Kameras wurden wieder platziert und die Kamera an der Rakete wurde aktiviert. Die elektrische Zündvorrichtung wurde angebracht und alle hielten einen Sicherheitsabstand ein. Wir begannen wieder, unseren Countdown herunter zu zählen: „3, 2, 1 ENTONAUT LIFTOFF!“

Dann hob die Rakete ab. Sie war so schnell, dass man Schwierigkeiten hatte, sie mit eigenem Auge zu verfolgen. Aber in Zeitlupe konnte man sehen, wie Pflanzenteile am Boden beiseite gefegt wurden, weil der Abgasstrahl der Treibsätze einen gewaltigen Druck nach unten ausübte.



Rakete und Fallschirm im Baum

Der ganze Flug verlief sauber. Die erste Stufe trennte sich gut von der zweiten und die zweite Stufe zündete auch. Und am obersten Punkt kam der Fallschirm heraus und bremste den Sturz der Rakete ab.

Doch leider landete die Rakete in einen Baum und später mussten die Kursleiter wiederkommen, um mit Hilfe einer mit einem Stein beschwerten Schnur die Rakete vom Baum herunter zu holen. Dabei gingen zwei der Heckflossen kaputt, das war jedoch reparabel. Das waren die beiden Flüge unserer Raketen.

Berechnung der Flughöhe der Feststoffrakete

PAULINE GRAF

Die Flughöhe der Rakete rechneten wir mit Hilfe des Verhältnisses von realen Größen und den scheinbaren Größen auf dem Foto aus. Dazu sammelten wir zuerst die Daten, die wir ausfindig machen konnten. Aus dem Video der Kamera, die an der Rakete befestigt war, wählten wir ein Bild aus. Es sollte ein Foto sein, das das umliegende Gelände noch vor dem Öffnen des Fallschirms zeigte, da die Rakete ihren Fallschirm ungefähr an der höchsten Stelle ihrer Flugbahn öffnet. Zudem sollte es ein Zeitpunkt sein, bei dem die Rakete weit oben und noch relativ senkrecht fliegt, so dass der Blickwinkel die Verhältnisse nicht zu stark verfälscht. Nachdem wir uns auf ein geeignetes Bild geeinigt hatten, suchten wir darauf nach einem identifizierbaren Gebäude, damit wir am Boden ein Objekt hatten, bei dem wir die Größe bestimmen konnten. Bei dem Gebäude ermittelten wir mit Hilfe von Google Earth die Breite, die in unserem Fall 54 m entsprach. Auch den realen Durchmesser der Rakete maßen wir und bekamen 5,3 cm heraus. Anschließend maßen wir den Abstand der Kamera zum Ende der Rakete, der 59,5 cm betrug. Nun fehlte uns nur noch der Abstand zwischen der Rakete und dem Gebäude.



Standbild aus dem Video des Raketenflugs

Das Bild projizierten wir an die Leinwand und maßen dort jeweils die Breite des Gebäudes (22 cm) und den Rohrdurchmesser der Rakete (29 cm), um deren Verhältnis herauszubekommen. Zuerst rechneten wir mit einem Maßstab

von 1:1. Das bedeutet, dass wir die beiden Größen auf dem Bild so behandelten, als sähen sie auf dem Bild gleich groß aus. Denn wenn sie auf dem Bild gleich groß aussähen, könnten wir davon ausgehen, dass folgendes gilt: Wenn z. B. ein Objekt 1 m groß ist, erscheint es gleich groß wie ein Objekt, das 10 mal größer und gleichzeitig 10 mal weiter weg ist.) Mit dieser Annahme bestimmten wir das Verhältnis von dem real gemessenen Rohrdurchmesser und der tatsächlichen Breite des Gebäudes.

Anschließend setzten wir dieses Verhältnis gleich mit dem Abstand zwischen Kamera und Raketenende und dem unbekanntem realen Abstand Kamera–Gebäude x . Mit einem Abstand Kamera–Raketenende A von 59,5 cm, dem Rohrdurchmesser D der Rakete von 5,3 cm und der Breite B des Gebäudes von 54 m ergibt sich für x im Maßstab 1:1

$$\frac{x}{A} = \frac{B}{D}$$

$$x = \frac{54 \text{ m}}{5,3 \text{ cm}} \cdot 59,5 \text{ cm} \approx 607 \text{ m}$$

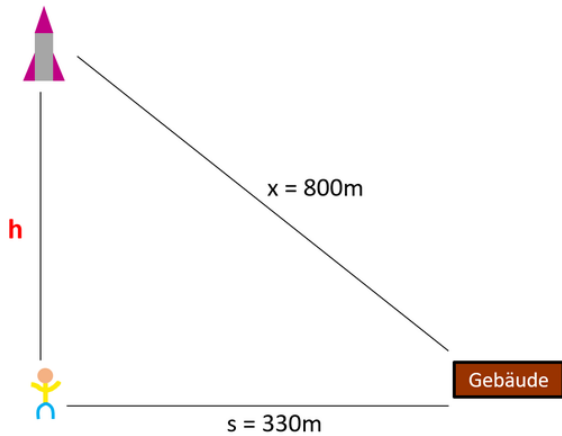
Da aber tatsächlich wie schon oben beschrieben die auf dem Bild gemessenen Werte von Gebäude und Rakete nicht übereinstimmten, mussten wir das gemessene Verhältnis von 29 cm (die Rakete) zu 22 cm (das Gebäude) im Bild in unsere Berechnungen mit einbeziehen: Multipliziert man die 607 m mit $\frac{29}{22}$ erhält man einen Abstand von ca. 800 m.

Da wir die Rakete aber nicht von dem Gebäude aus gestartet hatten, sondern von unserem Startplatz, der ca. $S \approx 330 \text{ m}$ davon entfernt lag, mussten wir dies auch noch mit einbeziehen. Dafür verwendeten wir den Satz des Pythagoras, der besagt, dass für rechtwinklige Dreiecke immer $a^2 + b^2 = c^2$ gilt. In unserm Fall heißt das:

$$h^2 + S^2 = x^2$$

$$h = \sqrt{(800 \text{ m})^2 - (330 \text{ m})^2} \approx 729 \text{ m}$$

Laut unserer Berechnung wäre die Rakete also 729 m hoch geflogen, was allerdings unrealistisch ist, da die verwendeten Treibsätze eigentlich nur eine Flughöhe von ca. 300 m erlauben.

Skizze zur Ermittlung der Flughöhe h

Die Diskrepanz liegt wahrscheinlich an Messungenauigkeiten sowie daran, dass das vermessene Gebäude im Tal liegt und unser Startpunkt somit höher gelegen war. Daran konnten wir erkennen, wie schnell es bei wissenschaftlichen Arbeiten zu Ungenauigkeiten kommen kann und dass es deshalb umso wichtiger ist, immer alle Parameter (wie auch die tatsächliche Lage, des im Tal liegenden Gebäudes) miteinzubeziehen. Wir haben sowohl bei dem Experiment als auch bei den Berechnungen viel gelernt, wie z. B. über die Anwendung des Satzes des Pythagoras, und zudem hat es uns großen Spaß gemacht.

Exkursion nach Würzburg

ALEXANDRA WOLBER

Neben den Kursstunden auf dem Akademiege-
lände haben wir noch Zeit in Würzburg ver-
bracht. Dort besuchten wir die Abteilung In-
formationstechnik für Luft- und Raumfahrt.

Morgens, gleich nach dem Frühstück um 8 Uhr,
ging es endlich los. Wir trafen uns alle vor der
Mensa und fuhren dann gemeinsam zum Bahn-
hof nach Osterburken. Aufgrund des Schienen-
ersatzverkehrs kamen wir dann nach eineinhalb
Stunden endlich in Würzburg an. Während Do-
minik und Caro uns von der Bushaltestelle zur
Uni führten, machten wir uns schon mal Ge-
danken, was uns dort erwarten würde. Dieser
Campus der Universität Würzburg befindet
sich hauptsächlich auf einem alten Kasernenge-
lände, weshalb wir ziemlich überrascht waren,

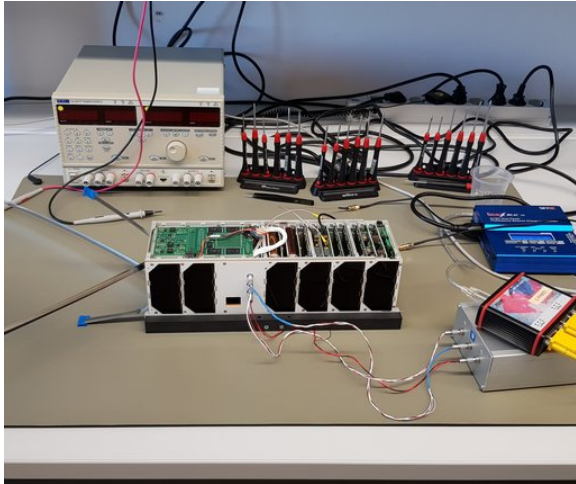
dass dieser Teil der Fakultät für Informatik in
einem ehemaligen Wohngebäude untergebracht
ist. Dort erwartete uns bereits Prof. Dr. Hakan
Kayal.

Zuerst durften wir einen interessanten Vortrag
von ihm anhören. Er berichtete uns vor allem
über seine Arbeit mit den Studenten. Einige
Abschlussarbeiten von ihnen wie z. B. das Pro-
jekt „Moon Base 2030“ erklärte er uns auch
ausführlicher. Außerdem erzählte er uns von
seiner eigenen Karriere und seinen persönlichen
Interessen. Herr Kayal forscht nach unbekann-
ten Himmelsphänomenen, die auch auf anderen
Planeten auftreten können, und untersucht die-
se genauer. Dazu gehören zum Beispiel auch
neue Erscheinungen auf dem Mond. Das fan-
den wir natürlich alle sehr spannend, da unser
Kurs ebenfalls vom Mond handelt. Zu diesem
Thema zeigte er uns einige Bilder von den Mess-
geräten und Kameras, die solche Phänomene
aufzeichnen sollen. Bis jetzt haben diese jedoch
oft stattdessen Vögel oder Insekten aufgenom-
men, da die Geräte auf jegliche Bewegungen
reagieren. Im Moment ist sein Team gerade
dabei, diese Kameras so zu trainieren, dass sie
Vögel nicht als Himmelsphänomen wahrneh-
men. Ebenfalls zu dem Forschungsgebiet von
Herrn Kayal gehört die Suche nach extrater-
restrischem Leben.

Am Ende seiner Präsentation stellte er uns den
neuesten Kleinsatelliten vor, den er mit seinem
Team entwickelt hat. Dieser Satellit, genannt
SONATE, ist seit Anfang Juni im Orbit. So gut
informiert, bekamen wir im Anschluss die Mög-
lichkeit, das Labor und das Kontrollzentrum
zu besichtigen.

Als wir in das Labor kamen, waren wir erstmal
sehr überrascht, weil wir an der Tür über ei-
ne Art Klebefolie laufen mussten. Herr Kayal
erklärte uns dann aber, dass sie damit mög-
lichst viel Staub vermeiden wollen. Im Labor
werden die Satelliten entwickelt und dort müs-
sen sie auch bestimmte Tests bestehen. Es gibt
einen Simulator, der das Erdmagnetfeld dar-
stellt, und einen, der das Sonnenlicht simuliert.
Außerdem gibt es einen „Rüttler“, der einen
Raketentest nachahmen soll.

Wir waren alle sehr beeindruckt von dem Test-
modell des Kleinsatelliten *SONATE*. Dieses

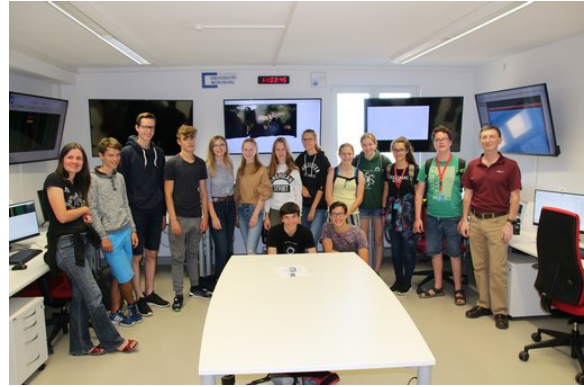


Testmodell des Kleinsatelliten *SONATE*

war aufgeklappt, so dass wir die ganze komplizierte Technik sehen konnten. Herr Kayal erklärte uns, dass die Antennen des Satelliten einem Maßband aus Metall ähneln. Während des Raketenstarts sind diese eingeklappt und sobald der Satellit im Orbit ist, können sie sich aufklappen. In der *SONATE* gibt es auch zwei Computersysteme, falls eines ausfallen sollte. Bevor wir in das Kontrollzentrum durften, haben wir noch eine Art Kammer angeschaut, in der man die Satelliten zusammenbaut. In dieser Kammer sorgt ein Abzug dafür, dass kein Staub in den Satelliten gelangt.

Als wir in das Kontrollzentrum kamen, waren zunächst noch alle Bildschirme dunkel. Herr Kayal schaltete sie an und wir waren ziemlich überrumpelt von den ganzen Zahlen. Er zeigte uns an einem der Bildschirme, wo die *SONATE* sich gerade befindet und erklärte uns einige von den unzähligen Messdaten. Außerdem demonstrierte er uns, wie es aussähe, wenn die *SONATE* ein Funksignal senden würde. Am Ende haben wir ein Gruppenfoto im Kontrollzentrum gemacht und wir durften noch Fragen stellen.

Wir bedankten uns nochmals für den tollen Tag an der Universität Würzburg und für die interessanten Einblicke in die Welt der Luft- und Raumfahrtinformatik. An diesem Vormittag haben wir Dinge gelernt, die weit über unsere Kursinhalte hinausgingen. So hatten wir die Möglichkeit, auch einmal über den Tellerrand zu schauen und neue Aspekte über das Weltall zu lernen.



Im Kontrollraum der *SONATE*

In Würzburg bekamen wir noch ein bisschen Freizeit, was wir alle sehr genossen haben. Pünktlich zum Abendessen waren wir wieder in Adelsheim. Wir waren alle sehr erschöpft und beeindruckt von diesem einmaligen Erlebnis.

Rotation und Abschlussstag

ALEXANDRA WOLBER

Nach einer Woche Akademie wollten wir nach und nach natürlich auch wissen, was die anderen Kurse bis jetzt erarbeitet hatten. Das bedeutete für uns jedoch, dass wir selbst auch eine Rotationspräsentation erstellen mussten. Unser Kurs begann zwei Tage zuvor, sich vorzubereiten. Caro, Dominik und Merit teilten uns in vier Dreiergruppen ein. Dabei achteten sie vor allem auf unsere Interessengebiete. Jede Gruppe durfte sich ein Thema aussuchen und musste für dieses die entsprechenden Folien für den Vortrag gestalten.

Wir waren alle sehr geschockt und nervös, als Dominik uns sagte, dass wir keine Karteikarten benutzen sollten. Doch im Nachhinein waren wir alle sehr stolz, dass wir es auch ohne geschafft haben. Daraus lernten wir auch ganz viel für unsere weitere Schulzeit. Nach ein paar Probedurchläufen der einzelnen Gruppen, konnten wir dann gut vorbereitet in die Rotationspräsentation starten.

Am Ende der Akademie stand natürlich auch noch die Abschlusspräsentation an. Als Ausgangspunkt verwendeten wir die schon vorhandene Rotationspräsentation und jede Gruppe erstellte Folien mit den noch dazu gekommenen Themen, wie zum Beispiel unserer Exkursion



Bei der Abschlusspräsentation

nach Würzburg. Trotz anfänglicher Schwierigkeiten mit dem Einfügen der Videos hatten wir am Ende einen gelungenen Vortrag. Nachdem wir unseren Kursraum für die Abschlusspräsentation hergerichtet hatten, bekam jede Gruppe nochmal die Möglichkeit zu üben. Während der Rotation hatten wir schon sehr viel gelernt, was das Präsentieren angeht, und waren nun nicht mehr so unsicher. Schlussendlich hatten wir alle sehr viel Spaß beim Präsentieren unserer Ergebnisse und der verschiedenen Modelle und freuten uns über unseren gut besuchten Kursraum.

Und jetzt?

MERIT NEIBIG

Viel zu schnell sind diese zwei Wochen vergangen und doch fühlt es sich an, als würden wir uns schon ewig kennen! So viele gemeinsame Erlebnisse liegen hinter uns: Wir haben bis tief in die Nacht hinein den Mond beobachtet, Modelle gebaut, Explosionen verursacht. Haben unseren Schlachtruf ertönen lassen, mehrere Rollen Gaffa verbraucht, Gemüse gefuttert. Wir haben Raketen gestartet, Gips und Zement zertrümmert, an mathematischen Problemen getüftelt und vor allem ganz, ganz viel Spaß gehabt!

Wie unsere Schafe, die am Eröffnungswochenende ausgebrochen sind, um ihre Umgebung zu erkunden, haben auch wir in unserem Kurs ständig unbekanntes Terrain betreten, um den Mond zu erforschen und an jeder neuen Her-

ausforderung zu wachsen. So sind wir – als einzelne Elemente des Kurses – in kürzester Zeit zu einer richtigen Familie geworden!

Und mit zurück nehmen wir von dieser einzigartigen Akademie natürlich nicht nur unsere selbstgebauten Modelle der Mondoberfläche, Abgüsse von Kratern und unseren Entonauten, sondern auch wunderbare Freundschaften, neu erlangtes Fachwissen über den Erdtrabanten und ein Meer voller Erinnerungen. Denn die Akademie ist jetzt keineswegs vorbei, sondern wird uns in unserem Leben stets begleiten, wie der Mond die Erde!

Zitate aus dem Kurs

Ich brauche Gaffa.

Dominik: Was können wir denn jetzt gegen deine Stimme tun? Merit: Helium.

Dominik: Ihr müsst vor der Kultusministerin auch keinen Respekt haben!

Dominik: Wenn die Ministerin kommt, überlassen wir Merit das Reden.

Dominik: Wenn wir Helme tragen und das 1 kg-Gewicht dann aus 300 m Höhe herunterfällt, dann war es wenigstens vorschriftsmäßig!

Dominik: Wozu Tesa, wenn wir brennbares Tesa haben?

Dominik: Kauft nichts das beißt!

Dominik [zu Marko]: Du kannst froh sein, dass die Journalistin da ist, sonst gäbe es jetzt mega Ärger!

Marc: Jetzt sieht Lotte von der beleuchteten Seite nur noch einen beleuchteten Teil, den ich beleuchte.

Marc: Es ist zwar nicht sehr genau, aber es hat Spaß gemacht.

Journalistin: Waren das jetzt volle zwei Wochen? Jonathan W.: Nein, das waren nur 13 Tage!

Marc: Lotte sieht nichts.

Dominik [über ein Keramikmesser]: Ich schneide damit ja auch nicht meinen Schinken!

Dominik: Ich weiss nicht so recht, was damit passieren wird?

Alle Kursleiter (zu jedem, der kein Namensschild trägt): Hallo Kunibert!

Merit: Ich heiße Merit und Sie herzlich willkommen.

Alle: Professionelle Zerstörung – Wir sind in Führung!

Dominik: Wer hat die Gurke auf dem Brett mit Leim geschnitten?

Merit: Egal, was passiert, der TheoPraxler verliert!

Alle: Astronomie, rennt wie noch nie! Rennt wie die Ent!

Jonathan S. [im Entwurf seines Doku-Textes]: Im Kurs haben wir dann unterschiedlich schwere Gewichte aus unterschiedlichen Höhen fallen gelassen, dabei sind Ellipsen entstanden mit vielen unterschiedlichen Exzentrizitäten.

Dominik [im Plenum über das T-Shirt-Motiv]: Muss das Lama diesen Papierflieger in der Presse haben?

Marko: Wenn wir nicht schlafen gehen, endet der Tag nie.

Nikolas [am Dokuwochenende]: Wer ist eigentlich Caro?



Doku geschafft!

Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei denjenigen herzlich bedanken, die die 17. JuniorAkademie Adelsheim / Science Academy Baden-Württemberg überhaupt möglich gemacht haben.

Finanziell wurde die Akademie in erster Linie durch die Stiftung Bildung und Jugend, die Schwarz-Stiftung, die Hopp-Foundation, den Förderverein der Science Academy sowie durch den Fonds der Chemischen Industrie unterstützt. Dafür möchten wir 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 für Jugendliche aus dem ganzen Bundesland realisiert wird. Wir danken daher Frau Anja Bauer, Abteilungspräsidentin der Abteilung 7 – Schule und Bildung des Regierungspräsidiums Karlsruhe, der Leiterin des Referats 75 – allgemein bildende Gymnasien, Frau Leitende Regierungsschuldirektorin Dagmar Ruder-Aichelin und Herrn Jan Wohlgemuth vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg. Koordiniert und unterstützt werden die JuniorAkademien von der Bildung & Begabung gGmbH in Bonn, hier gilt unser Dank dem scheidenden Koordinator der Deutschen Schüler- und JuniorAkademien, Herrn Volker Brandt, seiner Nachfolgerin Ulrike Leithof, der Referentin für die Akademien Dorothea Brandt sowie dem gesamten 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 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter möchten wir uns für die Mühen, den freundlichen Empfang und den offenen Umgang mit allen bei dem zum Zeitpunkt des Drucks dieser Dokumentation schon ehemaligen Schulleiter des Eckenberg-Gymnasiums, Herrn Oberstudiendirektor Meinolf Stendebach, und seinem Nachfolger, Herrn Studiendirektor Martin Klaiber, besonders bedanken.

Ein herzliches Dankeschön geht auch an Frau Oberstudiendirektorin Dr. Andrea Merger vom Hölderlin-Gymnasium in Heidelberg, wo wir bei vielfältiger Gelegenheit zu Gast sein durften.

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.

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 Engagement und Vertrauen ganz herzlich bedanken.

Bildnachweis

Seite 11, Abbildung Sonnenfinsternis-Schema:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sonnenfinsternis-schema.svg>

Wikimedia-User Юкаган

CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/legalcode>)

Alle anderen Abbildungen sind entweder gemeinfrei oder eigene Werke.