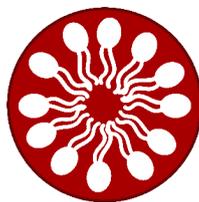


JuniorAkademie Adelsheim

14. SCIENCE ACADEMY BADEN-WÜRTTEMBERG 2016



Astronomie



Chemie



Germanistik



Informatik



Physik



TheoPrax

**Dokumentation der
JuniorAkademie Adelsheim 2016**

**14. Science Academy
Baden-Württemberg**

Träger und Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2016:

Regierungspräsidium Karlsruhe

Abteilung 7 –Schule und Bildung–

Hebelstr. 2

76133 Karlsruhe

Tel.: (0721) 926 4454

Fax.: (0721) 933 40270

www.scienceacademy.de

E-Mail: joerg.richter@scienceacademy.de

petra.zachmann@scienceacademy.de

Die in dieser Dokumentation enthaltenen Texte wurden von den Kurs- und Akademieleitern sowie den Teilnehmern der 14. JuniorAkademie Adelsheim 2016 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mit Hilfe von L^AT_EX gesetzt.

Gesamtredaktion und Layout: Jörg Richter

Copyright © 2016 Jörg Richter, Petra Zachmann

Vorwort

Zum 14. Mal bereits fand in diesem Jahr die Junior Akademie Adelsheim statt, traditionell am Landesschulzentrum für Umwelterziehung am Eckenberg in Adelsheim. Schon im Juni starteten wir, Leiter, Mentoren und 71 Teilnehmer, mit dem Eröffnungswochenende und dem damit verbundenen ersten Kennenlernen in die diesjährige Akademie. Mit dem Schreiben der Dokumentation im Herbst wurden die Ergebnisse und Erlebnisse der Akademie festgehalten und die Akademie damit zu einem schönen Abschluss gebracht.

Durch das Arbeiten in den Kursen erhalten die Jugendlichen Einblicke in das wissenschaftliche Arbeiten und erlernen den eigenständigen Umgang mit schwierigen Fragestellungen, indem sie sich intensiv mit einem Thema auseinandersetzen. Neben dem Zuwachs an fachlichem und methodischem Wissen können die Teilnehmer auf der persönlichen Ebene von der Akademie profitieren: Die gemeinsam verbrachte Zeit schweißt all diejenigen, die an der Akademie teilnehmen, zu einer großen Gemeinschaft zusammen und führt zu einer besonderen Akademieatmosphäre.

Getragen werden diese vielfältigen Erfahrungen jedes Jahr durch ein Motto. Es begleitet uns durch die Akademie und regt immer wieder zum Nachdenken und Reflektieren, aber auch zum Hervorheben von besonders witzigen und bemerkenswerten Momenten an. In diesem Jahr stand die Akademie unter dem Motto „Brücken“.

Hier in Adelsheim bauten wir zahlreiche Brücken: Zum einen bauten die Kurse Brücken zu neuem Wissen, und manchmal wurden Eselsbrücken gefunden, um sich neu Gelerntes besser zu merken. Besonders wichtig waren aber auch die neu entstandenen Brücken zwischen den Teilnehmern, die Freundschaften, die oft weit über die Akademiezeit hinaus Bestand haben.



Wir haben jedoch nicht nur im symbolischen Sinne Brücken gebaut: Was genau die Akademie sein würde, das konntet ihr als Teilnehmer vor ihrem Beginn nicht wissen. Verdeutlicht wurde das durch eine große Plakatwand mit einem Abgrund, der zwischen zwei Ufern – dem Eröffnungs- und dem Doku-Wochenende – lag. Durch eure mitgebrachten Stärken, neu entdeckten Talente und gemeinsamen Akademie-Erlebnisse, die ihr fleißig auf Zetteln notiert habt, standen uns solide Bausteine für eine Akademiebrücke zur Verfügung.

Diese hat uns bis zum Doku-Wochenende geführt, bei dem ihr eure wissenschaftlichen Erkenntnisse und all das, was die Akademie sonst noch ausgemacht hat, in Form dieser Dokumentation auf Papier festgehalten habt.

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

Eure/Ihre Akademieleitung



Anna Kandziora (Assistenz)



Rebecca Ulshöfer (Assistenz)



Jörg Richter



Dr. Petra Zachmann

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	3
KURS 1 – ASTRONOMIE	7
KURS 2 – CHEMIE	29
KURS 3 – GERMANISTIK	45
KURS 4 – INFORMATIK	67
KURS 5 – PHYSIK	83
KURS 6 – THEOPRAX	101
KÜAS – KURSÜBERGREIFENDE ANGEBOTE	119
DANKSAGUNG	137

Kurs 1: Die Sonne – unser Stern



Unser Kurs

Matthias Er kann mit seiner Art sehr gut andere Leute überzeugen und sorgte mit seinem schrägen Humor für gute Laune im Kurs. Seine Ausdauer beim Reden lässt sich nicht mit der Ausdauer beim Sport vergleichen und dank ihm bleiben keine Süßigkeitenreste übrig. Seine Haltung ist immer so gerade wie sein Becherstapel beim Frühstück. Außerdem schafft er mit seiner neuen Methode viel Vertrauen.

Rochus Der Urschwabe teilte mit uns allen seinen ausgefallenen Wortschatz. Dabei war seine Liebe zu Herr der Ringe ungebrochen. Sein Talent bewies er nicht nur im Kurs, sondern er war auch begeistert bei der Musik-KüA dabei.

Valentin Alexis, der kleinste und jüngste Fuß-

baller, kann durch seine Malkünste überzeugen und gestaltete das Akademie-T-Shirt. Als Miss X schrieb er seinem geheimen Freund zahlreiche Liebesbriefe.

Anna Zwar begeistert sie als laufendes Lachgas durch ihre gute Laune die anderen für das Thema, jedoch ist Anna mit ihrer Mikroschrift nicht zum Abschreiben geeignet. Außerdem wird sie des Öfteren spaßeshalber mit der Herkunft ihres Namens aufgezo-gen. Mit ihrer überragenden Schauspielkunst fesselt sie das ganze Publikum, und sie hat viele Interessenten, um ihre Flechtkunst zu zeigen.

Sarah Schon am Eröffnungswochenende kam sie mit dem Spruch „Einfach sagen, wenn ich zu viele Fragen stelle oder zu viel rede“

an. Mit ihren leicht verrückten Ideen und ihren blauen Lippen lernten wir alle ihre Lieblingsfarben kennen. Ohne Leine sollte sie nicht mehr in ein Kosmetikgeschäft gehen. Durch ihre fröhliche Art kann man sie nur mögen.

Clarissa Als stellvertretende Schwäbin trug sie durch ihr Talent maßgeblich zum Sieg beim Sportfest bei. Zum Feiern des Sieges durfte bei Clarissa allerdings der Babybrei nicht fehlen. Manchmal konnte man zufälligerweise auch zwei Clarissas antreffen. Ihre Begeisterung für den Seifenblasenbildschirm-schoner färbte auf alle Computer ab.

Clara Unser Ruhepol im Kurs ist immer zuverlässig. Verflochtene Gedanken wachsen aus ihrem Kopf. Mit ihrem Wissen und ihren kreativen Ideen bereicherte sie den Kurs. Auch mit ihrer Flöte stellte sie ihr Talent in der Musik-KüA unter Beweis.

Vicki Unsere zuverlässige Protokollantin sorgte für hervorragende Aufschriebe. Nach anfänglicher Sorge, ohne Karteikarten zu präsentieren, verzauberte sie dann doch den ganzen Raum mit ihrer liebevollen Art.

Anton Der neue Max Mustermann ist immer für jede sportliche Aktivität zu haben und spielt auch leidenschaftlich gerne Basketball. Sein musikalisches Talent stellte er beim Hausmusikabend unter Beweis, und er war auch eifrig einer der Vorklatscher.

Lukas Unser Kurstheoretiker ist immer aufmerksam und hinterfragte auch einiges. Mit seinem großen Einsatz beim Killer-Ninja gleicht er einem Sensei, und auch vor keiner Matherechnung schreckt er zurück. Liegt das vielleicht an seinem Süßigkeitendominierten Frühstück? Seine Neutralität spiegelt sich in der Farbwahl seiner Kleidung wieder, bleibt aber trotzdem wählerisch.

Christian Der Systematiker in ihm kommt nicht nur bei seiner Kleiderauswahl, sondern auch bei seiner Redeweise zum Ausdruck. Durch seine ruhige Art zu reden verschafft er sich bei jedem seiner Zuhörer Verständnis. Auch in anstrengenden Phasen bleibt er immer geduldig, ist aber für jeden Spaß zu haben und war auch eine große Bereicherung der Musik-KüA.

Noah Er stellt seine Liebe zur Technik ausreichend zur Schau, und das nicht nur durch seine umfangreichen Informatikkenntnisse. Kein Spiel ist vor dem Spieletester Noah sicher. Mit vielen Ideen und großer Motivation ist er immer dabei.

Caro Sie ist eine große Liebhaberin von Zehenschuhen und scheut sich nicht vor Wasser bei der Wasserschlacht. Mit viel Freude ist sie immer bei der Sache und kann auch das Thema verständlich rüberbringen. Sie bewahrt stets einen kühlen Kopf und hat uns mit ihrem Wissen bereichert.

Dominik Er war der aufgeweckteste und amüsanteste Laternenpfahl, der uns jeden Tag zum Lachen bringt. Dank ihm ist die Nachfrage nach Coca Cola sehr groß. Er hat uns auch immer motiviert und auf Trab gehalten. Obwohl sein Talent beim Sahneschlagen aufhört, haben wir durch ihn sehr viel gelernt.

Anna Lena Sie wurde während der Akademie zur schnellsten einbeinigen Sprinterin. Außerdem ist sie eine großartige Motivations-trainerin und hat damit einen großen Teil zum Sportfestsieg beigetragen. Ihre nette Art zauberte jedem ein Lächeln ins Gesicht. Sie ist mit ihrer Art der Beweis, dass es bei Super Mario auch gute Pilze gibt.

Einleitung

ANNA LENA SCHAIBLE

Achtung Hochspannung, aber alles berührungssicher! An der Tür ein großes Warnschild, und sobald man die Tür öffnet – trifft man den Astronomiekurs. Zwölf Teilnehmer, zwei Kursleiter und eine Schülermentorin haben zwei Wochen lang die Köpfe rauchen lassen, vieles über die Sonne gelernt, beobachtet, getüftelt und jede Menge Spaß gehabt.

Von Anfang an herrschte im Kurs eine gute Atmosphäre, und es wurde super als Team zusammengearbeitet. Ob bei Theorie, Experimenten oder beim Modellbauen, alle Teilnehmer waren voll begeistert dabei und die super Stimmung wurde durch Berge von Süßigkeiten nur noch verstärkt!

Die Kursteilnehmer waren von der Sonne so begeistert, dass sie am liebsten direkt zu ihr gereist wären. Weil das unvorstellbar ist, wurde einfach eine Sonne als Modell gebaut. Eine weitere kam bei unserem Polarlichtsimulator zum Einsatz. Von dem war nicht nur der ganze Kurs begeistert, auch während der Akademie und bei der Abschlusspräsentation gerieten viele ins Staunen, was der Astronomiekurs so alles erreicht und erlebt hat – es ist weitaus mehr, als Sie sich vorstellen können. Auf den folgenden Seiten bekommen Sie selbst einen Eindruck davon.

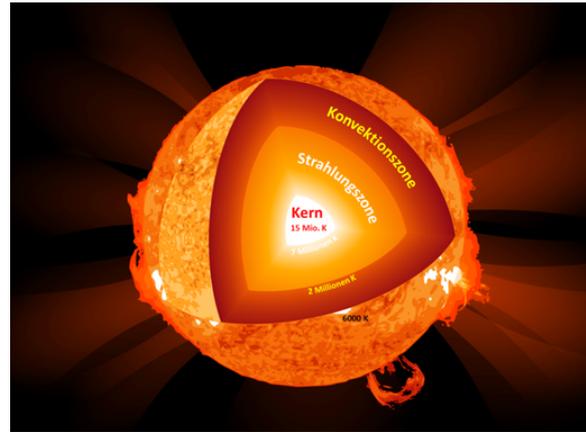
Steckbrief und Aufbau der Sonne

SARAH MICHEL

Zu allererst wollten wir natürlich etwas über die grundlegenden Eigenschaften und den Aufbau der Sonne und des Süßigkeiten-Vorrats unserer Kursleiter erfahren, also grobe Zahlen, mit denen wir uns eine Vorstellung von der gigantischen Größe und Masse der Sonne (und den Süßigkeiten!) machen konnten. Die Sonne hat einen Durchmesser von ca. 1,4 Millionen km und eine Masse von $2 \cdot 10^{30}$ kg. Folglich ist sie 333.000 mal schwerer als die Erde und hat einen 109 mal größeren Durchmesser. Von der Sonne weiß man auch, dass sie in etwa so alt wie unsere Erde ist, nämlich 4,6 Milliarden Jahre. Der mittlere Abstand der Erde zur Sonne beträgt ca. 150 Millionen km. Astronomen verwenden diesen Zahlenwert als zusätzliche Entfernungseinheit: 149,6 Million km sind eine Astronomische Einheit, kurz 1 AE.

Die Sonne besteht zu ca. 3/4 aus Wasserstoff und zu 1/4 aus Helium – den beiden leichtesten Elementen im Periodensystem. Außerdem sind in der Sonne noch geringe Anteile der übrigen chemischen Elemente vorhanden, die aber nicht bedeutungslos sind. Die verschiedenen Elemente liegen in der Sonne größtenteils nicht als neutrale Atome vor, sondern als Plasma. Plasma besteht aus ionisierter Materie, das heißt die Atomkerne werden durch hohe Temperaturen von den Elektronen getrennt.

Die Sonne ist aus verschiedenen Schichten aufgebaut. Zusammen haben wir dazu auch ein Modell gebaut, das diese Schichten zeigt. Druck



Die verschiedenen Schichten der Sonne. Grafik: Kelvin Ma (Wikimedia-Nutzer Kelvinsong): Sun poster, deutsche Beschriftung und Ausschnitt: Max-Planck-Institut für Kernphysik, CC BY-SA 3.0

und Temperatur nehmen von außen nach innen zu. Im Kernbereich ist es am heißesten, nämlich 15,6 Millionen Kelvin. Der Kern nimmt ca. 1/4 der Sonne in Anspruch. Dort wird die Energie erzeugt, die die Sonne abstrahlt.

Um den Kern liegt die Strahlungszone, die etwas mehr als zwei Drittel des äußeren Teils der Sonne ausmacht. In der Strahlungszone wird die Energie aus dem Kern weiter transportiert, indem die abgestrahlte Energie immer wieder absorbiert und anschließend in eine beliebige Richtung wieder abgegeben wird. Dieser Vorgang wird auch Random Walk genannt. Dadurch dauert es sehr, sehr lange, bis die Energie in die Konvektionszone gelangt. Dort wird sie nun durch Materialtransport weitergegeben: Die heißen Plasmamassen steigen bis an die Sonnenoberfläche auf und kühlen dort ab. Anschließend strömen die abgekühlten Massen wieder zurück in die Tiefe. Dieser Vorgang wird als Granulation an der Oberfläche sichtbar. Die Konvektionszone beansprucht beinahe das gesamte restliche Volumen der Sonne bis zur Oberfläche.

Was wir als Oberfläche der Sonne bezeichnen, ist eine nur wenige hundert Kilometer dicke Schicht, die das sichtbare Licht abstrahlt, das wir von der Erde aus sehen können, und die mit dem Begriff Photosphäre bezeichnet wird. Die durchschnittliche Temperatur dieser Schicht beträgt 5800 K oder auch 5500 °C. Die Photosphäre ist nicht die äußerste Schicht der Sonne,



Unser selbstgebautes Modell zum Aufbau der Sonne.

ohne Spezialteleskope wird sie aber als solche wahrgenommen.

Oberhalb der Photosphäre befindet sich noch die Chromosphäre. Mit diesem Begriff wird der Teil der Sonne bezeichnet, in dem Protuberanzen zu sehen sind und Materieauswurf stattfindet. Erstaunlicherweise ist dieser Teil der Sonnenatmosphäre mit ca. 10.000 K heißer als die Photosphäre.

Darüber liegt die Korona, die mit ca. 1–2 Millionen K nochmal heißer ist. Sie umgibt die Sonne wie ein Strahlenkranz, und man kann sie mit dem bloßen Auge nur bei totalen Sonnenfinsternissen sehen. Außerdem hat sie, wie auch die Chromosphäre, nur eine sehr geringe Dichte. Aus der Korona entweichen beständig Sonnenwinde, die einen sehr großen Einfluss auf die Umgebung unserer Sonne haben.

Kernfusion

VIKTORIA KLEIN

Durch welche Prozesse wird im Sonneninneren die Energie nun genau erzeugt? Schon vor langer Zeit speulierte man darüber, was die Sonne zum Leuchten bringt. Erste Überlegungen waren, ob es sich bei der Sonne möglicherweise um einen „Feuerball“ handelt und dort zum

Beispiel Kohlenstoff bei einer chemischen Reaktion verbrannt wird. Diese Theorie haben wir im Kurs genauer unter die Lupe – oder besser gesagt unter das Teleskop – genommen.

Um zu überprüfen, ob die Energie der Sonne aus chemischen Reaktionen stammen kann, sind wir folgendermaßen vorgegangen: Man kann messen, wie viel Sonnenenergie pro Sekunde auf einen Quadratmeter der Erdoberfläche trifft; diese sogenannte Solarkonstante beträgt 1367 W/m^2 . Aus dieser Information und dem Abstand der Erde von der Sonne, der Astronomischen Einheit, können wir die Strahlungsleistung der Sonne bestimmen: Diese beträgt demnach $3,85 \cdot 10^{26} \text{ W}$, das entspricht $2,4 \cdot 10^{45} \text{ eV/s}$.

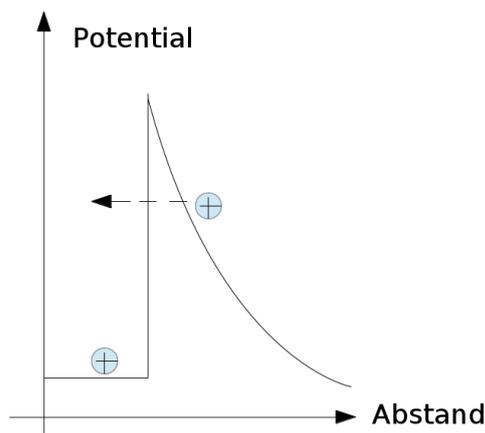
Aus dieser Angabe konnten wir auf die Anzahl der chemischen Reaktionen schließen, die in der Sonne pro Sekunde ablaufen müssten, um diese Energiemengen erzeugen zu können. Bei einer durchschnittlichen chemischen Reaktion werden nämlich ca. 10 eV freigesetzt.

Um zu überprüfen, ob chemische Reaktionen die Leuchtkraft der Sonne über Milliarden Jahre hinweg aufrecht erhalten können, haben wir dann die Gesamtanzahl der Atome in der Sonne abgeschätzt: ca. 10^{57} . Die Energie aus chemischen Reaktionen würde die Sonne nur für einige Tausend Jahre leuchten lassen, demnach wäre heute auf der Erde gar kein Leben mehr möglich. Chemische Reaktionen können als Energiequelle der Sonne also nicht in Frage kommen.

Wie löst sich nun also das Rätsel der Sonnenleuchtkraft? Die Antwort lautet Kernfusion. Dabei handelt es sich um Reaktionen, bei denen Atomkerne verschmelzen und aus leichten Elementen (z. B. Wasserstoff) schwerere Elemente (z. B. Helium) entstehen. Die einfachste Form der Kernfusion, die im Sonnenkern stattfindet, kann man anhand der Proton-Proton-Kette (kurz p-p-Kette) erklären. Im ersten Schritt fusionieren normale Wasserstoffkerne, also Protonen, zu Deuterium, auch schwerer Wasserstoff genannt. Aufgrund der elektromagnetischen Abstoßung der beiden gleichnamig geladenen Protonen läuft diese Verschmelzung allerdings nicht ganz freiwillig ab. Erst ab einer bestimmten, sehr kleinen Distanz kann die starke Kraft

(auch Kernkraft genannt) die beiden Protonen gegen die elektromagnetische Abstoßung aneinanderketten. Wenn dieser Abstand erreicht ist, ziehen sich die Teilchen an und fusionieren.

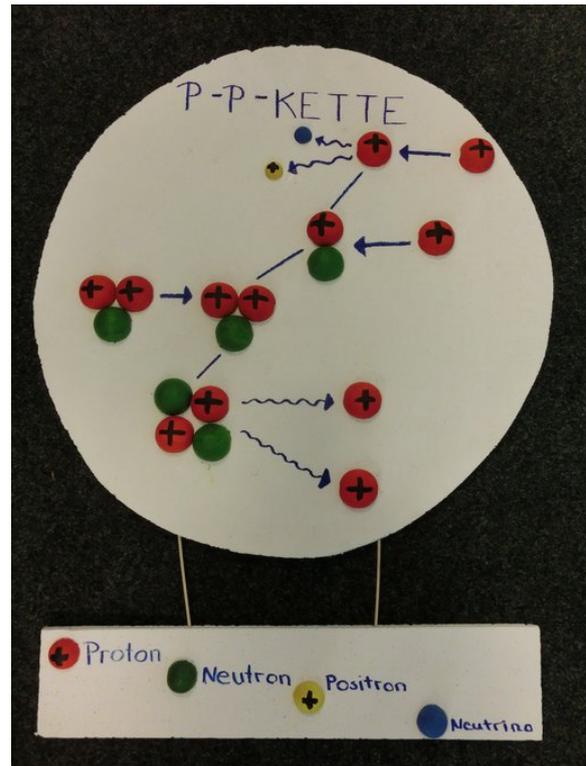
Die ca. 16 Millionen K im Sonneninneren und der unglaublich hohe Druck reichen jedoch nicht aus, um die beiden positiv geladenen Teilchen so nahe aneinander zu bringen, dass diese sogenannte Coulombbarriere überwunden werden kann. Trotzdem fusioniert Wasserstoff in der Sonne durchgehend zu Helium und Energie wird frei. Aber warum? „Ist weniger schlimm, als es sich anhört“, verspricht uns Dominik vor der Erklärung, wobei er gleichzeitig ein Koordinatensystem mit einer für uns Kursteilnehmer schwer beschreibbaren Kurve skizziert. Keine Angst, alle fragenden Gesichter waren nach einer ausführlichen Erklärung aufgeheitert. Hoffentlich wird das auch bei Ihnen der Fall sein.



Das linke Proton befindet sich in einem Potentialtopf. Das rechte Proton wird durch den hohen Druck und die Temperatur immer höher auf der angedeuteten Kurve geschoben, es erreicht aber nie die Spitze, sondern „tunnelt“.

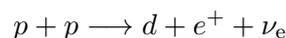
Die Sonne behilft sich mit einem Effekt der Quantenmechanik: dem Tunneleffekt. Vereinfacht gesagt können Protonen, wenn sie nahe genug aneinanderkommen, die restliche abstoßende Barriere durchdringen, anstatt sie durch noch höheren Druck oder höhere Temperaturen zu überwinden. Dieser Tunneleffekt tritt aber nur mit einer sehr geringen Wahrscheinlichkeit ein. Die Sonne besteht jedoch aus so vielen Teilchen, dass der Effekt trotzdem häufig genug stattfindet.

Wenn nun die starke Kraft einsetzt, wandelt



Unser Modell der p-p-Kette.

sich ein Proton aufgrund der schwachen Kraft in ein Neutron um. Es entsteht ein Deuteron unter der Freisetzung von einem Positron (dem Antimaterieteilchen zum Elektron) und einem Neutrino. Das Neutrino wird, da es mit fast nichts in Wechselwirkung tritt, sofort in den interplanetaren Raum ausgesendet.



Doch warum entsteht bei der Bildung von Deuterium überhaupt ein Neutrino? Das liegt an der Leptonenzahlerhaltung. Um die Entstehung des Positrons als Antilepton auszugleichen, muss als Lepton ein Neutrino freigesetzt werden.

Lagert sich an den Deuteriumkern nun ein weiteres Proton an, entsteht unter Energieabgabe Helium-3. Stoßen zwei Helium-3-Kerne aufeinander, bildet sich ein Helium-4-Kern, und zwei Protonen werden abgegeben. Nun kann der Zyklus von Neuem beginnen. Um die einzelnen Reaktionsschritte zu veranschaulichen, haben wir auch ein Modell zur p-p-Kette gebaut.

Pro Sekunde werden auf diese Weise 564 Millionen Tonnen Wasserstoff zu 560 Millionen Tonnen Helium fusioniert. Die Massendifferenz von

4 Millionen Tonnen pro Sekunde wird dabei in Form von Energie freigesetzt. Um dies zu überprüfen, bedarf es der wohl berühmtesten Formel: $E = mc^2$. Teilt man die Leuchtkraft der Sonne durch das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit, erhält man tatsächlich 4 Millionen Tonnen pro Sekunde.

Dieser Massenverlust erscheint zwar sehr groß, aber die Sonne wird die Erde dennoch auch morgen, in einer Woche und auch noch in vielen Millionen Jahren mit Energie versorgen. Der Massenverlust aufgrund der Abstrahlung entspricht nämlich nur einem sehr winzigen Bruchteil der gesamten Sonnenmasse.

Die Solarkocher

NOAH MEIER

Um uns diese Energieabstrahlung der Sonne praktisch zu veranschaulichen, stellten wir zwei Solarkocher, einen größeren und einen kleineren, auf den Rasen des Fußballplatzes und richteten sie auf die Sonne.



Während der Messungen mit dem großen Solarkocher.

Ein Solarkocher ist eine Halbschüssel aus Metall, die an der Innenseite mit reflektierendem Material beschichtet ist. Dieses Material reflektiert das Licht Richtung Mitte, zum sogenannten Brennpunkt. Zu diesem führt eine Aufhängung, an der wir einen Topf befestigen konnten.

Nun aber zu unserem Experiment: Wir füllten den Topf für den kleineren Solarkocher mit einem halben Liter Wasser und maßen die Anfangstemperatur (23 °C). Den Topf des größeren Kochers befüllten wir jedoch mit Popcorn.



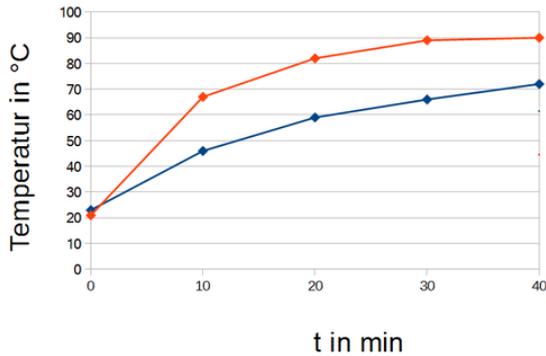
Selbstgemachtes Popcorn aus dem Solarkocher.

Experimente sollen schließlich auch für uns etwas Cooles abwerfen. Während wir nun also unser Popcorn rösteten, begann sich das Wasser im Topf des kleineren Solarkochers zu erwärmen. Am Ende unseres Experimentes, nach 36 Minuten, hatte es sich auf 72 °C erwärmt, das bedeutete also einen Temperaturunterschied von 49 K .

Ein paar Tage später führten wir das Experiment zum zweiten Mal durch, dieses Mal jedoch benutzten wir den größeren Solarkocher für das Wasser. Und bereits nach wenigen Minuten bemerkten wir einen großen Unterschied: Das Wasser hatte sich bereits nach 13 Minuten von 21 °C auf 67 °C erwärmt, und damit war es nicht vorbei. Die Temperatur stieg viel schneller als bei der ersten Ausführung unseres Experimentes. Der große Solarkocher mit 138 cm Durchmesser war so effektiv, dass sich das Wasser am Ende des Experimentes (nach 42 Minuten) auf 90 °C erhitzt hatte, also um insgesamt 69 K . Das zeigt auch, dass es sich bei der Erwärmung des Wassers um ein beschränktes Wachstum handelt.

Da wir die Wärmekapazität und die Masse des Wassers, die Temperaturdifferenz zwischen Anfang und Ende, die Zeit und die Fläche des Spiegels kennen, konnten wir somit die Leistung errechnen, die der Solarkocher liefert: $P = \Delta E / \Delta t = 57,5\text{ W}$ mit $\Delta E = c \cdot m \cdot \Delta T = 144,9\text{ kJ}$. Das entspricht $38,3\text{ W/m}^2$.

Unsere errechnete Leistung pro Quadratmeter entspricht also nur ca. 5% der eigentlichen Leistung der Sonne. Das ist erschreckend viel kleiner als die Solarkonstante! Das liegt ver-



Zunahme der Wassertemperatur bei den Solarkochern. Blau: Erster Versuch mit kleinerem Kocher. Rot: Zweiter Versuch mit größerem Kocher.

mutlich an der nicht optimalen Ausrichtung des Spiegels, am Wärmeverlust des Wassers und verschiedenen anderen Problemen, die die Effizienz des Kochers senken.

Trotzdem hat uns dieses Experiment gezeigt, dass die Sonne sehr viel Energie abstrahlt, die unser Leben Tag für Tag ermöglicht. Und wenn man weiß, wie man diese Energie richtig nutzt, kann man damit auch richtig kochen (oder auch schmackhaftes Popcorn zubereiten).

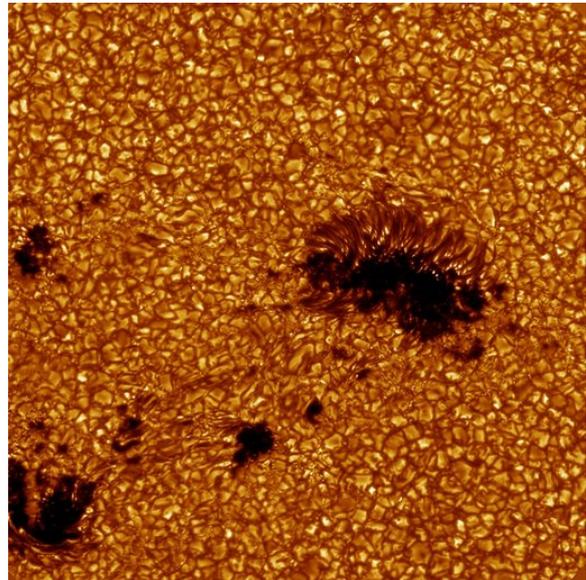
Granulation

ANNA POSPELOV

Aber wie kommt die durch Kernfusion im Sonneninneren erzeugte Energie eigentlich an die Oberfläche? Wie schon erläutert, geschieht Konvektion durch das Aufsteigen heißer Materie, da diese eine geringere Dichte hat, und durch das Absinken kälterer Materie, deren Dichte größer ist. Man kann allerdings nicht in die Sonne hineinschauen und die Konvektion direkt beobachten. Auch aus unserem Astronomie-Kurs ist niemand ein Super-Mutant, der so etwas könnte. Man kann diese Materieströme auf der Sonnenoberfläche aber trotzdem beobachten, und zwar in Form der sogenannten Granulation. Dazu benötigt man jedoch sehr gute Teleskope. Sie müssen einen Winkel von etwa einer Bogensekunde auflösen können, also den 3600. Teil eines Winkelgrads. Auf der Sonnenoberfläche entspricht eine Bogensekunde etwa 725 km. Die Granulation zeigt sich in Form von wabenförmigen Zellen, die ei-

ne körnige Struktur auf der Sonnenoberfläche bilden. Schon mit den Teleskopen, die wir auf der Akademie zur Verfügung hatten, konnte man diese körnige Struktur gut erkennen, denn man sah, dass die Sonne nicht glatt ist. Details in einzelnen Zellen konnte man allerdings nicht wahrnehmen.

Die Granulen sind auch nicht stabil, sondern verschwinden und bilden sich ständig neu, immer wenn wieder heiße Materie aufsteigt, an der Oberfläche abkühlt und wieder in die Tiefe sinkt. Da das heiße Material im Zentrum heller leuchtet als das kühlere an den Rändern, entsteht das typische Erscheinungsbild einer Konvektionszelle. Eine solche Granule kann zu einem Durchmesser von ca. 1000 km anwachsen, also größer als Deutschland werden.

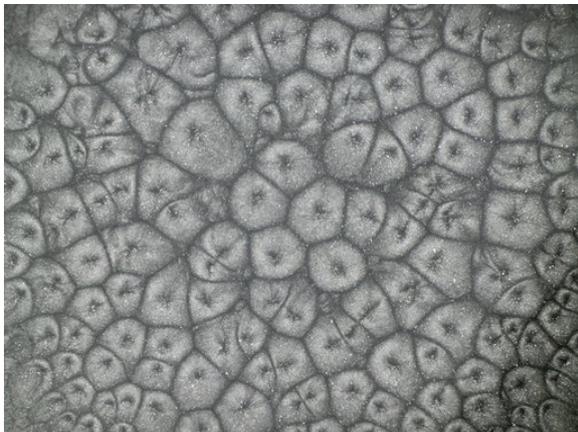


Granulationszellen (und kleinere Sonnenflecken) auf der Sonnenoberfläche. Aufgenommen von Oddbjorn Engvold, Jun Elin Wiik und Luc Rouppe van der Voort mit dem Swedish 1-m Solar Telescope (SST), das vom schwedischen Institute for Solar Physics betrieben wird.

Wir haben die Granulation mit einem einfachen Versuch auf die Erde gebracht, und zwar mit Aluminiumpulver und farblosem Silikonöl. Bevor wir mit unserem Versuch anfangen, mussten wir raus aus unserem Kursraum.

Mit einem Verlängerungskabel konnten wir draußen auf der Terasse eine kleine Herdplatte in Betrieb nehmen. Das klingt jetzt so, als hätten wir mit unserem Öl und der Herdplatte

etwas Leckeres kochen wollen, aber dem war leider nicht so. Auf unseren Herd stellten wir eine Pfanne und gossen so viel Silikonöl hinein, dass die Flüssigkeit ein paar Millimeter hoch stand. Danach streuten wir ein wenig Aluminiumpulver hinein, das so fein war, dass ein Teil erstmal in die Luft flog. Aus diesem Grund haben wir unseren Versuch auch draußen gemacht, zum einen damit später nicht Aluminiumpulver auf dem Boden unseres Kursraumes liegt, aber auch, weil Öldampf aufsteigt. Die Gefahr wäre dabei gewesen, dass die Rauchmelder anspringen, was wir natürlich vermeiden wollten.



Konvektionszellen in heißem Silikonöl mit Aluminiumpulver.

Nachdem wir alles aufgebaut hatten, hieß es nur noch warten. Obwohl das Öl in der Pfanne sehr heiß wurde, fing es nie an zu sieden. Nach einigen Minuten bildete sich eine wabenartige Oberflächenstruktur, die sehr der Granulation auf der Sonnenoberfläche ähnelte. Verfolgte man mit den Augen ein Pulverteilchen, konnte man sehen und verstehen, wie es in der Konvektionszone aussieht: Das heiße Silikonöl steigt vom Boden der Pfanne auf und nimmt dabei das Pulver mit. An der Oberfläche kühlt es ab und sinkt wieder nach unten. Die Bewegung des Öls konnte man sehr gut anhand des glitzernden Aluminiumpulvers erkennen und man sah, wie durch die Bewegung die Zellen entstanden. Man erkannte auch, dass die Zellen ihre Form verändern.

Nachdem wir alle den Versuch bewundert hatten, ließen wir die Pfanne draußen vor dem Kursraum abkühlen. Nachdem das Öl wieder

kalt geworden war, sah man auch keine Bewegung in der Pfanne mehr und wir gossen den Inhalt zurück in den Behälter. Bei unseren Präsentationen haben wir einfach den Inhalt des Behälters wieder in die Pfanne gekippt und wiederverwendet.

Magnetfelder und Sonnenflecken

ANTON GRAMBERG, VALENTIN
KRÜPER UND LUKAS STOY

Neben der Granulation sind uns beim Blick auf die Sonne auch dunkle Flecken aufgefallen. Um genauer zu verstehen, wie diese Sonnenflecken entstehen, haben wir uns mit dem Magnetfeld der Sonne befasst. In dem Plasma, aus dem das Sonneninnere besteht, sind so viele freie Elektronen vorhanden, dass Ströme in der Sonne fast widerstandslos fließen können. Aus der Physik wissen wir: Wo ein Strom fließt, da entsteht auch ein Magnetfeld. Dieses Magnetfeld wird vom Plasma mitgenommen, und durch die Rotation der Sonne werden die Magnetfeldlinien an der Außengrenze der Strahlungszone aufgewickelt.

Da Magnetfeldlinien aber danach streben, einander auszuweichen, und das weder nach innen noch zur Seite hin geschehen kann, steigen sie nach oben auf. Beim Aufsteigen nehmen die Magnetfelder das Plasma mit. Irgendwann durchbrechen sie die Photosphäre und werden durch die Materialmitnahme als leuchtende Bögen sichtbar, auch eruptive Protuberanzen genannt. Diese können eine Ausdehnung von bis zu 100.000 km erreichen, was einem vielfachen der Größe der Erde entspricht. Protuberanzen konnten wir selbst mithilfe von H-Alpha-Teleskopen beobachten. Das sind Spezialteleskope, die mit sogenannten Interferenzfiltern ausgestattet sind. Diese Filter lassen bloß einen schmalen Spektralbereich der Sonnenstrahlung durch. Durch diesen Bereich passt ausschließlich Licht mit einer Wellenlänge 656 nm, bei der Wasserstoff leuchtet. Dieses Licht wird dann H-Alpha genannt. Die Sonne erscheint im H-Alpha-Licht in strahlendem Rot, und dadurch kann man sehr gut Protuberanzen beobachten.

An den Austrittsstellen der Magnetfeldlinien wird der Materialtransport (also die Konvek-



Eigene Aufnahme einer aktiven Region und eines dunklen Filaments.

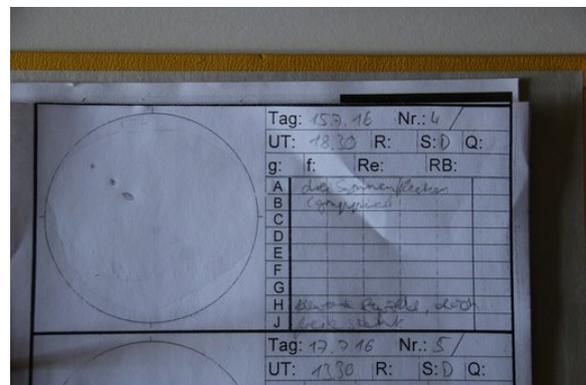
on) behindert und die Photosphäre kühlt dort auf ca. 4000 K ab. Daher sind die Sonnenflecken nichts anderes als kühlere Stellen auf der Photosphäre, die weniger sichtbares Licht in den interplanetaren Raum abstrahlen. Dadurch sehen sie im Vergleich zu der restlichen Sonnenoberfläche dunkel aus. Die Häufigkeit der Sonnenflecken ändert sich periodisch. Alle elf Jahre tritt ein Maximum in der Häufigkeit auf. Momentan sieht man nur sehr wenige Sonnenflecken.

Eigene Sonnenaufnahmen

ANTON GRAMBERG, VALENTIN KRÜPER UND LUKAS STÖY

Während der Akademie haben wir die Sonne natürlich auch selbst beobachtet. Dafür benötigten wir logischerweise Teleskope, die Caro, unsere Kursleiterin, uns aus dem Haus der Astronomie in Heidelberg mitgebracht hatte, darunter auch zwei H-Alpha-Teleskope. Schon am Eröffnungswochenende haben wir das Aufbauen eines Teleskops geübt. Dabei ist einiges zu beachten, wie wir später herausfanden, denn keine unserer drei Gruppen schaffte es, die Teleskope auf Anhieb richtig aufzubauen. Doch dafür hatten wir ja unsere Kursleiter, die uns gerne die richtige Reihenfolge der einzelnen Schritte erklärten.

Nachdem wir die Teleskope richtig zusammenbauen konnten, gingen wir in den Werkraum des LSZU I, den wir uns im Sommer mit den TheoPraxlern geteilt haben. Dort bauten wir Filter für die Ferngläser, mit denen wir in der Zeit zwischen dem Eröffnungswochenende und der Sommerakademie die Sonne beobachten sollten. Man glaubt gar nicht, wie viel man mit einem Fernglas so alles am Himmel und auf der Sonne sehen kann. Die Filter wurden aus einer Folie gebaut, die das Sonnenlicht auf 1/100.000 abschwächt, weshalb man mit dieser Folie die Sonne beobachten kann, ohne irgendwelchen Risiken ausgesetzt zu sein bzw. ohne die Augen zu schädigen.



Protokoll eigener Sonnenbeobachtungen

Im Sommer konnten wir zeigen, was wir während des Eröffnungswochenendes gelernt hatten, und so standen die Teleskope sehr schnell. Danach mussten wir die Teleskope ausrichten, was schwerer war, als es aussah. Weil man nicht mit dem bloßen Auge in die Sonne schauen darf, mussten wir uns nach dem Schatten des Teleskopes richten. Nachdem wir die Sonne mit dem Teleskop gefunden hatten, konnten wir mit dem Beobachten beginnen. Um die Sonne nicht nur mit eigenen Augen zu sehen, sondern vom Gesehenen auch Bilder zu bekommen, verwendeten wir spezielle Schwarzweiß-Kameras, die man am Teleskop anbringt. Diese Kameras haben keine Linsen, was auch nicht nötig war, da das Teleskop als Linse fungiert. Und warum benutzt man dafür Schwarzweiß-Kameras? Das liegt daran, dass ihre Kamerachips einen besseren Kontrast und eine bessere Empfindlichkeit bieten.

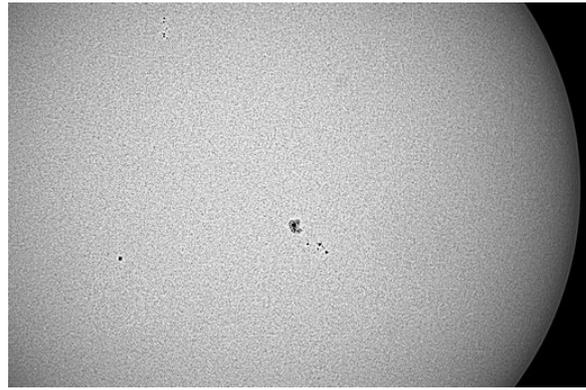
Um mit dem Teleskop die Sonne für eine längere Zeit sehen zu können, mussten wir das

Teleskop mit Strom versorgen, damit der Motor das Teleskop der Sonne mit der Erddrehung nachführt. Nun mussten wir nur noch mit der Fernbedienung den Motor starten und voilà: Das Teleskop drehte sich langsam, und die Sonne verschwand nicht mehr aus unserem Blickfeld. Als letztes brauchten wir noch Laptops, um die Kameras steuern zu können und Videos aufzunehmen und abzuspeichern. Um auch bei gleißendem Sonnenlicht etwas auf dem Bildschirm erkennen zu können, hatten wir eine Art kleines Zelt für die Computer. Diese Zelte sorgten dafür, dass man nicht von der Sonne geblendet wurde.

Beim Aufnehmen der Videos mussten wir darauf achten, dass die Videos nicht zu lang wurden, da die Kameras die Bilder im Rohformat abspeichern und daher ein längeres Video schnell ein paar Gigabyte groß sein kann. Jedoch gab es auch noch andere Probleme: Einmal hatten wir Pech, als wir gegen Abend aufgenommen haben und die Sonne schon recht tief stand. Deshalb mussten wir unsere Position zum Aufnehmen mehrmals ändern, damit die Sonne nicht hinter den Bäumen verschwand. Das war aber für uns, den „besten Kurs ever“, keine große Hürde, weshalb wir alles in allem sehr viele gute Videos hatten.

Nach dem Aufnehmen kam der Teil, der uns besonders viel Spaß gemacht hat: Das Bearbeiten der Videos und das Schärfen der Bilder. Zuerst haben wir mit dem Computerprogramm AutoStakkert! 2 die schärfsten 10% der Einzelbilder aussortiert und zu einem einzelnen Summenbild überlagert. Mit dem Programm RegiStax 6 konnten wir dann dieses Bild noch weiter verbessern, indem wir uns bei den Programmeinstellungen an das „Tannenbaum-Prinzip“ gehalten haben. Dabei schiebt man den obersten Regler für die Bildschärfe fast komplett nach links, den nächsten nach rechts und alle weiteren immer ein Stück weiter nach links, so dass sich eine Hälfte eines umgedrehten Tannenbaums ergibt. Wir testeten außerdem noch andere Funktionen des Programms, mit denen man die Bilder verbessern konnte, zum Beispiel die Veränderung des Kontrastes, durch die das Bild heller oder dunkler wurde.

Auf dem Bild, das uns am besten gelungen



Eigene Aufnahme von Sonnenflecken und Granulation

ist, kann man sehr gut eine Gruppe von Sonnenflecken sehen. Der größte Sonnenfleck ist etwa so groß wie unsere Erde. Das fanden wir sehr faszinierend. Auf dem Bild erkennt man außerdem die sogenannte Umbra, das ist der fast schwarze Kern der Sonnenflecken. Man sieht aber auch die sogenannte Penumbra, den grauen Ring um den schwarzen Kern herum.

Helioviewer

ANTON GRAMBERG, VALENTIN
KRÜPER UND LUKAS STOY

Nach unseren eigenen Beobachtungen wollten wir aber auch noch dem elfjährigen Sonnenfleckenzyklus auf den Grund gehen. Wir wussten, dass es irgendeinen Effekt geben muss, durch den die Anzahl der gerade sichtbaren Sonnenflecken beeinflusst wird. Wir konnten natürlich aber auch nicht jahrelang die Sonne beobachten. Deshalb haben wir mithilfe der Internetseite www.helioviewer.org aktuelle Satellitenaufnahmen der Sonne untersucht, die die Sonne in unterschiedlichen Spektralbereichen zeigen. Satelliten wie SOHO und SDO beobachten die Sonne über Jahre hinweg, SOHO schon seit 1996. Man kann auch diese Bilder abrufen, indem man auf der Webseite Zeit und Datum passend einstellt.

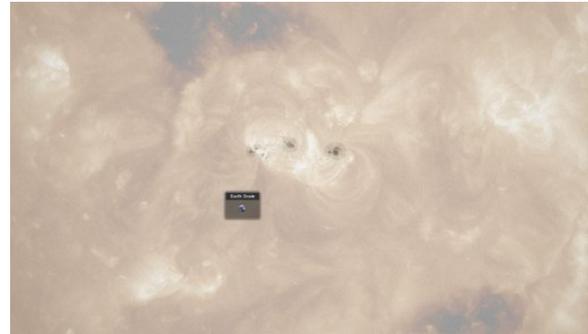
Über mehrere Jahre hinweg ist der Veränderung der Anzahl der Sonnenflecken damit gut zu erkennen. In Wirklichkeit wechselt allerdings alle elf Jahre zunächst nur die Polarität des Sonnenmagnetfelds, so dass der komplette Zyklus 22 Jahre dauert. Er beginnt mit ei-

nem Dipolfeld ähnlich dem eines Stabmagneten, wobei es erst einmal nur auf den Verlauf der Magnetfeldlinien im Sonneninneren ankommt, die Nord- und Südpol miteinander verbinden. Durch die differenzielle Rotation der Sonne, also dadurch dass sich die Sonne am Äquator schneller dreht als an den Polen, wickeln sich die Magnetfeldlinien an der Außengrenze der Strahlungszone ringförmig auf. Durch die Corioliskraft bilden sich kleine Schlaufen, die um 90° zu den aufgewickelten Feldlinien verdreht werden, also wieder entlang der Nord-Süd-Richtung liegen. Zusammengenommen ergeben sie wieder ein Dipolfeld, allerdings mit umgekehrter Polarität als zuvor.

Die Magnetfeldschlaufen steigen durch Auftriebskräfte aber auch aus dem Inneren bis an die Oberfläche auf und durchstoßen sie. An diesen Stellen bilden sich dann die Sonnenflecken. Über der Sonnenoberfläche können sie sich bei Eruptionen neu miteinander verbinden, so dass sich auch außerhalb der Sonne wieder ein Dipolfeld bildet. Die Sonnenfleckenanzahl nimmt dann wieder ab, und schließlich beginnt der Umpolungsprozess von Neuem.

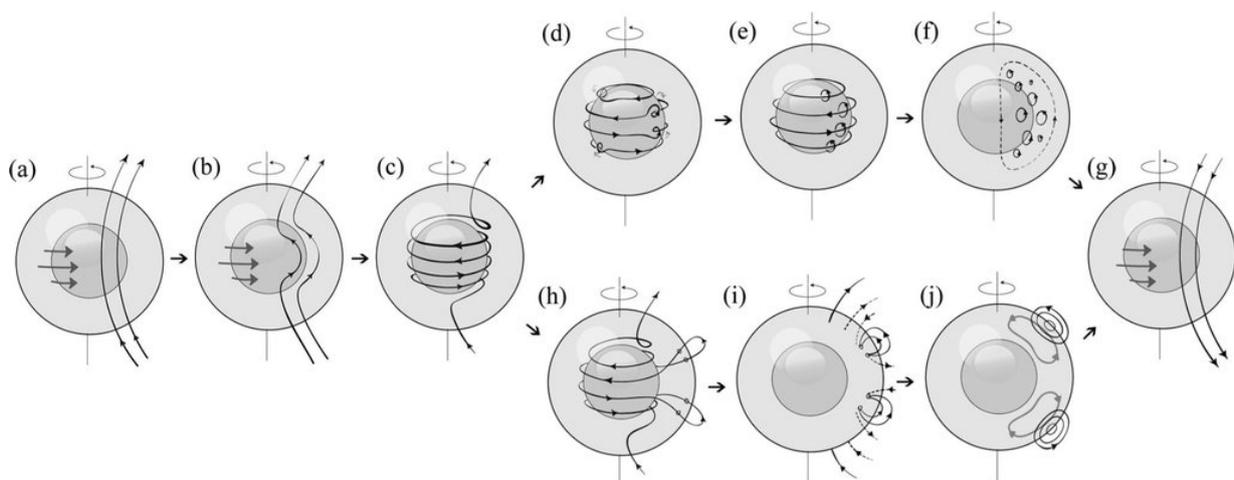
Wir haben mit dem Heliowiewer aber nicht nur die Sonnenflecken untersucht. Über „Add Layer“ kann man weitere Bilder der Sonne aus anderen Wellenlängenbereichen oder mit größerem Bildausschnitt hinzufügen. Unter „Obser-

vatory“ kann man zwischen den verschiedenen Satelliten wählen und dann unter „Instrument“ zum Beispiel für den SDO-Satelliten zwischen den beiden Kameras AIA und HMI auswählen. Unter „Measurement“ wählt man die Wellenlänge aus.



Überlagerung des Bilds der Sonnenfleckengruppe vom 17. Juli 2016 in einer Aufnahme von SDO/HMI mit der zeitgleich entstandenen Aufnahme der Korona mit SDO/AIA 171 \AA , bei der man die Flecken als Fußpunkte der koronalen Bögen erkennt. Die Erde ist zum Größenvergleich mit dargestellt. Das Heliowiewer-Projekt wird von NASA und ESA finanziert, das dargestellte Bildmaterial stellen NASA, ESA und JAXA zur Verfügung.

Man kann zwei Bilder auch überlagern und so sichtbar machen, wie Sonnenflecken und die Magnetfeldlinien über der Sonnenoberfläche als koronale Bögen zusammengehören, was ei-



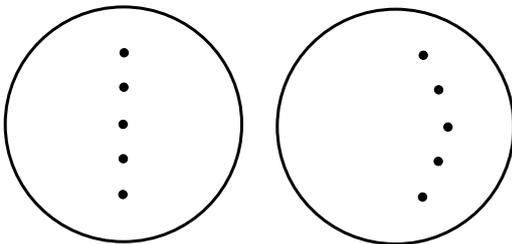
Schematische Darstellung der Änderung des Magnetfelds der Sonne während des 11-jährigen Sonnenfleckenzyklus. Grafik aus: Sabrina Sanchez, Alexandre Fournier und Julien Aubert: A mean-field Babcock-Leighton solar dynamo model with long-term variability (Anais da Academia Brasileira de Ciências, 86(1), 11-26. doi:10.1590/0001-37652014111212, CC BY-NC)

nem sonst nicht aufgefallen wäre. Die koronalen Bögen werden nur im ultraviolettem Licht sichtbar.

Die Sonnenrotation

CHRISTIAN WILD

Schon zu Beginn des Kurses hatten wir die Beobachtungen gesammelt, die wir zwischen Eröffnungswochenende und Sommerkadademie selbst durchgeführt hatten. Wir haben sie chronologisch sortiert an die Tafel gezeichnet, so dass wir eine fast vollständige Beobachtungreihe der Sonne erhalten haben. Das Ergebnis: Die Sonnenflecken wanderten von links nach rechts über die Sonne und verschwanden am Rand. Nachdem sie etwa zwei Wochen lang sichtbar waren, konnte man sie zwei Wochen wieder nicht sehen, bis sie möglicherweise auf der anderen Seite der Sonne wieder auftauchten.



Links: Eine Gruppe Sonnenflecken ist auf unterschiedlichen Breitengraden schematisch auf einer Linie aufgereiht. Rechts: Nach einem Umlauf hat sich die Linie durch die differenzielle Rotation verbogen.

Daraus haben wir geschlossen, dass die Sonne sich wie die Erde um ihre eigene Achse dreht und dafür ungefähr 28 Tage benötigt. Die Sonnenrotation unterscheidet sich jedoch nicht nur in der Dauer von der Erdrotation: Während bei der Erde die Pole und der Äquator gleich schnell rotieren, ist der Äquator auf der Sonne schneller als die Pole. Wenn man eine Reihe Sonnenflecken hätte und sie nach einem Umlauf nochmals beobachten würde, hätte sich die Reihe zu einer Spitze verformt.

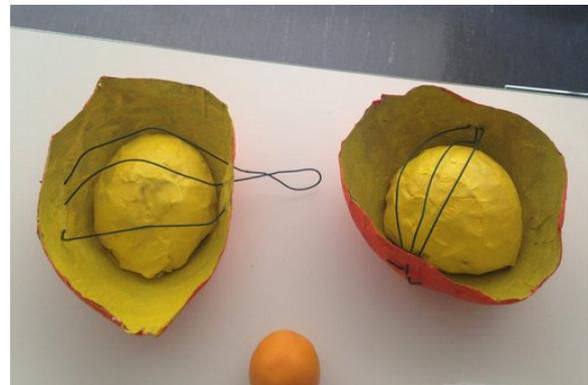
Wir haben uns gefragt, wieso sich so vieles im

Universum dreht, und Dominik hat uns erklärt, dass die Materie anfangs sehr weit verteilt war. Als sie sich zu Sternen und Planeten verdichtete, hat schon die langsamste Drehung, die man sonst gar nicht wahrnehmen würde, dazu geführt, dass die Gaswolke anfängt, sich zu drehen. Das kann man sich vorstellen wie eine Eiskunstläuferin, die Pirouetten dreht: Wenn sie die Arme ausbreitet, dreht sie sich nur langsam, doch wenn sie sie zu sich heranzieht, wird sie sehr schnell.

Sonneneruptionen

ANTON GRAMBERG

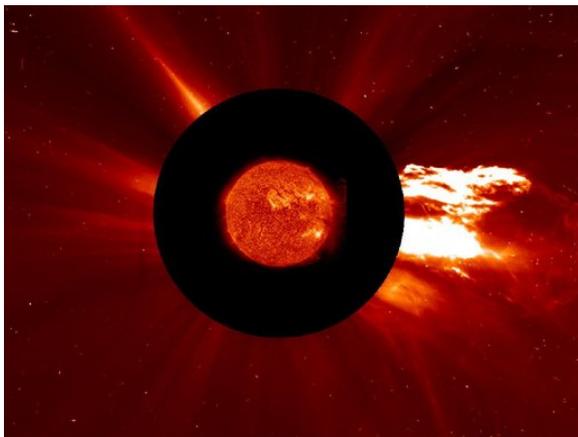
Außer den Sonnenflecken, die wir relativ einfach beobachten konnten, gibt es eine andere Gruppe von Phänomenen, die die Aktivität der Sonne viel deutlicher widerspiegeln. Bei diesen Phänomenen können komplett unerwartet in kurzer Zeit extreme Energiemengen freigesetzt werden. Man nennt diese Gruppe von Phänomenen Sonneneruptionen. Man unterscheidet hier jedoch drei Kategorien von Eruptionen: Solare Flares, eruptive Protuberanzen und koronale Massenauswürfe.



Unser selbstgebautes Modell zum Magnetfeld der Sonne mit verdrillten Feldlinien.

Um die Entstehung von koronalen Massenauswürfen erklären zu können, muss man sich zunächst koronale Bögen anschauen. In aktiven Regionen sind Sonnenflecken mit unterschiedlicher magnetischer Polarität vorhanden. Magnetfeldlinien verbinden die jeweiligen Nord- und Südpole miteinander, und wenn die Magnetfeldlinien bis weit in die Korona hineinreichen, bezeichnet man sie als koronale Bögen.

Dabei handelt es sich um Magnetfeldlinien, die magnetische Bereiche in der Photosphäre über die Korona miteinander verbinden. Durch Bewegungen der Fußpunkte können diese Magnetfeldbögen verdrillt werden, wodurch sie instabil werden und sich neu verbinden. Es kommt zu einer Art Explosion, bei der die aufgeheizte Materie in den interplanetaren Raum geschleudert wird. Dies bezeichnet man als koronalen Massenauswurf. Die mittlere Geschwindigkeit, mit der das Material in den Weltraum geschleudert wird, beträgt 500 km/s.



Koronaler Massenauswurf. Aufnahmen der Satelliten SDO (innen) und SOHO (außen)

Aber woher kommen die riesigen Energiemengen, die bei Sonneneruptionen freigesetzt werden? In Frage kommt dabei nur das Magnetfeld. Wenn die koronalen Bögen instabil werden, nehmen sie einen Zustand niedriger Energie an, das heißt die magnetischen Pole verbinden sich mit neuen Magnetfeldlinien, wodurch die alte Schlaufe sozusagen abgestoßen wird. Dadurch werden große Mengen an Energie freigesetzt. Man bezeichnet diesen auslösenden Mechanismus auch als magnetische Rekonnexion, der außerdem das schnelle Umsetzen der im Magnetfeld gespeicherten Energie in kinetische Energie ermöglicht.

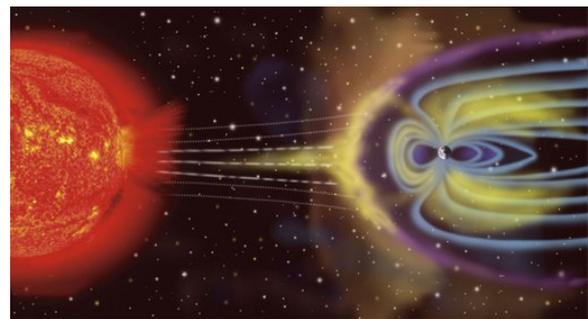
Man kann sich den Vorgang der Rekonnexion so ähnlich wie einen Kurzschluss vorstellen: Man biegt einen nicht-isolierten Draht zu einer Schlaufe, sodass er mit sich selbst in Kontakt gerät. Wenn nun Strom durch diesen Draht fließen würde, dann würde der Strom nicht durch die Schlaufe fließen, sondern er würde den kürzeren Weg durch die Kontaktstelle nehmen.

Polarlichter und ihre Auswirkung auf die Erde

CLARA HOFHEINZ

Doch nicht nur durch koronale Massenauswürfe entstehen Teilchenströme, die von der Sonne ausgehen, sondern auch durch den stetig abströmenden Sonnenwind. Dieser Teilchenstrom trifft unter anderem auf die Erde, und wir haben uns gefragt, ob dadurch Auswirkungen auf unserem Heimatplaneten spürbar sind. Um das herauszufinden, haben wir versucht, durch schon Gelerntes die eventuellen Folgen zu erschließen.

Wie die Sonne hat auch die Erde ein Magnetfeld, und wir haben vermutet, dass die Teilchenströme der Sonne auf jeden Fall Auswirkungen auf das Erdmagnetfeld haben. Nur wie die genau aussehen, das wollten wir uns näher anschauen. Dafür haben wir uns überlegt, was wir in der Schule schon über die Zusammenhänge von Strom und Magnetfeldern gelernt hatten. Schnell kamen wir auf die Idee, dass es etwas mit der Lorentzkraft zu tun haben könnte. Die Lorentzkraft beschreibt, wie elektrische Ströme und Magnetfelder wechselwirken. Mithilfe dieser Regel haben wir überlegt, dass die geladenen Teilchen vom Erdmagnetfeld abgelenkt werden.



Der Sonnenwind staucht das Erdmagnetfeld auf der zur Sonne gewandten Seite, auf der abgewandten Seite wird es gestreckt. Grafik: NASA

Durch genaues Hinschauen ist uns aber aufgefallen, dass sie immer wieder abgelenkt werden und somit mit einer spiralförmigen Bewegung um die Feldlinien zu den Polen der Erde geleitet werden. Dabei müssen die Teilchen in der Nähe der Pole auf die Hochatmosphäre der Erde und damit auf atomaren Sauerstoff

und molekularen Stickstoff treffen. Wir haben uns anschließend verschiedene Szenarien überlegt, was dabei mit den Atomen und Molekülen geschehen könnte. Bei allen diesen Zusammenstößen wird Energie von den schnellen Sonnenwindteilchen auf die Atmosphärenteilchen übertragen. Dabei werden Elektronen auf höhere Energieniveaus angehoben, um dann wieder zurückzufallen. Die Energie, die beim Zurückfallen frei wird, wird als Licht in einer für jedes Element charakteristischen Wellenlänge abgegeben. Dieses Licht sehen wir dann als Polarlicht.

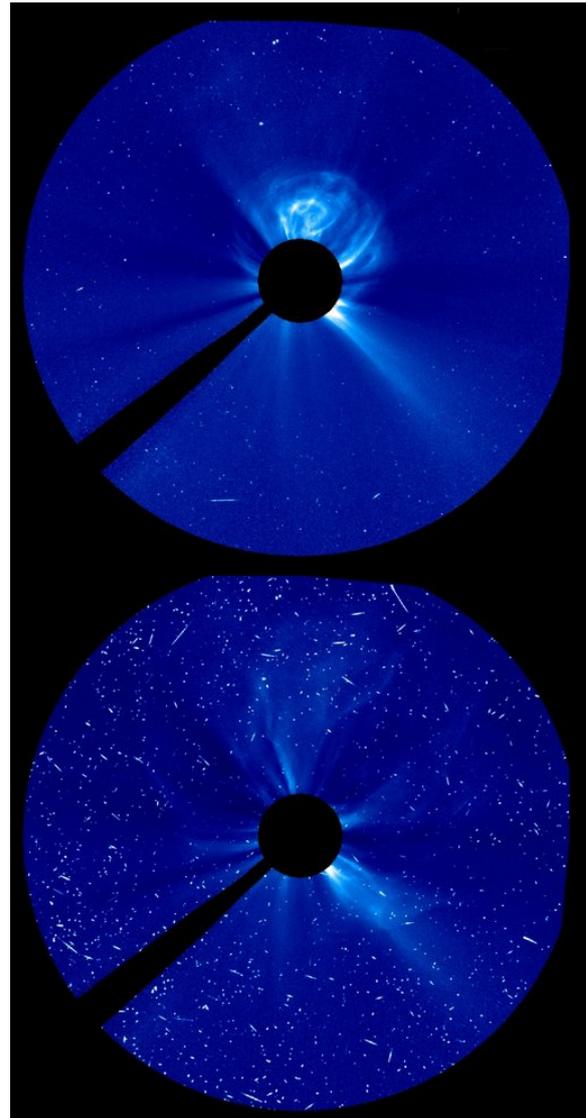
Die Teilchen der Sonne haben auch noch Auswirkungen auf das Erdmagnetfeld. Durch den Teilchenstrom verformt sich das Erdmagnetfeld: Auf der der Sonne zugewandten Seite wird es zusammengestaucht und auf der sonnenabgewandten Seite wird es gestreckt und reicht somit weit in den Weltraum hinaus.

Und welche Auswirkungen hat der Teilchenstrom von der Sonne sonst noch? Zum Beispiel können durch koronale Massenauswürfe Satelliten gestört und stark beschädigt werden. Auch die Internationale Raumstation ISS ist vom Sonnenwind betroffen, denn die energiereichen Teilchen des Sonnenwindes sind ähnlich wie Radioaktivität schädlich für die Astronauten. Deshalb gibt es auf der ISS einen Raum mit extra dicken Wänden, in den sich die Astronauten bei starken Sonneneruptionen zurückziehen können. Durch Sonnenstürme können auch Ströme in langen Überlandleitungen induziert werden und damit in Kraftwerken große Schäden anrichten. Das kann zu tagelangen Stromausfällen führen. Schäden können außerdem an Pipelines entstehen: Die langen Ölpipelines von zum Beispiel Alaska zu den USA sind oft aus Stahl. Sie sind ebenfalls gute Leiter. Hier kann das Selbe wie bei den Stromleitungen geschehen. Ströme werden induziert, was die Korrosion fördert.

Der Polarlichtsimulator

CHRISTIAN WILD

Weil Polarlichter bei uns in Europa so selten zu beobachten sind, haben wir einen Polarlichtsimulator gebaut, um sie uns genauer anzu-

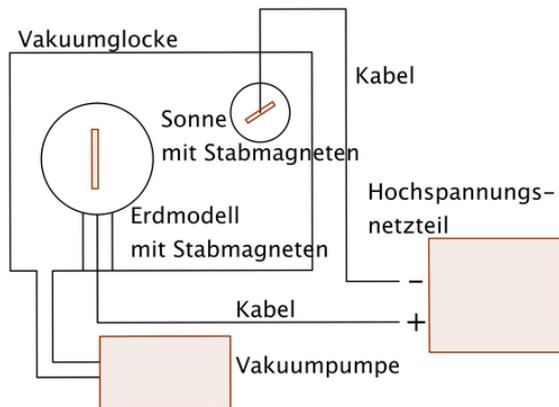


Ein koronaler Massenauswurf (oben) und die dadurch entstandene Störung des Satelliten (unten).
Bilder: SOHO/LASCO

schauen. Bevor wir mit dem Bauen angefangen haben, hatten wir geplant, wie wir den Bau umsetzen. Anfangs hatten wir überlegt, eine Landschaft zu gestalten, über der man das Polarlicht sieht, doch wir haben uns für eine Darstellung der beteiligten Himmelskörper mit Kugeln entschieden.

Bei einem Experiment muss man immer die Bedingungen, die in der Natur herrschen, schaffen. Wir haben uns also als erstes überlegt, wie die Situation in der Hochatmosphäre der Erde ist: Vor allem herrscht dort sehr geringer Luftdruck. Um das darzustellen, braucht man eine Vakuumlöcke. Außerdem kommen Elektronen

von den Sonneneruptionen und treffen auf die Erde. Dies haben wir erreicht, indem wir an der Erde (einer mittelgroßen Metallkugel) eine Anode angebracht haben, die die Elektronen aus der Kathode an der Sonne (einer etwas kleineren Metallkugel) anzieht. Die Magnetfelder der Erde und der Sonne haben wir mit Stabmagneten erzeugt, die wir in die Kugeln gesteckt oder an die Kugeln gehängt haben.



Aufbau des Polarlichtsimulators: In der Vakuumglocke befinden sich das Sonnen- und das Erdmodell mit Stabmagneten. Die Modelle sind an das Hochspannungsnetzteil angeschlossen und die Vakuumpumpe an die Glocke.

Danach wurden wir in das Arbeiten mit Hochspannung eingewiesen. Dominik erklärte uns, dass man, um das Risiko zu vermeiden, einen gefährlichen Stromschlag zu bekommen, niemals mit beiden Händen arbeiten sollte, da ein Schlag dann mitten durch den Oberkörper geht, und schwitzige Hände abwischen soll, da Schweiß ein besserer Leiter als Haut ist. Außerdem sollte man, nachdem man den Strom abgeschaltet hat, die Kabel kurzschließen, da eine Restspannung bleiben kann. Zum Glück haben wir diese Kenntnisse nicht einsetzen müssen; es ist nichts passiert.

So vorbereitet haben wir uns voller Eifer an die Arbeit gemacht und das Modell in die Vakuumglocke gebaut. Wer nichts zu tun hatte, hat Formen gezeichnet und ausgeschnitten, die wir auf das Erdmodell kleben und so einen Schatten auf das Polarlicht legen können.

Eigentlich hatten wir vor, für die Metallkugeln als Sonne und Erde Christbaumkugeln zu nehmen und diese mit einem leitenden Zinklack



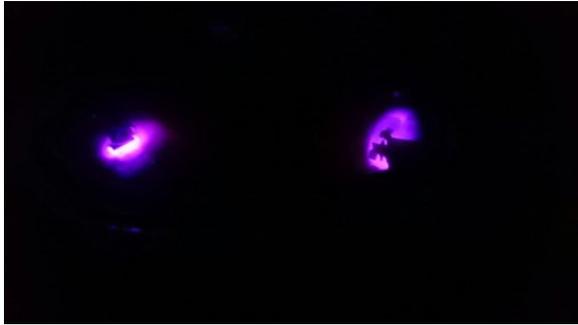
Beim Test unseres Polarlichtsimulators.

einzusprühen. Mit dem Aufbau hat auch alles gut funktioniert, doch als wir den Strom angeschaltet haben, passierte nichts. Anscheinend war die Leitfähigkeit des Zinklacks nicht groß genug. Also mussten wir das Modell noch einmal umbauen und die Stahlkugeln, die Caro mitgebracht hatte, benutzen. Und tatsächlich: Der Strom floss, und man konnte einen violetten Schatten auf der Erde und der Sonne sehen. Jubel von allen Seiten, Glückwünsche von Caro und Dominik, erste Fotos wurden gemacht: Unser erster Erfolg!

Nachdem der Grundaufbau funktioniert hatte, haben wir uns mit den Feinheiten beschäftigt: Um das Polarlicht ein bisschen besser sichtbar zu machen, indem man das Licht reflektiert, haben wir die Rückseite der Vakuumglocke mit Alufolie ausgekleidet. Außerdem haben wir aus einer Klopapierrolle eine Halterung gebaut, damit die Erde nicht wegrollt und man die Kabel nicht sieht. Die Rolle haben wir schwarz angemalt, damit sie im Dunkeln nicht sichtbar ist.

Nun konnten wir mit den Experimenten anfangen. Dafür sind wir in den Keller gegangen, da man dort den Raum fast völlig abdunkeln kann. So konnten wir die Polarlichter genau anschauen. Wir haben gesehen, dass das Polarlicht mit der Zeit immer stärker wird, nach einiger Zeit werden sogar die Magnetfeldlinien sichtbar. Danach haben wir ausprobiert, was passiert, wenn man den Strom umpolt, die Elektronen also von der Erde zur Sonne fließen lässt. Das Licht ist allerdings einfach nur schwächer geworden.

Schließlich haben wir noch Fotos von dem Polarlicht gemacht. Dafür haben wir auch die verschiedenen Schablonen auf die Erde geklebt.



Polarlichter im Simulator bei Dunkelheit.

Spektroskopie

ROCHUS LECHLER

Da wir uns ja durchgehend mit der Sonne auseinandergesetzt haben, beschäftigten wir uns natürlich auch mit dem Sonnenlicht und dessen Spektrum. Dazu bekamen wir von unseren Kursleitern Dominik und Caro sehr stylische Brillen, die weißes Licht in Regenbogenfarben zerlegen. Wie wir schnell herausfanden, konnte man durch diese Brillen auch sehr interessante, vor allem natürlich lustige Bilder machen. Weil wir ja aber eine sehr zielstrebige und vor allem ernste Gruppe waren, beschäftigten wir uns bald auch systematisch mit den Spektren. Dabei ließ sich leicht erkennen, dass das Spektrum der Sonne alle sichtbaren Spektralfarben beinhaltet. Um genauere Messungen zu machen, hatten unsere Kursleiter aber auch noch Spektroskope mitgebracht.

Ein Spektroskop ist ein Gerät, das Licht in seine Farben zerlegt. Das Licht gelangt durch einen dünnen Spalt in das Spektroskop. Dort trifft es entweder auf ein Glasprisma oder auf ein sogenanntes Gitter, die Licht in seine Spektralfarben zerlegen. Danach wird das Spektrum durch ein Objektiv abgebildet und kann durch ein Okular mit dem Auge betrachtet werden.

Mit unseren Spektroskopen haben wir außer dem Sonnenlicht auch die Leuchtstoffröhren an der Decke und ein paar Speziallampen untersucht: eine Quecksilberdampfampe, bei der man erkennen kann, dass ihr Spektrum nur je-

weils einen Blau-, Gelb- und Grünton beinhaltet, eine Natriumdampfampe, bei der sich nur ein oranger Farbton erkennen lässt, und eine sogenannte Balmerlampe, die mit Wasserstoffgas gefüllt ist und bei der rote und blaue Farbtöne zu sehen waren. Bei einem solchen Emissionsspektrum wird Licht nur bei bestimmten Wellenlängen freigesetzt.



Das Spektrum der Natriumdampfampe (links) wird von einer kräftigen orangen Spektrallinie dominiert, so dass sich als Farbe von der Lampe ein Orangeton ergibt.



Die pinke Farbe von leuchtendem Wasserstoffgas (rechts) setzt sich aus einer roten und zwei blauen Spektrallinien zusammen (links).

Zusätzlich zu den beiden Dampfampfen betrachteten wir auch noch eine normale Glühlampe, deren Spektrum sich auf den ersten Blick nur wenig von dem der Sonne unterschied. Nach der Praxis kam natürlich die Theorie. Zuerst behandelten wir das kontinuierliche Spektrum, das durch Licht entsteht, das von Festkörpern abgestrahlt wird, und dann das Emissionsspektrum, das von leuchtenden Gasen erzeugt wird. Zuletzt kamen wir zum Absorptionsspektrum. Dieses Spektrum ähnelt dem kontinuierlichen Spektrum. Bei genauerem Hinsehen erkannten wir aber dünne, schwarze Linien im Sonnenspektrum, die daher rühren, dass einzelne chemische Elemente oder Moleküle in der Photosphäre der Sonne bestimmte Farben im Spektrum herausfiltern: Sie absorbieren das Licht.



Im kontinuierlichen Spektrum des glühenden Wolframdrahts einer Glühlampe sind alle Spektralfarben vorhanden.

Selbstverständlich wollten wir, nachdem wir dies alles in Erfahrung gebracht hatten, auch das Licht unserer selbstgebaute Polarlichtsimulationsmaschine als Spektrum betrachten.



Im Absorptionsspektrum sind alle Spektralbereiche vorhanden, jedoch sind schwarze Linien zu sehen, die von Elementen in der Sonne hervorgerufen werden.

Also bauten wir im Kursraum vor unserer Maschine ein Stativ mit Kamera auf und setzten an die Kamera das Spektroskop an. Wir erzeugten ein Vakuum und legten eine Hochspannung von 6000 Volt auf die metallenen Kugeln und erzeugten so unser Polarlicht.

Nun machten wir mit Kamera und Spektroskop Bilder des Polarlichts und mussten dann leider feststellen, dass auf den Bildern nichts zu erkennen war. Der Grund dafür: Es war im Kursraum zu hell. Also bauten wir alles ab und trugen es in den Werkraum, der einen Stock tiefer lag, und wollten dort wieder alles aufbauen. Dies dauerte jedoch um einiges länger als geplant, weil wir einen Transportverlust in Form eines Magneten zu beklagen hatten, der zur Erzeugung des Magnetfelds um unsere simulierte Sonne zuständig war. Also suchten wir die Treppe und den Gang mit anderen Magneten ab, aber der Magnet blieb unauffindbar. Nun musste ein neuer Magnet her. Zum Glück hatte Caro noch einen weiteren dabei, der an die simulierte Sonne passte, und so konnten wir doch noch einen zweiten Versuch starten.

Im Werkraum mussten wir allerdings zuerst behelfsmäßig die kleinen Fenster mit Styropor und Spanplatten abdecken, um so viel Licht von außen wie möglich auszusperrten. Als der Raum soweit vorbereitet war, bauten wir unsere Simulationsmaschine und die Kamera mit dem Spektroskop wieder auf. Erneut nahmen wir die Maschine in Betrieb und machten Bilder durch das Spektroskop. Erfreulicherweise konnten wir auf den neuen Bildern die ersehnten Spektrallinien des Polarlichts erkennen. Auf diese Bilder waren und sind wir natürlich auch sehr stolz.



Das Spektrum des simulierten Polarlichts setzt sich aus mehreren blauen und roten Farbtönen zusammen.

Nachtwanderung und Sternbilder

MATTHIAS CALA

Wie wichtig das Erforschen unserer Sonne ist, erkennen wir erst beim Blick auf unseren Nachthimmel: Wir realisieren erst dann, wie viele Sterne es außer unserer Sonne noch gibt, obwohl wir nur einen kleinen Bruchteil davon mit unserem Auge sehen.

Schon früher faszinierten die Sterne die Menschheit, und so dachte man sich zu den Sternen Geschichten aus, die oft mit der griechischen Mythologie verbunden waren, und verband einige Sterne mit gedachten Linien, so dass Motive und Bilder passend zu diesen Geschichten entstanden sind, die sogenannten Sternbilder.

Eine dieser Geschichten ist die des Großen Bären: Bekanntermaßen hatte der Göttervater Zeus viele Geliebte neben seiner Frau Hera, so auch eine schöne Nymphe Kallisto. Des Öfteren kam Zeus herunter auf die Erde, um diese Liebe auszuleben, obwohl dies ein gewisses Risiko mit sich brachte. Tatsächlich fragte sich Hera schon bald, womit ihr Gemahl seine Zeit verbringt und so beobachtete sie ihn und lauerte ihm auf. Schließlich hatte sie ihn ertappt, die Affäre zwischen Zeus und der inzwischen schwangeren Nymphe flog auf. Kallisto brachte einen Sohn zur Welt, den sie Arkas nannte. Von ihrer Wut getrieben wollte die eifersüchtige Hera Rache an der Nymphe üben. Doch der Göttervater durchkreuzte ihren Plan. Er verwandelte die Nymphe in eine Bärin, damit sie sich in den Wäldern besser verstecken konnte. Doch Jahre später begegnete Arkas bei der Jagd seiner Mutter, ohne sie zu erkennen. Just im letzten Moment bevor er sie erschoss, packte Zeus beide und schleuderte sie in den Himmel – Kallisto als Große Bärin und Arkas als Bärenhüter. Weil er Kallisto an ihrem eigentlich kurzen Bärenschwanz ergriffen hatte, wurde dieser beim Schleudern unnatürlich in die Länge gezogen. Diese Geschichte ist aber nur eine von vielen Geschichten über die Sternbilder, wobei es einige davon auch in verschiedenen Versionen gibt.

Sternbilder, die von einem bestimmten Standort aus das ganze Jahr über zu sehen sind, werden zirkumpolare Sternbilder genannt. In

unseren Breiten gehören dazu der Kleine und der Große Bär, Kassiopeia und Kepheus, der Drache und die Giraffe. Alle anderen Sternbilder dagegen gehen auf und unter wie Sonne und Mond und erscheinen nur zu bestimmten Zeiten des Jahres. Auf der Akademie waren für uns hauptsächlich die Sternbilder von Bedeutung, die im Sommer zu sehen sind. Zu den wichtigsten gehören die Leier, der Schwan, der Adler, der Herkules, die nördliche Krone und der Bärenhüter, oder auch Bootes genannt. Wenn man die hellsten Sterne der Leier (Wega), des Schwans (Deneb) und des Adlers (Altair) miteinander verbindet, erhält man das sogenannte Sommerdreieck, das man im Sommer hoch am Himmel sehen kann.

Um uns auf die Nachtwanderung vorzubereiten, liefen wir im Voraus den Weg zusammen ab und besprachen, wo man auf dem Weg durch den Wald auf vereinzelt Lichtungen die besten Ausblicke erhascht, um an diesen Aussichtspunkten die Zeit mit dem Erzählen der Geschichten zu den Sternbildern zu verbringen. Auch das Ziel der Nachtwanderung, ein Punkt, an dem es einen sehr guten Rundumblick gibt, wurde festgelegt. Das Ziel musste außerdem fernab der Städte und Dörfern liegen, um die kleinstmögliche Lichtverschmutzung zu erreichen, denn sonst hätte man die schwachleuchtenden oder sehr weit entfernten Sterne nicht mehr gesehen und das schwache Band der Milchstraße nicht mehr erkennen können.

Als es dann Abend wurde, warteten schon die anderen Kurse voller Vorfreude auf den Beginn der Wanderung. Um diese übersichtlicher zu gestalten, wurden alle Teilnehmer und Mentoren gemischt in sechs Gruppen aufgeteilt, von denen jeweils zwei aus unserem Kurs stammten.

In gewissen Zeitabständen gingen die Gruppen los auf die Wanderung in den inzwischen dunklen Wald. Alles verlief nach Plan: Alle Gäste des Unterfangens hörten auf die Anweisungen der Astrokurs-Teilnehmer und lauschten gebannt, was diese zu sagen hatten: Die Geschichten über den Großen Bären und den Bärenhüter, Fun Facts über Sterne und deren besondere Eigenschaften, wie zum Beispiel den Augenprüfer Mizar und Alcor (im Großen Bären),

die Sterne wurden den Sternbildern zugeordnet und vieles mehr. Dabei halfen auch die speziellen Taschenlampen, die einen kleinen, aber intensiven Lichtkegel hatten. Diese benutzten wir wie einen Laserpointer, so dass jeder nachvollziehen konnte, um welchen Stern es gerade ging. Die Fragen der interessierten Teilnehmer wurden kompetent beantwortet.

Nach dieser halben Stunde des Wanderns war auch schon das letzte bisschen Tageslicht am Horizont verschwunden und machte Platz für die Schönheit des vielfältigen Nachthimmels. Am Ziel der Wanderung warteten schon Caro und Dominik mit aufgebautem Teleskop, Ferngläsern und einer Plane als Sitzunterlage, um dem Spektakel einen Höhepunkt zu verpassen. Viele waren dieser Schönheit nicht gewachsen, so dass aus ihrer Verschnaufpause doch nichts wurde, da ihnen der Atem vor Begeisterung stockte. Doch nicht nur die Sternenvielfalt machte den Bewunderern zu schaffen, da auch Planeten wie der Mars oder der Saturn über dem hellen Stern Antares aus dem Sternbild Skorpion zu sehen waren, auch vorbeiziehende Satelliten waren als helle Punkte zu sehen, die über den Nachthimmel zogen. Des Weiteren wurde so manche Sternschnuppe gesichtet.



Beobachten mit Teleskop und Ferngläsern bei der Nachtwanderung.

Doch alles hat ein Ende und man sollte dann aufhören, wenn es am schönsten ist. Und so machten wir uns auf den Weg zurück, um dem langen, aber schönen Tag einen guten Ausklang zu verschaffen. Um im Dunkeln den richtigen Weg zu finden, verwendeten wir Rotlichtlampen. Das rötliche Licht reizt die Rezeptoren im Auge weniger als das Licht aus anderen Spektralfarben. Das hat den Vorteil, dass das

Auge leichter zwischen diesem Licht und der Dunkelheit wechseln kann, ohne dass es einige Minuten benötigt, um sich darauf einzustellen.

Dass die Nachtwanderung von jedem erfolgreich ohne Verluste und irgendwelche Zwischenfälle gemeistert wurde, zeigt, wie kompetent die Schüler der Deutschen JuniorAkademie sind, und die außerordentliche Führungs- und Leitkraft der Astrokurs-Teilnehmer.

Exkursion zur Sternwarte in Hettstadt

CLARISSA KÖPER

Am Montag, den 5. September haben wir unseren Ausflug nach Hettstadt in der Nähe von Würzburg gemacht. Dort konnten wir dank unserer Kursleiter großartige Einblicke in eine Sternwarte bekommen und lernten dabei, wie so ein Observatorium funktioniert. Als erstes mussten wir natürlich zu der Sternwarte kommen, deshalb haben wir den Zug nach Würzburg genommen und von da aus dann ein Taxi bis zur Sternwarte.

Dort angekommen, ist uns als erstes aufgefallen, dass das Observatorium mitten in der „Pampa“ steht und es sehr sehr kalt ist. Ziemlich schnell wurde uns dann auch bewusst, warum das so sein muss. Denn damit das Teleskop der Sternwarte perfekte Bilder machen kann, darf nachts kein Licht von der Stadt den Himmel erleuchten.

Nachdem das geklärt war, bekamen wir eine Einführung von Herrn Christian Lorey. Er erzählte uns die grundlegenden Fakten und die Geschichte der Sternwarte: Die Hans-Haffner-Sternwarte befindet sich in der Nähe von Hettstadt im Landkreis Würzburg in Bayern. Sie liegt auf einer Höhe von 304 m ü. NN und weit genug von der Stadt entfernt.

Die Sternwarte gehört zu einem naturwissenschaftlichen Verein für Schüler und wird durch das Friedrich-Koenig-Gymnasium (FKG) und die Universität Würzburg betrieben. Die Hauptaufgabengebiete der Sternwarte sind insbesondere, den Schülern Zugang zu astronomischen Beobachtungsmöglichkeiten zu verschaffen, aber auch die Untersuchung aktiver Gala-

xienkerne in Zusammenarbeit mit der Universität Würzburg und gelegentliche Himmelsführungen und Vorträge für Interessierte.

Die Idee zum Bau der Sternwarte haben tatkräftige Schüler, Lehrer und Eltern mit viel Mühe umgesetzt, so dass sie 2009 schließlich mit großer Freude eingeweiht werden konnte. Im Jahr 2012 wurde die Sternwarte nach dem Astronomen Hans Haffner benannt. Vor kurzem wurde sie noch durch ein Radioteleskop erweitert, das extra für uns in Betrieb genommen wurde.



Während des Vortrags von Christian Lorey vor der Sternwarte. Rechts im Hintergrund das Radioteleskop.

Die Sternwarte verfügt über Spiegelteleskope von 20,32 cm bis 50,8 cm Durchmesser, Linsenteleskope bis 12,7 cm Durchmesser, ein Radioteleskop und verschiedene Kameras. Vieles davon konnten wir selbst anschauen und manches sogar in Betrieb nehmen.

Nach der Einführung durften wir uns das Teleskop anschauen, welches sich in der Kuppel befand. Es handelte sich um ein 50 cm-Teleskop. Natürlich wollten wir als Astronomen auch die Sonne beobachten, jedoch spielte das Wetter leider überhaupt nicht mit. Hinzu kam, dass es so windig war, dass man nicht einmal die Kuppel öffnen konnte, was vielleicht auch besser so war, denn wir alle froren sehr, da wir auf besseres Wetter eingestellt waren. Zum Glück gab es in der Sternwarte viele flauschige Decken, mit denen wir uns warmhalten konnten. Da wir keine Beobachtungen mit dem Teleskop tätigen konnten, beschäftigten wir uns anderweitig.

Zunächst versuchten wir, selbst ein etwas kleineres Teleskop aufzubauen, was uns aber auch

nur mit mäßigem Erfolg gelang. Vor allem mit der Fernbedienung des Motors waren wir alle etwas überfordert. Selbst mit Anleitung klappte es nicht so ganz, doch zum Glück hatten wir ja Caro und Dominik, die uns dann erklärten, wie wir es zu machen hatten. Als uns der Aufbau endlich gelungen war, durften wir noch einen sehr interessanten Vortrag von Prof. Dr. Karl Mannheim anhören. Dabei ging es insbesondere um Schwarze Löcher und Neutronensterne, was für Astronomen ein wirklich spannendes Thema ist.

Am Ende des Vortrags hatten dann alle Hunger und freuten sich deshalb besonders auf das Essen. Die Sternwarte hatte extra für uns ein Grillen organisiert, was bei allen natürlich für gute Stimmung sorgte. Nachdem jeder gefühlt zehn Kräuterbaguettes und ein dutzend Steaks verdrückt hatte, war der Magen voll und warm. Leider war der Rest des Körpers durch den kalten Wind völlig ausgekühlt, was Anna Lena auf die lustige Idee brachte, einmal um die Wette zu hüpfen. Danach war uns wieder warm und wir konnten uns wieder der Astronomie widmen.



Bei der Umsetzung von Anna Lenas Idee, sich aufzuwärmen.

Wie schon erwähnt, hatte die Sternwarte extra das neue Radioteleskop für uns ausgerichtet, was für alle eine große Freude war. Ein Student der Uni Würzburg erklärte uns dann, dass Radioteleskope Instrumente zum Empfangen und Messen der aus dem Weltall beziehungsweise von speziellen Himmelsobjekten kommenden Radiofrequenzstrahlung sind. Diese Teleskope sind, wie der Name schon sagt, besonders in

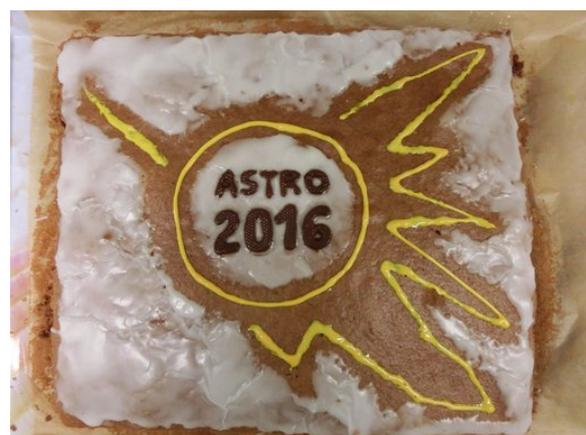
der Radioastronomie wichtig. Nachdem wir die Funktionsweise grob verstanden hatten, versuchten wir, mit dem Radioteleskop diese Radiofrequenzstrahlung zu empfangen. Und tatsächlich konnten wir etwas empfangen, aber man merkte schnell, dass es auch viele Störsignale geben musste, was man auf einer grafischen Darstellung erkennen konnte.

Danach war unsere Zeit dort auch schon wieder vorbei, denn wir wurden von unseren Taxen abgeholt. Als wir wieder in Würzburg waren, hatten wir noch eine Stunde Freizeit, in der wir sehr viel anstellten, zum Beispiel blauen Lippenstift ausprobieren oder eine Parfümdusche genießen. Dann mussten wir zum Bahnhof und fuhren mit dem Zug wieder zurück nach Adelsheim. Es war ein unglaublich interessanter Tag!

Schluss

ANNA LENA SCHAIBLE

Abschließend lässt sich sagen, die Zeit verging wie im Flug und war eigentlich viel zu kurz. Im Kurs haben wir so viel Unterschiedliches erlebt. Es ist unglaublich toll, dass die Teilnehmer so begeistert beim Thema dabei waren und so viel Neues in einer extrem kurzen Zeit gelernt haben. Jeder hat viele neue Erfahrungen gesammelt.



Nervennahrung am Dokuwochenende

Auch ist es erstaunlich, wie gut sich die Teilnehmer verstanden haben, und wie sie so schnell zu einem super Team zusammengewachsen sind. Dadurch können wir als Astronomiekurs

nicht nur auf unseren Teamsieg beim Sportfest stolz sein, sondern auch auf das, was wir erreicht haben. Das hat sich spätestens bei der Abschlusspräsentation und der Vorstellung des Polarlichtsimulators gezeigt. Die Zuschauer gerieten ins Stauen, und bei den Teilnehmern

war ein Strahlen auf dem Gesicht. Und dieses Strahlen wird immer wieder auftauchen, wenn wir ins Träumen geraten und uns an die unglaublich tolle Zeit bei der Science Academy erinnern.



Zitate aus dem Kurs

- „Ich habe keinen schrägen Humor, ich beherrsche die meisterhafte Kunst der flachen Situationskomik“ – Matthias
- „Oh, eine Anna ist eingetroffen“ – Caro
- „Närrischer Tukchchchchch“ – Rochus und Matthias
- Clarissa: „Warum ist es nachts kälter als draußen“ – Rochus: „Weil das Haus im Freien steht“
- „Ihr sollt nicht lästern, sonst werdet ihr als Germanisten wiedergeboren“ – Dominik
- „Nennt mich Edison, ich habe die Glühbirne erfunden!“ – Dominik
- „Benutz keine Füllwörter, wie ähm oder genau . . . ähm, genau.“ – Anna Lena
- „Das hängt mit den Magnetfeldern zu tun“ – Matthias

Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei denjenigen herzlich bedanken, die die 14. JuniorAkademie Adelsheim / Science-Academy Baden-Württemberg überhaupt möglich gemacht haben.

Finanziell wurde die Akademie in erster Linie durch die Stiftung Bildung und Jugend, die H. W. & J. Hector Stiftung, den Förderverein der Science-Academy sowie durch den Fonds der Chemischen Industrie 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.

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.