

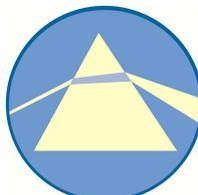


# JuniorAkademie Adelsheim

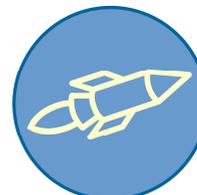
## 7. SCIENCE ACADEMY BADEN-WÜRTTEMBERG 2009



Astronomie



Farben



Mikrogravitation



Pharmazie



Philosophie



TheoPrax

Gefördert von: DIETMAR HOPP STIFTUNG

Regierungspräsidium Karlsruhe  
Abteilung 7 – Schule und Bildung

**Dokumentation der  
JuniorAkademie Adelsheim 2009**

**7. Science Academy  
Baden-Württemberg**

**Träger und Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2009:**

Regierungspräsidium Karlsruhe  
Abteilung 7 – Schule und Bildung  
Hebelstr. 2  
76133 Karlsruhe  
Tel.: (0721) 926 4521  
Fax.: (0721) 926 4000  
E-Mail: markus.herrmann@rpk.bwl.de  
[www.scienceacademy.de](http://www.scienceacademy.de)

Die in dieser Dokumentation enthaltenen Texte wurden von den Kurs- und Akademieleitern sowie den Teilnehmern der 7. JuniorAkademie Adelsheim 2009 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mit Hilfe von  $\text{\LaTeX}$  gesetzt.

*Gestaltung des Covers:* Dr. Markus Herrmann  
*Gesamtredaktion und Layout:* Jörg Richter, Georg Wilke  
*Druck und Bindung:* Engelhardt & Bauer, Karlsruhe  
Copyright © 2009 Markus Herrmann.

# Vorwort

Das siebte Jahr Science Academy Baden-Württemberg, JuniorAkademie Adelsheim!

Das verflixte siebte Jahr – heißt es; dass es nicht immer so sein muss, haben wir dieses Jahr erfolgreich bewiesen. Rückblickend ist zu sagen: Die Zeit auf dem Adelsheimer Eckenberg war verflucht schön!

69 Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie ein Leitungs- und Betreuungsteam von fast 30 Personen haben wieder einmal gezeigt, was es heißt, zwei Wochen lang mit Freude, Interesse und Motivation an wissenschaftlichen Fragestellungen zu arbeiten, miteinander zu lernen und zu leben.

Selbstverständlich gab es dabei auch Hürden und Stolpersteine, aber wer im Herbst eine reiche Ernte einholen will, braucht neben Sonne auch den Regen. Einen Teil dieser Ernte halten Sie und haltet Ihr jetzt in Form der Dokumentation und mit dem Akademiefilm in Händen.

Wenn Sonne und Regen aufeinander treffen, entsteht neben einem fruchtbaren Klima auch ein Regenbogen. Dieser Regenbogen begleitete uns seit dem Eröffnungswochenende als Motto, verbildlicht er doch wichtige Grundzüge unseres Akademiegedankens: Die mannigfaltigen Facetten der Natur aufmerksam beobachten und wertschätzen – Durch die Teilhabe an einem faszinierenden Gesamtwerk ein Spektrum unterschiedlicher Persönlichkeiten kennenlernen – Sich gemeinsam und doch mit individueller Ausdruckskraft präsentieren.



Abschiedsritual: Wir legen einen Regenbogen aus bunten Wunschkarten . . .

In diesem Sinne stand das bunte Treiben auf dem Campus den Farben des Regenbogens, die sich ja auch in den Farben der sechs Kurse wiederfanden, in nichts nach. Nun ist die Akademie zu Ende gegangen, aber regenbogenfarbene Freundschaftsbänder schlagen einen Bogen über ganz Baden-Württemberg. Über diese Brücke können wir mit Zuversicht in die Zukunft gehen.



... und übergeben diese dem Feuer.

Wir wünschen allen viel Freude und Spaß beim Lesen und Schmökern.

Eure/Ihre

Ann-Kathrin Müller

Ann-Kathrin Müller (Assistenz)

Felix Jacobi

Felix Jacobi (Assistenz)

Ulrike Greenway

Dr. Ulrike Greenway

Markus Herrmann

Dr. Markus Herrmann

*Hier durfte ich zum ersten Mal gut sein.*

*Ich habe meinen Horizont erweitert.*

*Bei der Science-Academy hatte ich viel Spaß!*

*Ich habe Freunde mit ähnlichen Interessen gefunden.*

*Ich habe gelernt, mich einzufügen und nicht immer einer der Besten sein zu können.*

*Hier konnte ich so sein, wie ich bin und musste mich nie verstellen.*

*Ich habe viele Anregungen mitgenommen.*

*Ich denke gerne an die Zeit zurück!*

ZITATE VON TEILNEHMERN,  
AUS DEN EVALUATIONSBÖGEN

# Kurs 1 – Astronomen, Instrumente, Weltbilder

## Der Kurs zum Jahr der Astronomie 2009



### Einführung

OLAF FISCHER, CECILIA SCORZA,  
LUKAS HEIZMANN

2009 ist das Internationale Jahr der Astronomie (IJA2009) – ein Jahr großer astronomischer Jubiläen. Vor 400 Jahren begann die Fernrohrastronomie, deren erste Resultate schon den göttlichen Geozentrismus in Frage stellten. Ihren 400. Geburtstag feiert auch die keplersche Beschreibung der Planetenbewegung. Das Dogma der göttlichen Kreise wurde überwunden.

Ein drittes Jubiläum soll noch erwähnt werden: Vor vierzig Jahren betrat erstmals ein Mensch einen anderen Himmelskörper.

Im Astronomiekurs spannten wir den Bogen vom Galileischen Fernrohr bis zu einem hochmodernen Flugzeugteleskop. Wir konnten sehen, wie sich die Vorstellungen von der Welt wandeln. Und wir konnten sie näher kennen lernen: Galileo Galilei, Johannes Kepler und heutige Astronomen, die am SOFIA-Projekt mitarbeiten. Wir betrachteten ihre Lebensumstände, ihre Biografien und ihre großen Leistungen.

Nach diesem Kurs können wir sagen, dass wir den Sternen ein Stück näher gekommen sind, und dass wir verstanden haben, wie sich unser Weltbild mit der Einführung und Weiterentwicklung von Fernrohren verändern und erweitern kann.

## Galilei und der Beginn der Fernrohrastronomie

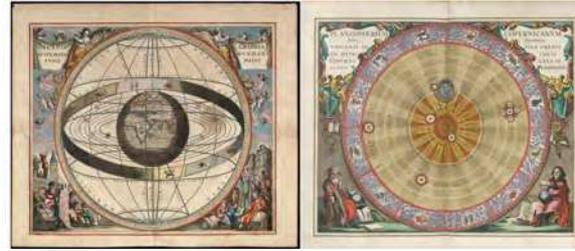
ANNIKA FÄHNLE, JONATHAN OLD,  
MILA RÜDIGER

### Galileo Galilei und seine Zeit

Als Gutenberg 1450 den Buchdruck erfand und Kolumbus 1492 Amerika entdeckte, ahnten sie nicht, dass sie damit das Ende eines 1000-jährigen Zeitalters einläuteten. Doch das Mittelalter endete nicht plötzlich. Vielmehr war das 15. Jahrhundert ein Übergang vom Mittelalter in die Neuzeit, geprägt von vielen Ereignissen und einer Entwicklung des Geistes, der Renaissance (zu Deutsch: Wiedergeburt).

Um 1400 herum begann in Norditalien ein Rumoren. Menschen begannen, sich dem strengen Regime des Mittelalters zu widersetzen. Denn damals war man sich sicher, dass alles nur durch Gott geschah: Man wurde wegen Gott geboren, lebte mit Gott und kam nach dem Tod wieder zu Gott. Doch Renaissance bedeutet nicht ohne Grund Wiedergeburt. Sie wird auch die Wiedergeburt der klassischen Antike genannt, d. h. die griechische Philosophie und der Humanismus wurden wieder populär. Der Mensch stand wieder im Mittelpunkt des Interesses und man begann erneut nach einem Sinn des Lebens zu forschen, der unabhängig von Gott ist. Auch gab es einen Aufschwung in den Künsten: Lieder waren jetzt nicht nur für den Gottesdienst da, sondern auch zur Unterhaltung, die Komponisten waren nicht mehr namenlose Gestalten hinter ihren Stücken; in der Malerei wurde die Aktmalerei populär und auch sonst war man plötzlich fasziniert vom Menschen, seinen Proportionen und seiner Anatomie.

Doch die Kirche sträubte sich gegen diesen Fortschritt. Schließlich galt bisher alles Unerklärte als göttlich, und man hatte Angst, dass das modern gewordene freie Denken Gottes uneingeschränkte Macht infrage stellen könnte. Denn schließlich gab es damals keinen Zweifel, dass die Erde Gottes Werk war und als solches auch das Zentrum unseres Sonnensystems, um das alle Planeten zu kreisen hatten (geozentrisches Weltbild).



Das geozentrische und das heliozentrische Weltbild (Wikipedia)

An diesem geozentrischen Weltbild wurde während der Renaissance immer mehr gezweifelt: Nikolaus Kopernikus veröffentlichte 1543 in seinem Buch „De Revolutionibus Orbium Coelestium“ die Idee, dass sich die Erde und die anderen Planeten um die Sonne drehen (heliocentrisches Weltbild). Zwar wurde dieses heliozentrische Weltbild von der Kirche verhöhnt und als ketzerisch angesehen, doch es gab einige Astronomen, die dieses Weltbild guthießen und unterstützten. Einer dieser Astronomen war der Italiener Galileo Galilei.

Galilei wurde am 15. Februar 1564 in Pisa geboren. Sein Vater Vincenzo Galilei gehörte einem verarmten Patriziergeschlecht an und war von Beruf Komponist und Musiktheoretiker. Zwar wuchs Galilei im Kloster auf und wollte nach Beendigung seiner Ausbildung dem Benediktinerorden beitreten, doch sein Vater hatte andere Pläne. Er schickte seinen Sohn zurück nach Pisa, damit dieser dort Medizin studieren sollte.

Dieses Studium brach Galilei allerdings schon nach vier Jahren ab, da er seine Leidenschaft für die Mathematik und Naturwissenschaften entdeckte, und ging an die Universität in Florenz, um dort Mathematik zu studieren. 1589, also schon mit 25 Jahren, zog er wieder nach Pisa, um an der dortigen Universität als Lektor zu arbeiten. Da der Lohn dort kaum zum Überleben reichte, entwickelte und verkaufte er Instrumente, darunter auch ein noch ziemlich ungenaues Thermometer.

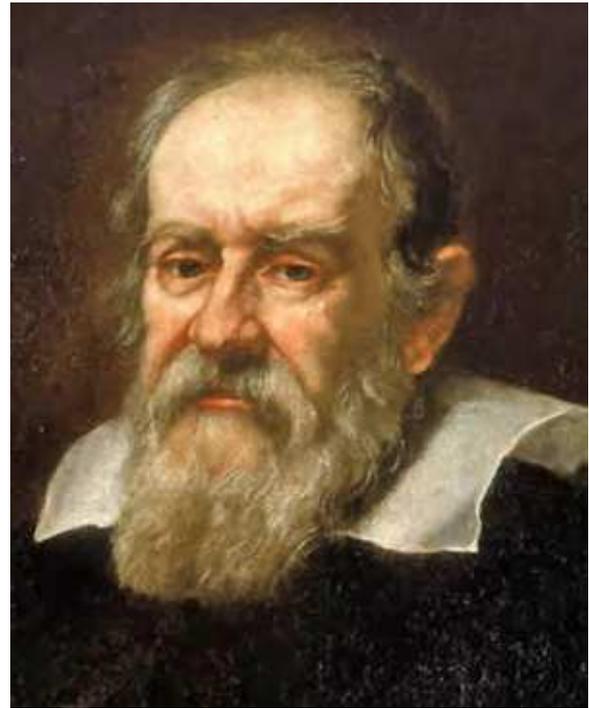
Wegen seiner wiederholten Angriffe auf den griechischen Philosophen Aristoteles, dessen Meinungen zu dieser Zeit von der Kirche sehr unterstützt wurden, verlängerte man seinen Arbeitsvertrag 1592 nicht mehr. Der Tod des

Vaters im Jahr zuvor verschlimmerte seine finanzielle Situation. Doch aufgrund seines guten Rufes wurde er noch im selben Jahre an die Universität von Padua, das zur reichen und liberalen Republik Venedig gehörte, gerufen und blieb dort 18 Jahre lang. 1600, mit 36 Jahren, wurde Galilei zum ersten Mal Vater. Er hatte drei Kinder, die alle unehelich waren. Wegen der schlechten Heiratsaussichten für Bastarde schickte er seine beiden Töchter ins Kloster. Obwohl sie weit von einander getrennt waren, führten er und seine älteste Tochter Maria Celeste regen Briefkontakt und standen sich sehr nahe.

Das Jahr 1609 gilt für uns Astronomen als ein Beginn der modernen Astronomie. Galilei erfuhr von einem Fernrohr, das von dem Niederländer Hans Lipperhey erfunden wurde und fand bald heraus, wie es zu verbessern sei. Er erlernte selbst das Linsenschleifen, erreichte so eine bis zu 33-fache Vergrößerung und richtete als einer der ersten Menschen das Fernrohr zum Himmel. Er entdeckte Dinge, die noch nie jemand zuvor gesehen hatte. Galilei war sich der Einmaligkeit dieser Entdeckungen durchaus bewusst und veröffentlichte diese im März 1610 unter größtem Zeitdruck, zwei Monate nachdem er zum ersten Mal den Himmel durch das Teleskop betrachtet hatte, im „Sidereus Nuncius“.

Diese Veröffentlichung machte Galilei so berühmt, dass er im Dezember des gleichen Jahres vom Großherzog der Toskana, Cosimo de Medici, welchem er den „Sidereus Nuncius“ gewidmet hatte, zum Hofmathematiker von Florenz ernannt wurde. Dort konnte er, da er keine Lehrverpflichtung hatte, so viel forschen, wie es ihm beliebte. Dabei entdeckte er u. a., dass die Venus ähnlich wie der Mond Phasen aufweist und fühlte sich damit bestätigt, dass das geozentrische Weltbild nicht stimmen kann.

1623 wurde ein früherer Gönner Galileis zu Papst Urban VIII. gewählt, was ihm zunächst Unterstützung im Vatikan verschaffte. Doch mit diesem sehr wichtigen Gönner verscherzte er es sich, als er sich über ihn und seine Ansichten, wenn auch nicht namentlich, in seinem 1632 veröffentlichten Buch „Dialogo“ lustig machte. Der Papst ging nun radikal gegen



Galileo Galilei im Jahre 1636 (Wikipedia)

Galilei vor. Im nunmehr zweiten Inquisitionsprozess am 22. Juni 1633 zwang man ihn, seinen Lehren, die er im „Dialogo“ aufgeschrieben hatte, abzuschwören und verurteilte ihn schließlich zu lebenslangem Hausarrest in seinem Anwesen in Arcetri. Nach einigen Jahren wurde ihm erlaubt, Besucher zu empfangen und nicht anstößige Forschungen zu betreiben. 1638 erblindete Galilei nach jahrelangen Augenproblemen vollständig. Sein Gnadengesuch, welches er daraufhin nach Rom sendete, wurde ihm nicht gewährt. Er verbrachte seine letzten Jahre in der Villa in Arcetri, wo er am 8. Januar 1642 mit 77 Jahren starb.

1992, also 379 Jahre nach dem Prozess gegen Galilei, rehabilitierte Papst Johannes Paul II. dessen Ruf und entschuldigte sich im Namen der katholischen Kirche. Galileo Galilei veränderte unseren Blick zum Himmel grundlegend. 400 Jahre nach seinem ersten Blick zum Himmel feiern wir deshalb das Internationale Jahr der Astronomie.

### Das Galilei-Teleskop

Das erste große Jubiläum, das wir dieses Jahr feiern, ist die erste aufgezeichnete Himmelsbe-

obachtung mit einem Fernrohr durch Galileo Galilei. In diesem Abschnitt geht es vor allem um die Geschichte des Fernrohres und seine Bedeutung für unseren Kurs. Im Kapitel „Fernrohre“ wird die Technik des Fernrohres genauer beschrieben.



Das historische Galilei-Fernrohr im Naturkundemuseum Florenz. (IJA2009)

### ***Etwas Fernrohrgeschichte***

Obwohl man bereits Mitte des 14. Jahrhunderts die ersten Brillen gefertigt hatte und die Menschen genügend Wissen besaßen, ein Teleskop zu bauen, wurde das nach dem Weiterentwickler benannte Galilei-Teleskop erst 1608, also gut 250 Jahre später, in Holland von einem Brillenmacher namens Hans Lipperhey erfunden. Diese Erfindung hat so lange gedauert, weil sich die Technik der Linsenherstellung und die Qualität der Linsen nur langsam verbesserten. Lipperhey baute schließlich ein Fernrohr mit ungefähr 3-facher Vergrößerung.

Begünstigt durch eine wichtige Friedenskonferenz in Den Haag verbreitete sich die Kunde des Fernrohres rasch über ganz Europa und gelangte so auch nach Padua.

### ***Galilei und sein Fernrohr***

Dort lehrte Galileo Galilei. Von der sensationellen Meldung gepackt, machte er sich an den Nachbau des Teleskops und hatte nach kurzer Zeit eine verbesserte Version mit ungefähr 9-facher Vergrößerung erreicht.

Zuerst hatte er das Fernrohr nur gebaut, um sein niedriges Gehalt durch den Verkauf an Politiker, die daraus militärischen Nutzen ziehen wollten, aufzubessern. Dennoch richtete Galilei sein Fernrohr bald aus Neugierde gen Himmel.

Weil er mit seinem Fernrohr fantastische Beobachtungen machte und weitere machen wollte, verbesserte Galilei sein Fernrohr immer wei-

ter und entwickelte neue Teleskope mit bis zu 33-facher Vergrößerung.

### ***Selbstbau und Beobachtungen***

Eines dieser Fernrohre haben wir während des Kurses mit einem Kartonbausatz aus dem AstroMedia-Verlag nachgebaut. Dieses fast originalgetreue Modell hat eine 12-fache Vergrößerung, was ungefähr vergleichbar mit der eines Opernglases ist.



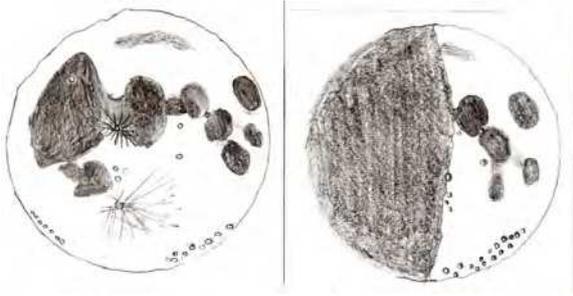
Unser Kurs beim Fernrohrbau.

Mit diesem Nachbau sind wir an mehreren Abenden auf Galileis Spuren gewandelt und haben seine wichtigsten Beobachtungsobjekte betrachtet: den Mond und seine Oberfläche, Jupiter und seine Monde und die Fixsterne.

Diese Himmelskörper konnte er um einiges besser beobachten als die anderen Astronomen seiner Zeit, weil seine Teleskope wesentlich stärker vergrößerten als die anderen Fernrohre auf dem Markt und zudem über Linsenblenden und eine Art Stativ verfügten, wodurch die Beobachtungen einfacher und besser wurden.

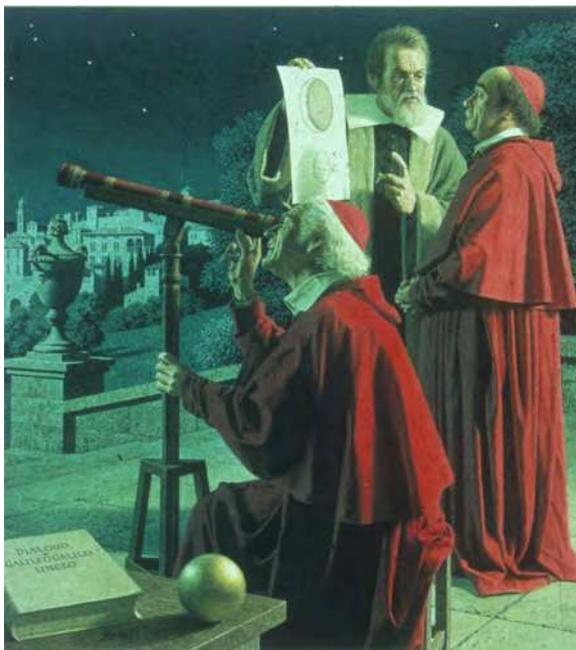
### **Der „Sidereus Nuncius“ und Galileis aufregende Himmelsbeobachtungen**

Die Beobachtungen und neuen Erkenntnisse über den Mond, die Fixsterne bzw. die Milchstraße und seine Entdeckung der vier Jupitermonde, die Galilei mit seinem Teleskop Anfang des Jahres 1610 machte, hielt er in seinem Werk „Sidereus Nuncius“ fest. Wie man schon am Titel erkennen kann, ist der Originaltext auf Latein verfasst – „Sidereus Nuncius“ bedeutet auf Deutsch so viel wie „Nachricht von



Der Mond als Voll- und Halbmond am 4. 8. 2009 und 26. 8. 2009; Zeichnungen aus eigenen Beobachtungen mit dem historischen Galilei-Teleskop. (Jonathan Old)

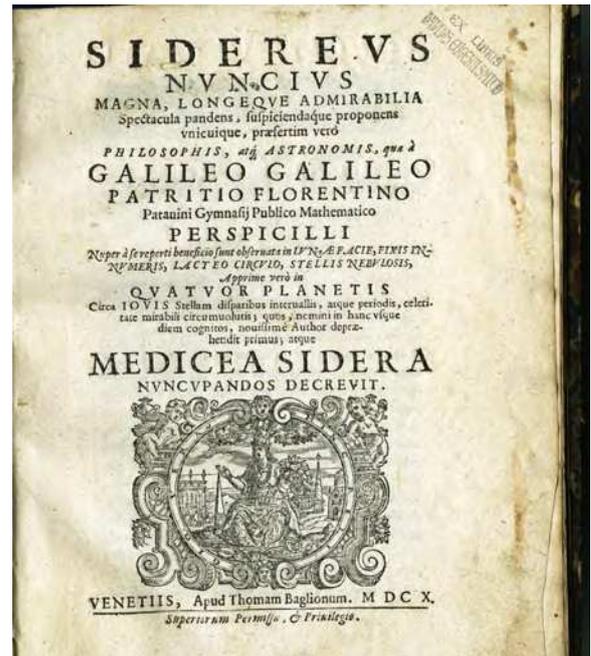
den Sternen“. Das Werk ist Cosimo von Medici II. gewidmet, zu dessen Ehren Galilei auch die vier Jupitermonde „Mediceische Gestirne“ nannte. Damit sicherte er sich einen mächtigen Schutzherrn.



So könnte eine Himmelsbeobachtung von Galilei ausgesehen haben. (Armagh Observatory)

Der erste Teil des „Sidereus Nuncius“ handelt vom Mond. Galilei schloss aus seinen Beobachtungen z. B., dass der Mond rau, uneben und von Bergen und Vertiefungen bedeckt ist. Bisher war man von einem perfekt runden Mond ausgegangen.

Andere alte Ansichten aus der Antike besag-

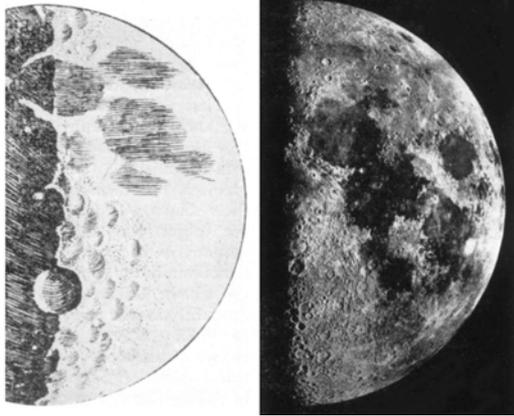


Titelseite des „Sidereus Nuncius“. (Wikipedia)

ten, dass der Mond gleichsam eine zweite Erde sei: Der hellere Teil die Landoberfläche, der dunklere, also die großen Flecken, die Wasseroberfläche. Diese Theorie hielt Galilei für plausibel. Er verglich den Mond mit der Erde. Das herkömmliche, aristotelische System besagte aber eine grundsätzliche Verschiedenheit der himmlischen und irdischen Sphäre. Im heliozentrischen Weltbild war auch die Erde ein Planet; diese Unterscheidung hatte also keinen Sinn mehr.

Als nächstes schrieb Galilei über seine Beobachtungen der Fixsterne. Ihm fiel auf, dass man durch das Fernrohr unglaublich viele weitere Sterne erkennen kann, die sonst wegen ihrer sehr geringen Helligkeit nicht sichtbar sind. Er erkannte nun auch, dass die früher als „Nebel“ bezeichnete Milchstraße in Wirklichkeit eine Ansammlung von unzähligen, in Haufen gruppierten Sternen ist.

Was Galilei als letztes beschrieb, hielt er selbst für den wichtigsten Gegenstand seines Buches, nämlich die Entdeckung der vier Jupitermonde. Als er zum ersten Mal zufällig sein Fernrohr auf Jupiter richtete, sah er nahe bei diesem „drei Sternchen“, die auf einer geraden Linie mit Jupiter lagen. Am nächsten Tag bemerkte Galilei die veränderte Konstellation der drei Sterne,



Skizze des Mondes im „Sidereus Nuncius“ im Vergleich zu einer Fotografie des zunehmenden Halbmondes (Wikipedia)

die er noch in Bezug zu Jupiter zu den Fixsternen zählte. Aus in weiteren Nächten folgenden Beobachtungen von Positionsänderungen der drei Sterne schloss Galilei, dass diese um Jupiter kreisen, es sich also um Wandelsterne handelt. Einige Nächte später musste er feststellen, dass es in Wirklichkeit vier Wandelsterne sind. Rund zwei Wochen später beschloss er, Jupiter samt den vier um ihn kreisenden Monden in Bezug auf einen bestimmten Fixstern zu beobachten. Dadurch konnte er deren Bewegung gemeinsam mit Jupiter deutlich wahrnehmen. Galilei nahm die Tatsache, dass es auch noch andere Planeten außer der Erde gibt, um die Monde kreisen, als wesentlichen Hinweis für die Richtigkeit des heliozentrischen Systems. Obwohl er die vier Monde zu Cosimos Ehren „Mediceisches Gestirn“ nannte, sind diese heute unter dem Namen Galileische Monde bekannt.

## Quellen

- [1] Galileo Galilei: „Sidereus Nuncius“, (Herausgeber: Hans Blumenberg) suhrkamp taschenbuch wissenschaft Nr. 337
- [2] DVD-Video „Galilei Galilei. Der Kampf um die Sterne“, Nova Produktion von Green Umbrella, LTD, für WGBH Boston in Zusammenarbeit mit Channel 4
- [3] Matthias Schemmel: „Wie entstehen neue Weltbilder“, SuW 12/2008, S. 48–58
- [4] Richard Panek: „Das Auge Gottes. Das Teleskop und die lange Entdeckung der Unendlichkeit“, Stuttgart 2001

## Mond und Jupiter heute

ROBIN LOCHBAUM, MARKUS SCHLIFFKA

Mond und Jupiter faszinieren uns schon seit Menschengedenken. Seit Galileis Beobachtungen konnte man viele neue Erkenntnisse über diese beiden Himmelskörper gewinnen. Im Folgenden wollen wir etwas davon vorstellen.

### Der Ursprung des Mondes

Die Frage nach dem Ursprung der Dinge gehört zu den Grundfragen der Naturwissenschaft. Zum Ursprung des Mondes diskutierte man vier unterschiedliche Theorien:

Die **Abspaltungstheorie** besagt, dass sich Erde und Mond aus einem Körper bildeten, der sich durch schnelle Rotation trennte. Die **Einfangtheorie** geht davon aus, dass der Mond irgendwo im Sonnensystem entstand und dann durch das Gravitationsfeld der Erde eingefangen wurde. Die **Akkretionstheorie** unterscheidet sich von der Theorie zuvor, dass der Mond gleich in der Nähe der Erde entstand und folglich um sie rotierte. Die **Kollisionstheorie**, die durch Mondproben heute anerkannt ist, erklärt den Ursprung des Mondes aus einer Kollision der jungen Erde mit einem Himmelskörper von der Größe des Planeten Mars. Dabei wurde die Oberfläche beider Körper zertrümmert und verdampfte teilweise, wobei weitere Bruchstücke in das Weltall geschleudert wurden. Diese fügten sich schließlich zu unserem heutigen Mond zusammen.

Dieser rotiert nun heute mit einem Abstand von 384.000 km um die Erde herum und hat einen Durchmesser von 3476 km. Da der Mond etwa ein Viertel des Erddurchmessers (12.700 km) besitzt, hat die Erde den größten Mond im Vergleich zur Planetengröße, und somit bezeichnet man Erde und Mond auch als Doppelplanet. Jedoch kann man den Mond selten in voller Größe beobachten, da er unterschiedliche Phasen zeigt, die durch seinen Eigenschatten entstehen.



Entstehung des Mondes nach der Kollisionstheorie.  
(ESA)

## Selenographie

Selena, so hieß die Mondgöttin bei den antiken Griechen und Luna bei den Römern. Die Worte haben sich erhalten bzw. mit anderen Worten verbunden, ihre Bedeutungen sind andere. Heute verwenden wir das Wort Selenographie und meinen damit ein Teilgebiet der Mondforschung, und zwar die Lehre von der Mondoberfläche.

Der Mond weist wie die Erde unterschiedliche Oberflächenmerkmale auf: Schon mit bloßem Auge kann man schwarze Flecken erkennen, die Maria. Sie wurden von Plutarch so genannt, weil er dachte, es seien richtige Meere (Mare, lat. Meer, Pl. Maria). Sie entstanden beim Impakt (Einschlag) von gewaltigen Körpern, worauf sich die Krater mit dunkler Lava füllten. Die hellen Gebiete nennt man Terrae (lat. Kontinente), welche zerklüftet sind. Auf ihnen befinden sich auch Gebirge, die meist nach irdischen Gebirgen benannt sind (z. B. Alpen, Apenninen). Mit Hilfe ihres Schattenwurfs konnten Mondforscher die Höhen der Berge berechnen und herausfinden, dass manche über 4000 Meter hoch sind. Die Hauptmerkmale des Mondes sind jedoch seine Krater. Sie entstanden auch durch einstürzende Körper, die jedoch nicht mehr die Mondkruste durchschlagen konnten, wie es bei den Maria der Fall war.

Einige Krater weisen Strahlen auf. Diese Strahlen bestehen aus hellem Material, das beim

Impakt herausgeschleudert wurde und sich nun vom dunkleren Boden abhebt.

## „Wandern“ auf dem Mond

Ausgestattet mit dem Vorwissen wollen wir nun eine Anleitung zur Beobachtung des Mondes geben.

Um zu wissen, wo sich der Osten des Mondes befindet, sucht man nach den dunklen Flecken, die eine Art „Hummerschere“ darstellen. Sie wird gebildet aus vier verschiedenen Maria. Wenn man nun weiter in Richtung Osten schaut, sieht man ein weiteres Mare, das Mare Crisium (im Bild unten). Zwischen den beiden Scheren befindet sich ein Gebirge, die Pyrenäen. Um zwischen Norden und Süden zu unterscheiden, geht man im Bild vom unteren Teil der Schere weiter nach links unten und stößt auf einen markanten Strahlenkrater, Tycho. Er befindet sich im Süden des Mondes.



Bei Vollmond kann man Maria und Strahlenkrater besonders gut sehen (unten: Strahlenkrater Tycho).  
(Wikipedia)

So findet man die Himmelsrichtungen auf dem Mond. Ganz im Nordwesten des Mondes liegt das große Mare Imbrium. Im Norden dieses Mare befinden sich die Alpen mit dem dunklen Krater Plato. Wenn man nun dem Verlauf der Alpen folgt, kommt man zum Kaukasus und den Apenninen, Gebirgen rund um das Mare

Imbrium. Nun erkennt man am westlichsten Zipfel der Apenninen schon die Strahlen des Kraters Kopernikus.

## Der Planet Jupiter

„Es bleibt noch, darzulegen und der Welt mitzuteilen, was man meines Erachtens für das Wichtigste in der vorliegenden Arbeit ansehen muss“. Mit diesen Worten leitete Galileo Galilei vor knapp 400 Jahren in seinem Werk Sidereus Nuncius seine Beobachtungen über den Jupiter und dessen von ihm selbst entdeckten Monde ein. Wegen der enormen Wichtigkeit dieser Entdeckung für die neuzeitliche Astronomie waren Jupiter und seine Monde ein weiteres Thema, dem wir uns im Astronomiekurs widmeten.

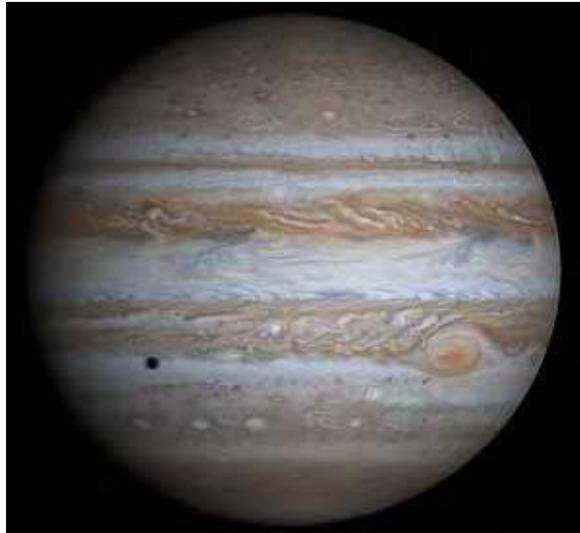
Jupiter ist von der Sonne aus gesehen der fünfte Planet des Sonnensystems. Er umkreist unser Zentralgestirn in einem Abstand von fünf Astronomischen Einheiten (Astronomische Einheit: Abstand Sonne-Erde). Für einen vollen Umlauf um die Sonne benötigt er ca. 12 Jahre.

Jupiter ist mit Abstand der größte Planet des Sonnensystems. Er vereinigt in sich 70% der Masse aller Planeten des Sonnensystems, dies entspricht 318 Erdmassen. Doch obwohl er der größte Planet ist, rotiert er sehr schnell: Ein Jupitertag dauert nur ca. 10 Stunden.

Jupiter zählt zu der Familie der sogenannten Gasriesen. Er besteht zu über 90% aus Wasserstoff und Helium, jedoch nicht ausschließlich im gasförmigen Zustand: Im Inneren von Jupiter werden die Gase wegen des hohen Drucks zuerst flüssig, dann fest. In den oberen, noch gasförmigen Schichten entstehen wegen seiner schnellen Rotation und einer heftigen Konvektionsströmung stark verwirbelte Wolkenbänder. Auf rechtsstehender Abbildung, einer Nahaufnahme Jupiters, kann man sehr gut zwischen den weißen Wolkenbändern, in denen Gas aufsteigt, und den rötlichen Wolkenbändern, in denen Gas wieder in tiefere Schichten absinkt, unterscheiden.

An den Grenzen, an denen sich diese Konvektionsströmungen schneiden, entstehen durch Verwirbelungen viele kleine und mitunter sehr große Wirbelstürme, von denen das Extrembeispiel der Große Rote Fleck ist. Dieser ge-

waltige Wirbelsturm hat das Ausmaß von zwei Erddurchmessern und besteht schon seit ca. 300 Jahren. Er wird uns wohl aufgrund seiner immensen Energie noch einige Jahrhunderte erhalten bleiben.



Der Planet Jupiter: Auffällig sind seine Wolkenbänder, der Große Rote Fleck und der Schatten, den ein Mond auf Jupiter wirft.

## Die Monde Jupiters

Während der irdische Himmel nur von einem Mond geschmückt ist, umkreisen Jupiter viele Monde (63 sind bisher bekannt).

Von besonderem Interesse waren für uns im Astronomiekurs die vier größten Jupitermonde, die vor knapp 400 Jahren von Galilei entdeckt wurden und ihm zu Ehren Galileische Monde genannt werden. Sie gehören zu den größten Monden des Sonnensystems. Ihre Namen, Io, Europa, Ganymed und Kallisto, entstammen der griechischen Mythologie und bezeichnen Frauen – in Ganymeds Fall einen Mann – zu denen der Gott Zeus (römisch: Jupiter) der Sage nach eine Beziehung hatte.

Der Innerste der vier Monde ist Io, sie ist nur 2,9 Jupiterradien von ihrem Planeten entfernt. Aus diesem geringen Abstand resultiert auch ihre geringe Umlaufzeit: Sie umkreist Jupiter in nur 1,8 Tagen. Io ist das Objekt mit dem höchsten Vorkommen an Vulkanismus im Sonnensystem. Die große vulkanische Aktivität resultiert



Markus stellt mittels eines selbst gebauten Modells dar, wie die Galileischen Monde aus irdischer Sicht ihre Stellung in Bezug auf Jupiter verändern. Dabei kommt es z. B. zu Schattendurchgängen, wie einer im vorigen Bild zu sehen ist.

aus den Gezeitenkräften und der Induktionsenergie des Magnetfeldes von Jupiter, die Io „durchkneten“ und so ihr Inneres verflüssigen. Seit ihrer Entstehung vor 3,5 Mrd. Jahren hat sich Io durch ihren Vulkanismus einmal von innen nach außen und zurück gestülpt.



Die vier Galileischen Monde Io, Europa, Ganymed und Kallisto (von links nach rechts). (DLR)

Der zweite und kleinste der Galileischen Monde ist Europa. Für einen Umlauf um Jupiter benötigt sie das Doppelte von Ios Umlaufzeit: 3,6 Tage. Wenn wir Europa betrachten, erblicken wir eine bizarre Welt. Ihre Oberfläche besteht komplett aus Wasser – durch die Kälte des Alls zu Eis gefroren. Unter diesem Eispanzer jedoch befindet sich ein durch den Druck des Eises flüssig gebliebener Ozean aus Wasser mit einer Tiefe von 100 km. Dann stößt er auf den Gesteinskern Europas.

Die beiden äußeren Monde Ganymed und Kallisto stellen sich uns sehr ähnlich dar. Beide bestehen größtenteils aus Gestein, jedoch erkennt man auf ihnen weiße Stellen: Einschlagkrater von Himmelskörpern, durch die Wassereis aus dem Inneren der Monde an die Oberfläche gewirbelt wurde. Mit Ganymed erblicken wir den größten Mond im Sonnensystem. Er übertrifft mit seinem Durchmesser sogar den Planeten Merkur.

### Quellen

- [1] Bernhard Machowiak: „Die Kosmos Sternenkunde“, Kosmos, Stuttgart 2006
- [2] Heather Couper und Nigel Henbest: „Bildatlas des Weltalls“, Weltbild, Augsburg, 1997

## Johannes Kepler und die Theorie

AYLIN HANNE, LEONIE SPITZ

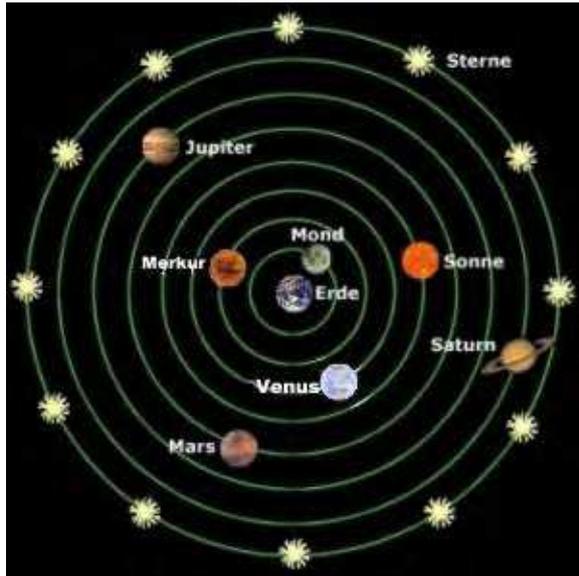


Portrait von Johannes Kepler. (Maristen-Gymnasium)

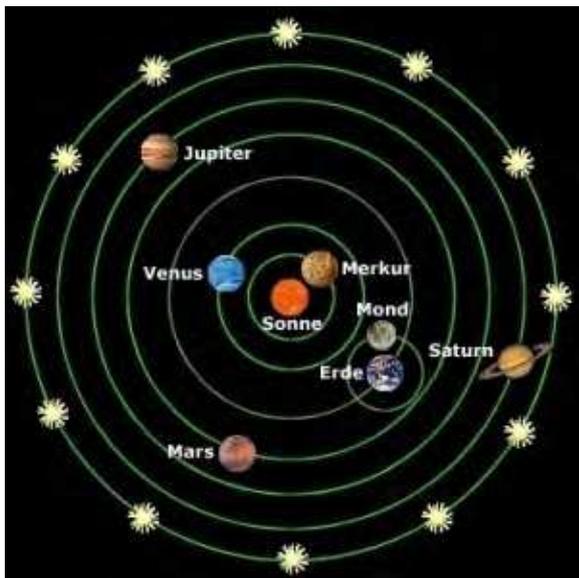
Johannes Kepler ist einer der bedeutendsten Astronomen, Mathematiker und Physiker für unsere Zeit. Er wurde am 27. Dezember 1571 in Weil der Stadt in Baden-Württemberg geboren.

In dieser Zeit endete eine neue Zeitepoche, die Renaissance, in der die eigenen Erfahrungen und Erkenntnisse jedes einzelnen Menschen im Mittelpunkt standen. Im Mittelalter dagegen drehte sich die gesamte Philosophie, Kunst und Literatur nur um Gott. Gott hatte die Welt geschaffen. Deswegen musste sie auch im Mittelpunkt unseres Sonnensystem stehen und alle anderen Planeten mussten sich um die Erde bewegen. So entstand das geozentrische Weltbild, welches die Kirche sehr stark verbreiten ließ.

Erst Nikolaus Kopernikus entwickelte ein mathematisches Modell, das einfacher und schöner war als das ptolemäische. In diesem Weltbild stand nicht mehr die Erde, sondern die Sonne im Mittelpunkt unseres Sonnensystems. Das so genannte heliozentrische Weltbild wurde populär und später durch die Erfindung des Teleskops und die Erkenntnisse der Renaissance weiter bestätigt und entwickelt, obgleich sich die Kirche massiv dagegen sträubte.



Das heliozentrische Weltbild. (Uni München)



Das geozentrische Weltbild. (Uni München)

Nachdem Johannes Kepler von Galileo Galilei gehört hatte, dass dieser mit einem Teleskop die Mondoberfläche beobachtet hatte, entwickelte er sein eigenes Teleskop. Im Gegensatz zu Galilei verstand Kepler, wie der Strahlengang im Teleskop verläuft. Er verwendete dafür zwei Sammellinsen. Daraus ergab sich, dass er ein größeres Gesichtsfeld als Galilei hatte und

somit den Mond als Ganzes beobachten konnte. Allerdings waren seine Beobachtungsobjekte punktgespiegelt.

Durch die Einflüsse seines Lehrers Michael Maestlin und seine eigenen Berechnungen wurde Kepler zu einem starken Verfechter des heliozentrischen Weltbildes. Aus diesem Grund kam er oft in Konflikt mit der Kirche und wurde sogar des Abendmahls verwiesen, was für ihn eine Katastrophe darstellte, da er ursprünglich den Beruf des Predigers angestrebt und auch als Student einen Stift besucht hatte, an dem begabte Schüler zu Pfarrern ausgebildet wurden. Nach dieser Ausbildung berief man ihn an die Stiftsschule in Graz, an der er eine Stelle als Mathematiker und Physiker annahm. Durch seine schlechte finanzielle Situation war er zusätzlich gezwungen, als Landschaftsmathematiker zu arbeiten. Auch als Kind hatte er schon als Tagelöhner auf Feldern arbeiten müssen.

## Der Dreißigjährige Krieg

Diese schwierige Zeit wurde von Kämpfen um Glaube und Macht dominiert.

Im Jahre 1517 spaltete sich die Kirche in zwei verschiedene Konfessionen, in Katholiken und Protestanten. Auslöser für dieses war die Reformation, die mit dem Thesenanschlag Mar-

tin Luthers in Wittenberg begann. Viele Fürsten schlossen sich den neuen Ideen der Protestanten an, da sie sich dadurch politische und wirtschaftliche Vorteile erhofften. Während des Dreißigjährigen Krieges kam es immer wieder zu gewaltsamen Auseinandersetzungen. Zudem wurde festgelegt, dass der Landesherr über die Konfession seiner Untertanen bestimmen durfte. Wer die Konfession nicht annehmen wollte, musste auswandern. Als überzeugter Protestant musste Johannes Kepler oft umherziehen und verlor immer wieder seine Arbeitsstelle.

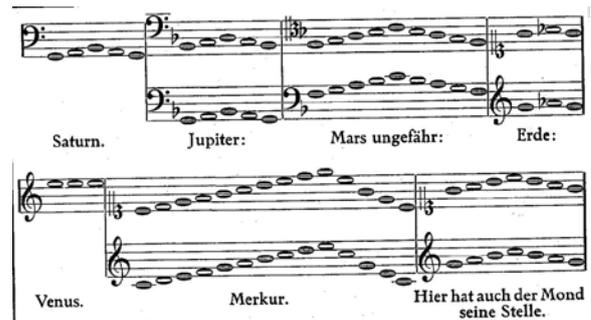
Aber es war nicht nur eine Zeit mit Kämpfen um Glaube und Macht, sondern auch eine Zeit des Hexenwahns und der Hexenverfolgung. Nachdem Keplers Großtante bereits als Hexe verbrannt worden war, wurde auch seine Mutter der Hexerei bezichtigt. Eine Nachbarin behauptete, dass sie sich, nachdem sie bei seiner Mutter etwas getrunken hatte, sehr schlecht gefühlt hätte. Kepler reiste in dieser Zeit oft zu seiner Mutter, um diese zu verteidigen. Er bekam nun noch weniger Gehalt ausbezahlt, weil er der Sohn einer angeklagten Hexe war. Nach sechs Jahren wurde Katharina, seine Mutter, dann unerwartet freigesprochen, starb jedoch schon ein Jahr darauf.

1625 wurden alle protestantischen Lehrer und Prediger aus Linz verwiesen, weshalb Kepler die Einladung Tycho Brahes annahm, ihm bei der Veröffentlichung seiner Schriften zu helfen. Zu diesem Entschluss sagte Kepler:

*„Warum ich dies tat, dazu bewegte mich vor allem die Einsicht, dass ich meinen schon lange gehegten Plan zu einer Weltharmonik nur mit Hilfe der Neugestaltung der Astronomie durch Tycho sowie durch Heranziehen seiner Beobachtung ausführen kann.“*

Wegen ihrer unterschiedlichen Meinungen über das Weltbild standen Brahe und Kepler in ständigem Konflikt zueinander. Jedoch war Kepler nicht der typische Sternenschauer, wie wir ihn uns heute vorstellen, sondern er beschäftigte sich mehr mit Rechnungen. Dadurch war er auf den Beobachter Brahe und Brahe auf den Theoretiker Kepler angewiesen. Allerdings verstarb Brahe nach einem Jahr Zusammenarbeit überraschend. Kepler erbte Brahes gesamten astronomischen Nachlass mit all seinen

Beobachtungsdaten. Nach Brahes Tod verließ er Prag und zog nach Linz. Dort arbeitete er weiter an den Rudolphinischen Tafeln und seinem bedeutenden Werk „Harmonices Mundi“, in welchem auch das dritte Keplersche Gesetz geschrieben steht. In einem der fünf Bücher der „Harmonices Mundi“ nahm Kepler den Begriff Harmonie wörtlich und entwickelte für jeden Planeten eine eigene Melodie.



Harmonien im Planetensystem. (Kepler)

20 Jahre später, nach der Vollendung der Rudolphinischen Tafeln, ließ Kepler diese in Ulm drucken. Es wurden jedoch alle Arbeitsstellen gestrichen, die an Protestanten vergeben worden waren, und deshalb beschloss Kepler nun nach Prag zu reisen, um dort dem Kaiser die ihm gewidmeten Rudolphinischen Tafeln vorzulegen. Dort machte er die Bekanntschaft mit dem katholischen Heeresführer Albrecht von Wallenstein. Dieser unterbreitete Kepler ein sehr gutes Arbeitsangebot, welches Kepler annahm und zu ihm nach Sagan reiste.

Johannes Kepler starb am 15. November 1630 in Regensburg, als er auf einer Reise nach Österreich war, um dort deponiertes Geld abzuholen. Sein Grab wurde noch im Dreißigjährigen Krieg zerstört.

Johannes Keplers Entdeckungen sind für uns heute noch von großer Bedeutung. Sein Werk „Astronomia Nova“ hat die Theorie der Planetenbewegung grundlegend verändert. Er überwand die Grundsätze der Antike und des Mittelalters und vereinte die Astronomie und die Physik zu einer Himmelsmechanik. Kepler begründete das Denken der Neuzeit und schuf den Übergang zum neuzeitlichen Denken.

*„Mir kommen die Wege, auf denen die Menschen zur Erkenntnis der himmlischen Dinge*

gelangen, fast ebenso bewunderungswürdig vor, wie die Natur der Dinge selber“ (Johannes Kepler).

## Keplers drei Gesetze

Seine wohl wichtigsten Entdeckungen, die drei Keplerschen Gesetze, schrieb Johannes Kepler in den beiden Werken „Astronomia Nova“ (1. und 2. Gesetz) und „Harmonices Mundi“ (3. Gesetz) nieder. Sie beschreiben den Lauf der Planeten um die Sonne. Herausgefunden hat er sie allein mit Hilfe des umfangreichen Datenschatzes, bestehend aus genauesten Beobachtungen seines einstigen Arbeitgebers, des Astronomen Tycho Brahe. Auffällig erschienen die Beobachtungen der Bahn des Planeten Mars, der immer an einem bestimmten Punkt eine Schleife zu machen scheint, indem er sich für den Beobachter innerhalb weniger Zeit erst ein Stückchen westwärts und dann wieder nach Osten bewegt. Dieses Phänomen versuchten schon frühere Astronomen zu erklären, doch erst Kepler fand die Lösung, welche er in sein **erstes Gesetz** fasste:

Die Planeten bewegen sich auf Ellipsen, in deren gemeinsamen einen Brennpunkt die Sonne steht.

Er selbst formulierte dies folgendermaßen:

*„Die Sache liegt daher einfach so: Die Planetenbahn ist kein Kreis; sie geht auf beiden Seiten allmählich herein und dann wieder bis zum Umfang des Kreises im Perigäum (erdnächster Punkt der Mondbahn) hinaus. Eine solche Bahnform nennt man ein Oval.“*

Die Sonne steht hierbei in einem der beiden Brennpunkte der Ellipse.

Das **zweite Keplersche Gesetz**, auch Flächensatz genannt, bezieht sich auf die sich während seines Laufes um die Sonne verändernde Geschwindigkeit des Planeten. Es lautet folgendermaßen:

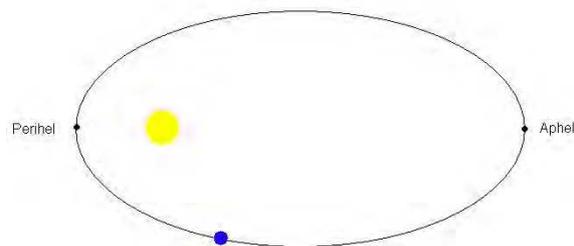
Der Fahrstrahl von der Sonne zum Planeten (Radiusvektor) überstreicht in gleicher Zeit gleiche Flächen;

und so drückte Kepler diese Entdeckung aus:

*„Unvollkommenes, jedoch für die Sonnen- oder Erdbahn ausreichendes Verfahren zur Berech-*

*nung der Gleichungen auf Grund der physikalischen Hypothese. Da ich mir bewusst war, dass es unendlich viele Punkte auf dem Exzenter (außerhalb des Mittelpunktes liegende angebrachte Steuerungsscheibe) und entsprechend unendlich viele Abstände gibt, kam mir der Gedanke, dass in der Fläche des Exzeters alle diese Abstände enthalten seien.“*

Dieser Satz sagt aus, dass die Flächen, die der Radiusvektor in gleicher Zeit überstreicht, gleich groß sind.



Ellipse: die Bahn eines Planeten. (Leonie Spitz)

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Strecke, die der Planet in Sonnennähe (Perihel) überwindet, wesentlich größer ist als die in Sonnenferne (Aphel). Daraus folgt, dass der Planet sich beschleunigt, je weiter er sich der Sonne nähert. Seine Geschwindigkeit nimmt wieder ab, wenn er sich von der Sonne entfernt. Erklären lässt sich dies durch die sich durch Näherkommen verstärkende Anziehungskraft der Sonne, welche sich über die entgegengesetzte Zentrifugalkraft wieder „ausgleicht“, die bewirkt, dass der Planet nicht in die Sonne fällt.

Das **dritte Keplersche Gesetz** befasst sich mit dem Verhältnis der Größen große Halbachse  $a$  und Umlaufzeit  $T$  zweier Planeten.

Die Quadrate der Umlaufzeiten der Planeten verhalten sich wie die dritten Potenzen ihrer mittleren Entfernung zur Sonne:

wobei  $T^2 : a^3$  für jeden Planeten konstant ist.

Kepler drückte dies auf diese Weise aus:

*„Allein es ist ganz sicher und stimmt vollkommen, daß die Proportion, die zwischen den Umlaufzeiten irgendzweier Planeten besteht, genau das Anderthalbe der Proportion der mittleren Abstände, d. h. der Bahnen selber, ist.“*

Durch dieses Gesetz stellte Kepler eine Beziehung zwischen Umlaufzeit und Entfernung zur Sonne her.

Man kann daraus die Folgerung ziehen, dass ein Planet mehr Zeit für einen Umlauf benötigt, je weiter er von der Sonne entfernt ist. Sonnfernere Planeten haben daraufhin geringere mittlere Bahngeschwindigkeiten als sonnennähere Planeten. Mit seinem Gesetz hat Kepler eine Möglichkeit gefunden, mit Hilfe der leicht zu ermittelnden Umlaufzeit die relative Entfernung zur Sonne zu berechnen.

Berücksichtigt man auch die Gravitationswirkung des Planeten, so lautet die exakte Formulierung des dritten Keplerschen Gesetzes:

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{\gamma}{4\pi^2} \cdot (M + m),$$

( $\gamma$ : Gravitationskonstante,  $M$ : Masse der Sonne,  $m$ : Masse des Planeten).

### Die Keplerschen Gesetze heute

Mit diesen Gesetzen entkräftete Kepler die frühere Vorstellung der Planetenbewegung und leitete ein neues Zeitalter für die Astronomie ein. Noch heute sind sie sehr wichtig für die Forschung, wie z. B. bei der Bestimmung der Masse Schwarzer Löcher oder von extrasolaren Planeten.

### Quellen

- [1] Anna Maria Lombardi: „Johannes Kepler“, Biografie, Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg, 2000
- [2] <http://leifi.physik.uni-muenchen.de>
- [3] DVD-Video „Wallenstein und der Krieg“, Teil 5 der ZDF-Dokumentation „Die Deutschen“ (2008)

### Fernrohre früher und heute

DOMINIC PARGA, SVEN BODENSTEDT

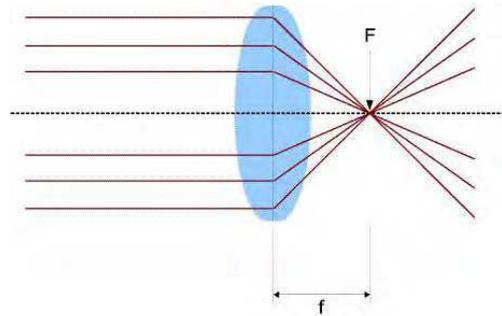
Am Beginn der Neuzeit standen einige „Schlüsselerfindungen“, eine von ihnen war das Fernrohr. Im Folgenden werden einige Grundlagen und Entwicklungen im Fernrohrbau angesprochen.

### Linsenteleskope

Der Begriff Teleskop kommt aus dem Altgriechischen. „Téle“ bedeutet soviel wie fern und

„skopéin“ lässt sich übersetzen zu beobachten bzw. ausspähen. Ein Teleskop stellt Objekte vergrößert und heller dar.

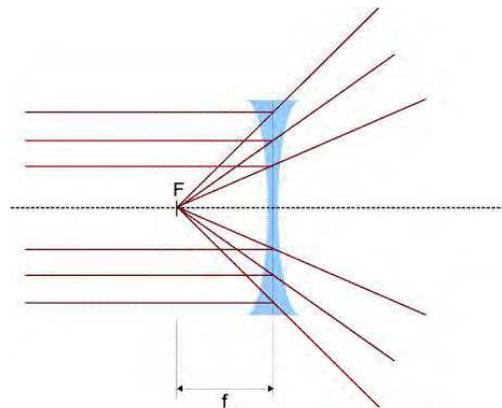
Ein Linsenteleskop ist ein optisches Teleskop, das das einfallende Licht durch ein Objektiv sammelt. Das gebündelte Licht wird durch das Okular betrachtet. Objektiv und Okular bestehen jeweils aus einer oder mehreren Linsen.



Konvexe Linse mit ihrem Brennpunkt  $F$ .

### Konvexe Linse (Sammellinse)

Sie dient zum Sammeln bzw. Fokussieren des einfallenden Lichts und besitzt eine positive Brennweite  $f$  (Abstand zwischen der Linsenmitte (bei dünnen Linsen) und ihrem Brennpunkt  $F$ ).



Konkave Linse mit virtuellem Brennpunkt.

### Konkave Linse (Zerstreuungslinse)

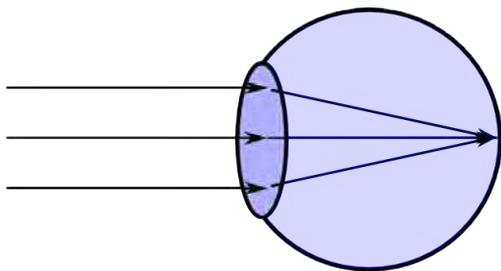
Die konkave Linse ist im Gegenteil zur konvexen Linse zur Zerstreuung des einfallenden Lichtes zuständig. Sie besitzt eine negative Brennweite  $f$ , da der Brennpunkt  $F$  nicht real existiert, sondern nur virtuell dargestellt werden kann.

**Das Auge – auch eine Linse**

Zum Verstehen der Wirkungsweise eines Teleskops muss man zunächst wissen, wie das Auge funktioniert.

Das Auge besitzt eine konvexe Linse, mit der das Licht gesammelt wird, welches dann auf die Netzhaut trifft. Dadurch entsteht ein punktgespiegeltes Bild eines Gegenstands. Dieses Bild dreht das Gehirn wieder um. Von einem quasi unendlich entfernten Gegenstand (z. B. dem Mond) fallen von jedem Gegenstandspunkt in sehr guter Näherung nur parallele Strahlen ins Auge, die dann als Bildpunkt auf der Netzhaut abgebildet werden. Wenn wir jetzt eine Sammellinse vor das Auge halten, dann können die Lichtstrahlen nicht mehr parallel ins Auge treffen.

Durch Einbau eines Okulars werden die Strahlen wieder parallel zur Auglinse geleitet.



Strahlengang im Auge

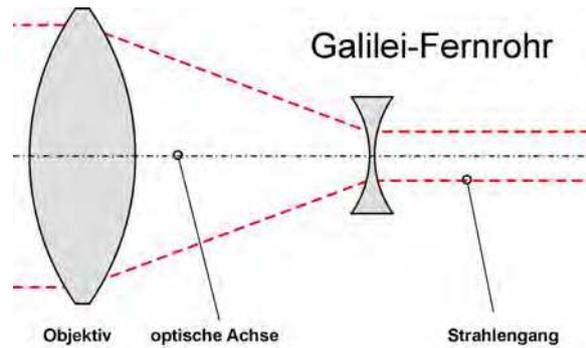
**Galilei-Teleskop**

Beim Galilei-Teleskop werden die Brennpunktstrahlen der konkaven Objektivlinse(n) durch eine oder mehrere sammelnde Okularlinsen parallel und damit für das Auge gut abbildbar gemacht. Es existiert jedoch kein reelles Zwischenbild in der Brennebene des Objektivs.

Der Einfallswinkel der Lichtstrahlen ins Auge wird vergrößert, wodurch man auf der Netzhaut ein vergrößertes Bild des Objektes erhält.

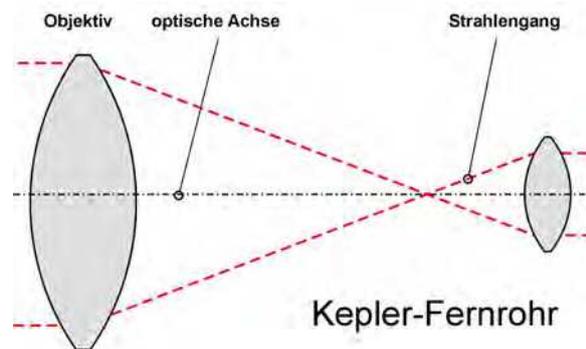
**Kepler-Teleskop**

Beim Kepler-Teleskop geschieht die Parallelisierung der durch das Objektiv „geknickten“ Strahlen eines unendlich weit entfernten Gegenstandes durch eine konvexe Okularlinse, die sich hinter dem Brennpunkt des Objektivs befindet. Da der Einfallswinkel der Strahlen ins Auge wieder durch die Linsen vergrößert



Gang der Strahlen von einem sehr weit entfernten Punkt im Galilei-Fernrohr. (Wikipedia)

wird, ist auf der Netzhaut erneut ein vergrößertes Bild abgebildet. Allerdings wird das Bild des Objektes umgedreht, da sich die Strahlen kreuzen. Man sieht alles punktgespiegelt.



Strahlengang im Kepler-Fernrohr. Gezeigt wird nur der Verlauf zweier Parallelstrahlen, die sich im Brennpunkt schneiden. (Wikipedia)

**Vergleich der Teleskope**

Galilei-Teleskop	Kepler-Teleskop
+ Kurze Bauweise	– Lange Bauweise
+ Bildlage wie Gegenstandslage	– Bild punktgespiegelt
– Kleines Sehfeld	+ Großes Sehfeld
– Fadenkreuz nicht einbaubar	+ Fadenkreuz einbaubar

Das Galilei-Teleskop hat ein kleineres Sehfeld als das Kepler-Teleskop, weil die aus dem konkaven Okular austretenden Strahlenbündel der verschiedenen Bildpunkte auseinander streben und so nur in einem eng begrenzten Bereich durch die Pupille ins Auge eintreten können.

## Erfindung des Spiegelteleskops

Spiegelteleskope, oft auch Reflektoren genannt, sammeln im Gegensatz zu Linsenteleskopen das Licht mit einem Hohlspiegel. Der wesentliche Vorteil besteht darin, dass Spiegel viel größer hergestellt werden können als Linsen (Glas ist ein zähflüssiger Werkstoff).

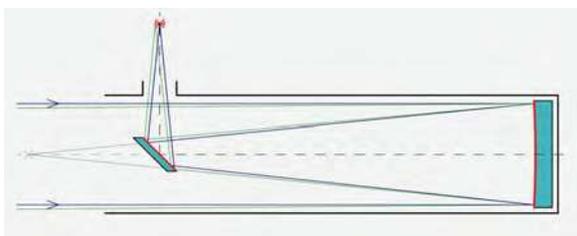
Reflektoren können außerdem viel kompakter als Linsenfernrohre gebaut werden.

Der Erste, der den Versuch unternahm, eine Art Spiegelteleskop zu bauen, war der Jesuit Nicolas Zucchi im 17. Jahrhundert. Er benutzte einen konkaven (also nach innen gewölbten) Spiegel und ein Okular.

Im Jahre 1663 beschrieb James Gregory die Konstruktion eines Spiegelteleskops, das große Verbreitung an allen Sternwarten fand. Sein Teleskop lieferte – als eines der wenigen – ein aufrechtes Bild. Deswegen wird es auch heute noch z. B. für die Naturbeobachtung eingesetzt.

Ferner konstruierte Laurent Cassegrain im Jahre 1672 ein Spiegelteleskop, das allerdings erst im 20. Jahrhundert große Wirkung entfaltete.

Auch Isaac Newton ging im Jahre 1668 auf das Problem der Teleskopherstellung ein. Ihn störten die farbigen Ränder, die bei einem Linsenteleskop mit einfachen Linsen unvermeidlich entstehen. Da er zu der falschen Annahme kam, dass Linsenteleskope ohne diese farbigen Ränder nicht herstellbar seien, baute er im Jahre 1672 das nach ihm benannte Spiegelteleskop. Er benutzte dafür einen kugelförmigen (sphärischen) Hauptspiegel (zum Lichtsammeln und Abbilden) und einen ebenen Zweitspiegel (zum Umlenken).



Strahlengang im Newton-Teleskop. (Wikipedia)

Der Vorteil von Reflektoren gegenüber Refraktoren (Linsenfernrohren) war vor allem ihre sehr hohe Lichtstärke, d. h. das Verhältnis von

Öffnung zu Brennweite. Je größer die Öffnung im Vergleich zu der Brennweite ist, desto höher ist auch die Lichtstärke eines Teleskops. Außerdem konnte man höhere Vergrößerungen als bei Linsenfernrohren erzielen, die allein hinsichtlich der Bildschärfe im Vorteil waren.

Im Jahr 1730 gelang es dem Engländer Chester Moor Hall, den Farbfehler von Linsenfernrohren durch Kombination von Linsen aus verschiedenen Glassorten wesentlich zu verringern. Bis zur Jahrhundertwende waren wieder die Linsenteleskope ins Zentrum für astronomische Beobachtungen gerückt.

Bei den ersten Spiegelteleskopen bestanden die Spiegel aus poliertem Metall, das allerdings schnell trüb wurde. Insbesondere deshalb setzten sie sich zunächst nicht durch. Erst als Justus von Liebig 1835 das chemische Versilberungsverfahren erfand, änderte sich dies wieder zugunsten der Reflektoren. Nach anfänglichen Schwierigkeiten setzten sich die versilberten Glasspiegel nach und nach in den Sternwarten durch.

Heute verwendet man glaskeramisches Spiegelmaterial, das auf Temperaturänderung nicht mit Verformung reagiert. Zudem hat man diverse Techniken entwickelt, um die Qualität der Bilder zu erhöhen. So z. B. ermöglicht die aktive Optik das Ausgleichen von Abweichungen des Hauptspiegels von der Idealform in Echtzeit. Dabei ist der Spiegel auf prozessorgesteuerten Stempeln, sog. Aktuatoren, gelagert.

## Einige moderne Großteleskope

Ein sehr großes optisches Teleskop (vor allem für den sichtbaren Wellenbereich) ist das Very Large Telescope (VLT). Das Besondere an diesem Teleskop ist, dass es aus vier einzelnen Teleskopen besteht, die entweder zusammen (als Interferometer) oder einzeln eingesetzt werden.

Jedes der vier VLT-Teleskope hat einen Hauptspiegel von 8,2 Meter Durchmesser. Durch das Zusammenschalten der Teleskope kann eine bedeutend höhere Lichtstärke und eine höhere Auflösung erreicht werden.

Eines der größten Radioteleskope der Welt ist das Very Large Array (VLA) in New Mexico



Das Very Large Telescope (VLT) auf dem Paranal im Norden Chiles. Es wird von der ESO betrieben. Die vier Großteleskope und einige kleinere bewegliche Teleskope lassen sich zu einem Interferometer („Lichtwellenaddierer“) verbinden. (ESO)

in den USA. Es besteht aus 27 einzelnen Radioteleskopen, die auf Schienen zueinander bewegt werden können. Jedes Teleskop hat einen Durchmesser von 25 Metern und wiegt 230 Tonnen.

Eine immer größer werdende Gruppe sind die Weltraumteleskope. Ein aktuelles Projekt ist das Spitzer Space Telescope (SST), welches im Jahr 2003 gestartet wurde und bis Mitte 2009 in Betrieb war. Das SST ist ein Infrarotweltraumteleskop, für das eine Lebensdauer von fünf Jahren geplant wurde. Das Kühlmittel für die auf  $-271\text{ }^{\circ}\text{C}$  gekühlten Detektoren war Mitte 2009 aufgebraucht. Seitdem stieg die Temperatur auf  $-242\text{ }^{\circ}\text{C}$  an. Es können aber noch zwei kurzwellige IR-Kameras benutzt werden. Das SST ist mit einem 0,85-m-Spiegel ausgestattet und folgt der Bahn der Erde in einem Abstand.

## Quellen

[1] „Europas neue Teleskope“, SuW Special 3/2003

[2] <http://www.eso.org>

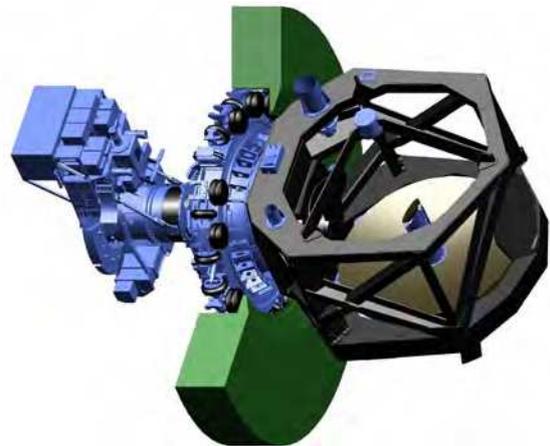
## SOFIA

PATRICIA KEPPLER, LUKAS BUSCHLE,  
SIMON KLENK

Ein sehr aktuelles Projekt, das die Benutzung eines modernen Teleskops erfordert, ist das SOFIA-Projekt. Dieses stellen wir im Folgenden vor. Voraussichtlich ab November 2009 wird es zeigen, zu welchen Leistungen es fähig ist.

### Das SOFIA-Teleskop

Das SOFIA-Teleskop ist ein Nasmyth-Spiegelteleskop, das vor allem im Infrarotbereich beobachtet. Es ist 17 t schwer und befindet sich in einer Boeing 747 SP (ein etwas verkürzter Jumbo-Jet). Das Teleskop besitzt drei Spiegel, welche die elektromagnetische Strahlung sammeln und ins Flugzeuginnere leiten.



SOFIA-Teleskop: Man sieht den Gittertubus (schwarz) mit Primär-, Sekundär- und Tertiärspiegel. Ebenso erkennt man die Teleskoplagerung (blau), die Schottwand (grün) und den Nasmythtubus mit dem Flansch zur Anbringung der Instrumente. (DSI Stuttgart)

#### *Primärspiegel:*

Der Primärspiegel hat einen Durchmesser von 2,7 m, wiegt 850 kg und besteht aus Zerodur, einer Glaskeramik. Dieser Parabolspiegel sammelt das Licht und reflektiert es auf den Sekundärspiegel.

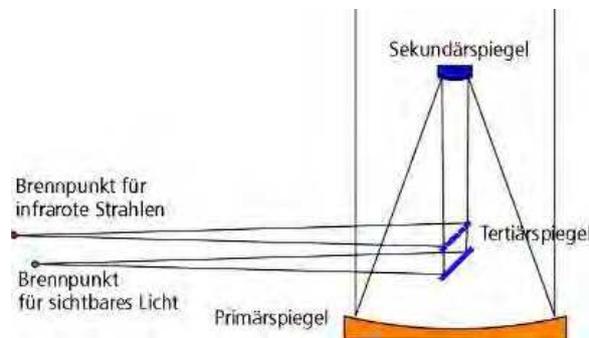
#### *Sekundärspiegel:*

Der Sekundärspiegel hat einen Durchmesser von 35 cm, ist ungefähr 3 m über dem Primär-

spiegel angebracht und besteht aus Silizium-Karbid (SiC). Er leitet die Strahlen weiter zum dritten Spiegel und ermöglicht das sog. Choppin, eine Methode zur Reduzierung des Himmelshintergrundsignals. Durch seine hyperbolische Form wird eine Verlängerung der Brennweite erreicht.

**Tertiärspiegel:**

Über den planen Tertiärspiegel wird das Licht ins Innere des Flugzeuges zu den Instrumenten gelenkt. Er arbeitet als sog. dichroitischer Strahlenteiler. Das bedeutet, er „teilt“ das Licht (je nach Wellenlänge) auf. Das infrarote Licht wird an der Goldschicht des Spiegels sofort reflektiert. Das sichtbare Licht wird hier noch durchgelassen und erst an der nächsten Schicht (aus Aluminium) abgelenkt. Dadurch erhält man zwei verschiedene Brennpunkte: einen für das IR-Licht und einen für das sichtbare Licht. Das sichtbare Licht wird im Nasmythtubus erneut im rechten Winkel abgelenkt. Hier befindet sich eine Kamera (Focal Plane Imager), welche für die Orientierung und die Nachführung vom Teleskop eine wichtige Rolle spielt.



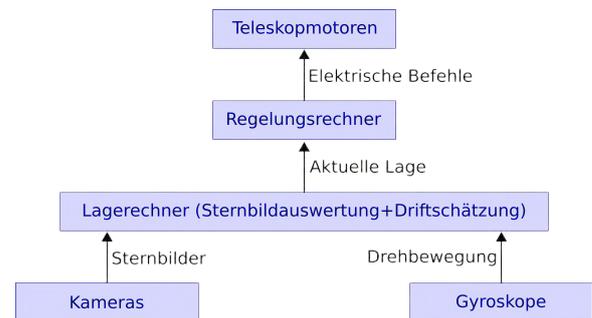
Strahlengang im SOFIA-Teleskop. (DSI Stuttgart)

**Lageregelung**

Man kann sich leicht vorstellen, dass ein Teleskop in einem Flugzeug, das dazu noch bei offenem Tor den Turbulenzen in ca. 14 km Flughöhe ausgesetzt ist, vielerlei Bewegungseinflüsse erfährt. Für eine dauerhaft stabile Ausrichtung benötigt man ein Lageregelungssystem und die Kompensation von Erschütterungen, die dafür sorgen, dass sich das Flugzeug „um das Teleskop bewegt“. Die Lageregelung ermittelt die aktuelle Lage des Teleskops mit Hilfe von Kameras und von Gyroskopen.

Am Gittertubus befinden sich vorne zwei visuelle Kameras, die Bilder vom Sternenhimmel aufnehmen und damit zur Orientierung, sowie der dann folgenden Ausrichtung und Nachführung des Teleskops dienen. Eine dritte visuelle Kamera befindet sich im Innenraum und ermöglicht die genaue Objekteinstellung.

Die Gyroskope sind drei zueinander senkrecht angeordnete Glasfaserkreisel (in jedem befindet sich ein 3 km langes aufgerolltes Glasfaserkabel). Sie registrieren jede Drehbewegung des Teleskops.



Schema der Lageregelung des Teleskops. Hier sieht man das Verfahren, welches im Text zuvor beschrieben wird. (Simon Klenk)

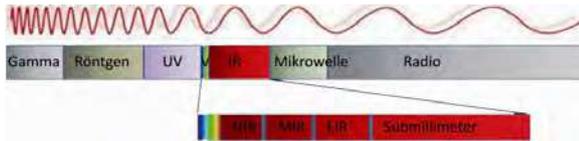
Die Lageregelung funktioniert wie folgt:

Die Kameras senden ihre Bilder vom Sternenhimmel an den Lagerrechner, wo die aktuelle Ausrichtung des Teleskops bestimmt wird. Auch alle möglichen von den Gyroskopen registrierten Drehbewegungen des Teleskops werden an den Lagerrechner geschickt und dort ausgewertet, um das Teleskop entsprechend entgegen zu drehen. Dadurch behält das Teleskop seine Ausrichtung bei.

**Infrarotastronomie**

**Was ist Infrarotstrahlung?**

Infrarotstrahlung ist elektromagnetische Strahlung jenseits des roten Bereichs und hat somit größere Wellenlängen als der sichtbare Bereich (Wellenlängen des sichtbaren Bereichs ca. 0,4–0,8 µm). Man unterscheidet zwischen nahem (0,8–5 µm), mittlerem (5–30 µm) und fernem (30–350 µm) Infrarot (IR). Dann kommt der Submillimeterbereich, der zum Mikrowellenbereich überleitet.



Elektromagnetisches Spektrum mit vergrößertem Infrarotbereich (unterer Bildteil).(Cecilia Scorza)

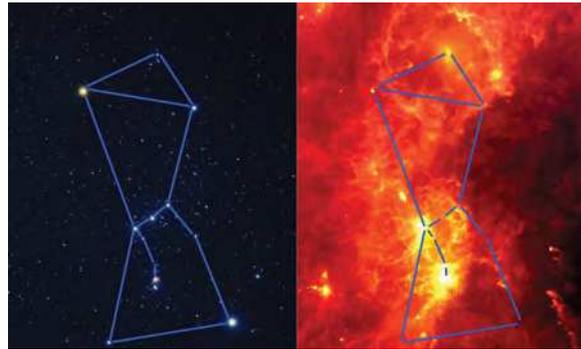
Den verschiedenen Bereichen des IR lassen sich unterschiedliche Temperaturen zuordnen (man denke an die Wärmestrahlung). Diese Temperaturbereiche liegen im fernen Infrarot (FIR) bei 10–150 K, im mittlerem Infrarot (MIR) bei 150–600 K und im nahen Infrarot (NIR) bei 600–3000 K. Die Objekte werden also vom NIR zum FIR immer kälter.

### Infrarotkosmos

Die Infrarotastronomie begann, als Friedrich Wilhelm Herschel, ein deutsch-britischer Astronom (1738–1822), die Infrarotstrahlung der Sonne entdeckte. Mit „IR-Augen“ sehen die Astronomen viel Neues. So bekommen sie die Möglichkeit, in Gas- und Staubwolken „hineinzuschauen“. Oder sie können Strahlung empfangen, die vor Milliarden von Jahren von den noch jungen Galaxien ausgesendet wurde. Da unser Weltall expandiert, dehnt sich die Wellenlänge der ausgesandten Strahlung ebenfalls aus und verschiebt sich somit in Richtung des infraroten Bereichs. Je weiter also eine Galaxie von uns entfernt ist, umso stärker ist diese Rotverschiebung. Um diese Strahlung aufzunehmen und so die Entstehung der Galaxien zu erforschen, brauchen wir also die Beobachtung im Infraroten. Das IR kann auch sehr kalte Objekte „sichtbar“ machen. Am Beispiel des Sternbildes Orion kann man sehen, dass sich zwischen den Sternen eine Menge Gas und Staub befindet.

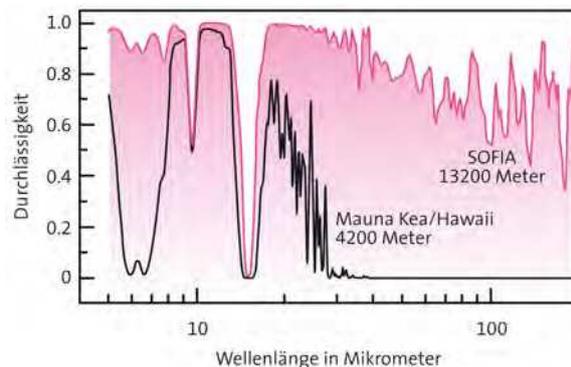
### Warum Astronomen fliegen wollen

Die Beobachtung im infraroten Bereich hat einen gravierenden Nachteil. Sie lässt sich von der Erde aus kaum ausüben. Wo sichtbares Licht ungehindert passieren kann, trifft das infrarote Licht auf ein sehr großes Hindernis, unsere Atmosphäre. Sie besteht zu 0,4% aus Wasserdampf, und genau dieser verschluckt den größten Teil der Infrarotstrahlung. Es gibt IR-Observatorien auf der Erde, wie z. B. auf dem



Das Sternbild Orion im Visuellen (für das Auge sichtbar) im Vergleich zum „Anblick“ im fernen Infrarot. Die orange-roten Gebiete im IR-Bild machen Staub und Gas im Sternbild sichtbar. Diese Materie hat eine Temperatur zwischen 10 K und 150 K. Das sind  $-263\text{ °C}$  bis  $-123\text{ °C}$ .(DSI Stuttgart)

Mauna Kea auf Hawaii, doch öffnen sich auch dort nur begrenzte Wellenlängenfenster im IR-Bereich.



Durchlässigkeit der Erdatmosphäre für Infrarotstrahlung auf dem Mauna Kea im Vergleich zu SOFIA (1.0 bedeutet völlig durchlässig, bei 0 kommt nichts durch). (DSI Stuttgart)

Auf dem Mauna Kea haben wir schon einen deutlich geringeren Wasserdampfgehalt zwischen dem Teleskop und den zu beobachtenden Objekten, doch Wellenlängen mit mehr als  $20\text{ }\mu\text{m}$  bleiben nach wie vor für die Teleskope unsichtbar. SOFIA hat in dieser Hinsicht große Vorteile. Bei einer Flughöhe von 13.2 km lässt man 99% des atmosphärischen Wasserdampfs unter sich, und die Infrarotstrahlung kann fast ungehindert beobachtet werden. Im Diagramm ist ein starker Einbruch bei  $15\text{ }\mu\text{m}$  zu sehen. Dieser wird durch das atmosphärische Kohlendioxid verursacht.

## Vergleich Flugzeug – Satellit

Satelliten mit Infrarotteleskopen haben viele Vorteile, aber auch Nachteile. Sie haben fast keine Sichteinschränkung und können deshalb sehr tief und bei allen IR-Wellenlängen ins Weltall schauen.

Doch ihre Instrumente sind meist „veraltet“. Bis ein Satellit ins All geschossen wird, dauert es ca. 20 Jahre. In dieser Zeit schreitet die Technik voran. Somit gibt es schon wieder neue und bessere Möglichkeiten zur Beobachtung, die aber nicht angewandt werden können. Bei SOFIA kann ständig alte gegen neue Technik ausgewechselt werden. Außerdem besteht die Möglichkeit der Reparatur, wenn etwas kaputt ist. Ein Satellit dagegen kann nicht repariert werden.

## Das SOFIA-Projekt

### Flugzeugobservatorien: Geschichte

Nach der Entdeckung der Infrarotstrahlung vergingen über 150 Jahre, bis sie für die Astronomie nutzbar gemacht werden konnte. Erst die Erfindung des Bolometers (Strahlungsempfänger, der für alle Wellenlängen empfindlich ist) machte es sinnvoll, den Sternenhimmel auch im infraroten Bereich zu untersuchen. Um im IR kosmische Objekte zu beobachten, war es nötig, die Teleskope in große Höhe (über den atmosphärischen Wasserdampf) zu bringen. Nach Versuchen, Ballons mit Teleskopen bestückt in die richtige Höhe zu schicken, kam der Gedanke auf, ein Flugzeug mit einem Teleskop auszustatten. Die Idee der Flugzeugobservatorien war geboren. Die erste Flugzeugsternwarte befand sich an Bord des Forschungsflugzeugs Galileo. Leider wurde dieses Flugzeug bei einem Zusammenstoß mit einem anderen Flugzeug zerstört. Es folgte der Lear-Jet, bei dem im Gegensatz zu Galileo ohne Fenster beobachtet wurde. Problematisch war nur, dass dieses Flugzeug keine Druckkabine hatte und somit die Wissenschaftler mit Atemgeräten arbeiten mussten.

1974 wurde dann mit KAO (Kuiper Airborne Observatory) ein Flugzeugobservatorium in Betrieb genommen, das ein deutlich größeres Teleskop (Spiegeldurchmesser 91,5 cm) an Bord hatte. 1995 wurde schließlich auch KAO in den

Ruhestand versetzt. Seit diesem Moment arbeiten die Astronomen auf das „First Light“ Bild (die allererste Aufnahme) des SOFIA-Teleskops hin, welches nach derzeitigem Stand im November 2009 aufgenommen werden soll.

### Einige Projekthintergründe

Der Name SOFIA steht für Stratosphären-Observatorium für Infrarot-Astronomie. Dieses gewaltige Projekt wird zu 80% von der NASA, also amerikanischer Seite, und zu 20% von deutscher Seite finanziert. Die Aufgabe der deutschen Seite ist es, das 2,8-m-Spiegelteleskop zu entwickeln und zu bauen.

Die Abbildung unten zeigt das Flugzeug und das Teleskop. Besonders auffällig ist dort das ca. 3 m große Loch, durch das das Teleskop seine Bilder macht. Es musste viel Arbeit investiert werden, um das Eindringen von starken Luftwirbeln zu verhindern. Die Teleskopöffnung im Flugzeug wird durch ein „Rolltor“ verdeckt, das erst in der Flughöhe von 13–14 km geöffnet wird.



Illustration von SOFIA-Flugzeug und -Teleskop. Wahrscheinlich wird im Nov. 2009 das „First Light“-Bild gemacht werden. (DSI Stuttgart)

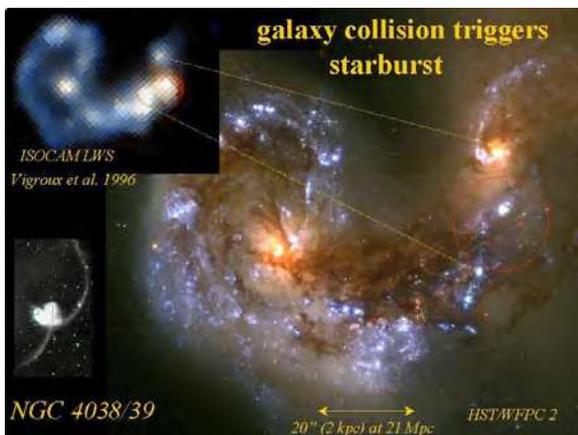
SOFIA kann voraussichtlich 7–8 h in der Flughöhe von 13–14 km bleiben. Diese Zeit ist stark vom Gesamtgewicht des Flugzeugs abhängig. Wenn das Flugzeug eine Tonne weniger wiegen würde, könnte es ca. 7 min länger in der Luft bleiben. Einen großen Anteil dabei hat das Teleskop. Damit das Flugzeug nicht in Schiefelage gerät, muss die Masse des Teleskops durch weitere Gewichte ausgeglichen werden. Deshalb

wurde das Teleskop sehr leicht gebaut.

SOFIA soll mehrmals pro Woche fliegen und auch ab und zu in Stuttgart landen.

### SOFIAs Beobachtungsziele

SOFIA wird mit unterschiedlichen Instrumenten verschiedene Beobachtungen durchführen können. Es wird dabei in die Vergangenheit unseres Universums und in die Ursprünge von Galaxien schauen können. Das Licht, das wir von solchen Uralgalaxien empfangen, ist ca. 13 Mrd. Jahre alt und somit im IR-Bereich beobachtbar. Eine weitere Hoffnung von Astronomen ist, mit SOFIA mehr über Kollisionen von Galaxien zu erfahren, die nach Modellrechnungen jeder Galaxie bereits ein- oder mehrmals widerfahren sind.



Antennengalaxie, die durch Zusammenstoß zweier Galaxien entstanden ist. Ein Teil der Galaxie ist durch eine Dunkelwolke verdeckt, wird aber in der IR-Strahlung sichtbar. (DSI Stuttgart)

In obenstehender Abbildung ist die Antennengalaxie zu sehen, die bei solch einem Zusammenstoß entstanden ist. Dabei treffen selten Sterne direkt aufeinander. Allerdings treffen öfters Gas- und Molekülwolken zusammen, wobei IR-Strahlung entsteht. Außerdem verlieren manche dieser Wolken ihren Drehimpuls um den Mittelpunkt ihrer Galaxie und stürzen zu ihm hin. Dort entstehen dann innerhalb kurzer Zeit viele neue Sterne und auch ein oder mehrere Schwarze Löcher. Dieser sog. aktive galaktische Kern sendet ebenfalls IR-Strahlung aus, die mit SOFIA gemessen werden soll.

Außer Galaxien wird SOFIA u. a. Sternentstehungsgebiete beobachten. Diese Gebiete sind

relativ kalt, sodass sie ideal für die Infrarot-Beobachtung sind. Um entstehende Sterne bilden sich oft zirkumstellare Staubscheiben, die der Geburtsort von Planeten sind.

Zusätzlich wird SOFIA auch Planeten in unserem Sonnensystem beobachten, um Informationen über ihre Oberflächen und Atmosphären zu gewinnen. Hierbei wird auch erhofft, dass SOFIA das Rätsel löst, wieso der Große Rote Fleck, ein Wirbelsturm auf dem Jupiter, rot ist.

SOFIA wird nicht nur große, sondern auch kleine Objekte wie Kometen und Asteroiden beobachten können. Durch die Beobachtung von Kometen, die aus Eis und Staub bestehen, bekommen wir einen Einblick in die Urmaterie aus der Entstehungszeit unseres Sonnensystems. Auch durch die Beobachtung von Asteroiden erhofft man sich, neue Informationen über jene Zeit zu erlangen. Außerdem sind Asteroiden Ziel für kommende Missionen.

Das letzte hier zu nennende Objekt ist die interstellare Materie (ISM). Sie befindet sich zwischen den Sternen und besteht hauptsächlich aus Gas und Staub. Ihre Gasdichte beträgt im Mittel 1 H-Atom pro  $\text{cm}^3$  (auf der Erde kann ein derartiges Vakuum noch nicht erzeugt werden). Durch die Selbstgravitation können sich im Laufe von Millionen Jahren dichtere Wolken bilden, in denen dann neue Sterne entstehen. Die UV-Strahlungsenergie einiger Sterne löst chemische Reaktionen innerhalb der ISM aus. Bei einer Supernova wird die ISM durch schwere Elemente angereichert, die dann in die Chemie der Wolken einbezogen werden. Die Aufgabe von SOFIA wird sein, die unterschiedlichen Bestandteile der ISM und ihre chemischen Netzwerke zu ergründen.

### Quellen

- [1] Alfred Krabbe, Ruth Titz, Hans-Peter Röser: „SOFIA oder: Warum Astronomen in die Luft gehen“, SuW 12/1999
- [2] Cecilia Scorza de Appl: „Astronomie in luftigen Höhen – Flugzeugsternwarten“, SuW 7/2008
- [3] Gespräche mit Dr. Thomas Keilig (DSI) und Ulrich Lampater (DSI)

## Die Astro-Exkursion

PATRICIA KEPPLER, LUKAS BUSCHLE

### Besuch im Kepler-Museum

Der 11. Tag der Science Academy war unser Exkursionstag. Nachdem wir uns überwunden hatten, früh aufzustehen, fuhren wir mit dem Zug nach Weil der Stadt zum Kepler-Museum. Dieses befindet sich im Geburtshaus von Johannes Kepler, was dem Museum einen zusätzlichen Reiz verleiht. Bei einer Führung durch das Museum wurden uns das Leben von Johannes Kepler, seine vielen Reisen, seine Entdeckungen und viele weitere Dinge sehr interessant dargestellt.



Mittagessen am Fuße des Kepler-Denkmal auf dem Marktplatz in Weil der Stadt.

Einige von diesen Informationen waren für uns anschauliche Wiederholungen, doch über viele Dinge staunten wir und sie versetzten uns zurück in die Zeit Keplers. Besonders faszinierten uns die alten, teils originalen Bücher, in denen Kepler seine Überlegungen niederschrieb. Auch die Vorstellung, die Kepler hatte, dass das Universum strikt nach geometrischen Grundprinzipien aufgebaut sei, fanden wir sehr interessant. Zwischendurch wurden uns Akkorde des Sonnensystems vorgespielt, die Kepler „komponier-

te“, indem er die Winkelgeschwindigkeiten der Planeten mit den Intervallen gleichsetzte. Diese Methode erntete einige schmunzelnde Gesichter, die allerdings bei den Informationen über den Hexenprozess gegen Keplers Mutter schnell wieder vergingen. Kepler schaffte es nach langem Kampf, dass seine Mutter als eine von wenigen Frauen freigesprochen wurde. Ganz zum Schluss durften wir noch einen zusammenfassenden Film über Keplers Leben anschauen. Nach dieser tollen Führung saßen wir auf dem Marktplatz unter der Statue von Kepler und aßen unser mitgebrachtes Essen. Im Anschluss fuhren wir mit dem Zug nach Stuttgart zum DSI.

### Stippvisite beim DSI-Direktor

Im Deutschen SOFIA-Institut (DSI) wurden wir von Prof. Dr. Alfred Krabbe, dem Institutsdirektor, erwartet. Nach einigen Minuten, in denen wir uns am Informationsstand bedienten, wurden wir in sein Büro gebeten, in dem wir uns auf dem Teppich niederließen. In seiner Vorstellung betonte Prof. Krabbe, dass ihm seine Familie genau so wichtig ist wie seine Arbeit. Auf die Frage, ob er nicht manchmal das Beobachten vermissen würde, meinte er, er habe inzwischen einen guten Mittelweg zwischen Beobachtung und Büroarbeit gefunden. Nach anfänglichen Hemmungen stellten wir Fragen. So wollten wir zum Beispiel wissen, was denn sein Spezialgebiet sei. Die Antwort bekamen wir in Präsentationen zu Jets und Exoplaneten.

Jets entstehen, wenn ein kosmisches Objekt Gas anzieht, welches sich dann um das Objekt und auch zu dem Objekt hin bewegt. Allerdings erreicht von diesem Gas nicht alles das Objekt, sondern ein Teil strömt senkrecht zur Rotationsebene des Objekts von dieser weg. Exoplaneten sind Planeten, die, wie unsere Erde, um einen anderen Stern kreisen. Es sind also Planeten außerhalb unseres Sonnensystems.

Eine der Aufgaben von SOFIA wird es sein, diese Planeten zu entdecken und weiter zu untersuchen.

Nachdem wir uns ca. 2 Stunden mit Prof. Dr. Krabbe unterhalten durften, fuhren wir wieder, beladen mit sehr vielen neuen Informationen



Der Leiter des DSI, Prof. Dr. Alfred Krabbe, erzählt begeistert von der Zukunft der astronomischen Forschung mit SOFIA.

und erfüllt mit wahnsinnig vielen Erlebnissen, zurück nach Adelsheim.

## Gestatten? Wir, der Astronomiekurs!

ANNIKA FÄHNLE, MILA RÜDIGER

**Cecilia:** Unsere tolle und immer verständnisvolle Kursleiterin aus Venezuela, die uns die griechischen Mythen zu den Sternbildern wunderbar erzählen konnte. Mit ihrem sehr leckeren Kakao hat sie uns nach venezolanischer Tradition in ihr Herz aufgenommen.



**Olaf:** Unser Kursleiter war durch nichts aus der Ruhe zu bringen und sehr begeistert von seinem Fach. Er trank immer Keplerkaffee und war ein großer Fan der Flaschengloben. Jeden Abend zeigte er uns die Sterne mit seinem geliebten Laserpointer.



**Lukas H.:** Unser Schülermentor ist gar nicht so alt, wie er aussieht. Man kann ihn als die Ruhe in Person bezeichnen. Selbst wenn man einen Presslufthammer neben ihm laufen ließe, würde er vermutlich noch weiter „sein Ding durchziehen“. Er war ein gezwungenermaßen freiwilliger, sehr motivierter „Sternensänger“, der auch gerne einmal seine infantil gebliebene Seite zeigt und Unsinn macht.



**Dominic:** Er hatte während der Akademie den Spitznamen Spanier und lachte über so ziemlich alles, was man auch nur im Entferntesten als Witz verstehen konnte. Mit ihm konnte man sich sehr lange unterhalten und es war immer interessant.

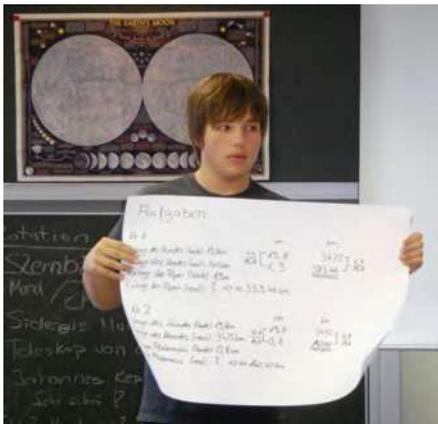


**Simon:** Der Oberschwab aus dem „Ashtro-nomiekurs“ gehörte zur „SOFIA-Crew“ und weiß alles über dieses Teleskop. Simon ist bei so ziemlich allen Themen ein sehr interessanter Gesprächspartner und supernett noch dazu.



**Robin:** Er ist ein großer Mondexperte, was er auch bei der Nachtwanderung unter Beweis stellte, indem er andere Teilnehmer am Teleskop anleitete. Er war für jeden Spaß zu haben und sein Satz „... also dieser Galilei. Dein Referat ging doch über Galilei, oder?“ zeugt von seiner kurzzeitigen geistigen Abwesenheit.

**Markus:** Er konnte sein umfangreiches Fachwissen über Jupiter bei der Nachtwanderung preisgeben, wo er für das zweite Teleskop bzw. für die Anleitung der anderen Teilnehmer zuständig war. Neben seinen vielen konstruktiven Beiträgen machte er auch mit seinem überragenden Humor auf sich aufmerksam, der uns oft zu herzhaftem Lachen brachte.



**Sven:** Der Älteste unseres Kurses war der unangefochtene PowerPoint-Master. Wenn wir verzweifelten, sah Sven die Dinge gelassen und sorgte so für eine angenehme Arbeitsatmosphäre.



**Jonathan:** Er war zwar der Kleinste in unserem Kurs, aber ein großer Lehrer. Mit einer Engelsgeduld erklärte er uns Nachwuchsastronomen, wie man ein historisches Galilei-Teleskop bastelt. Außerdem versuchte er es mit seinen Gitarrenkünsten vergeblich, uns halbwegs saubere Töne singen zu lassen.



**Aylin:** Sie hat es während der Vorbereitung zur Abschlusspräsentation geschafft, unsere erhitzten Gemüter zu besänftigen und uns mit ihrer netten Art zu einer friedlichen Zusammenarbeit zu bewegen. Als Expertin für Kepler war für sie der Besuch in dessen Geburtshaus eine willkommene Ergänzung.



**Leonie:** Ist sie der verschollene Zwilling von Aylin? Wir wissen es nicht, doch die Bilder sprechen für sich. Sie liebt die Theorie sowie



die Logik und daher beschäftigte sie sich auch mit den Keplerschen Gesetzen. Außerdem war sie so vom „Sternensingen“ begeistert, dass sie sogar mit ihrem gebastelten Sternenstirnband in die Schule gegangen ist.

**Mila:** Bei der Nachtwanderung stellte sie ihr Wissen über die Sternbilder unter Beweis, als sie ein Herbstviereck zeigte, von dem ein Stern leider nicht an seinem Platz bleiben wollte, bzw. gar kein Stern war. Doch auch dies nahm sie mit Humor, da man mit ihr über alles lachen kann.



**Annika:** Auch sie gehörte bei der Nachtwanderung der super orientierten Gruppe 3 an und konnte dabei ihre Kenntnisse über die Geschichten der Sternbilder zeigen. Ihre allgemeine Verpeiltheit spiegelte sich häufig durch den Satz „*Ich hab’ meine Brille oben gelassen, kann ich sie rasch holen?*“ wieder. Außerdem war sie diejenige, die mit Abstand die meisten Fragen gestellt hat, oft auch zur allgemeinen Erheiterung. Auch über ihre Bemerkungen konnte der Kurs mit ihr viel lachen („*Der Stern bewegt sich!*“)



**Lukas B.:** Er war zu Beginn der Akademie Patricias ganz besonderer Freund, und ihre kurzweiligen Wortgefechte amüsierten uns alle. Lukas sagte einem immer ganz offen, was er zu einer Sache dachte, und man konnte mit ihm sehr gut debattieren. Außerdem stellte er seine Fähigkeiten im Präsentieren unter Beweis.



**Patricia:** Unsere Raupe Nimmersatt wusste immer, wann es was zu essen gibt. Sie trug viele Namen, nur nicht ihren eigenen: Paddy, Rebecca, Franzi u. v. m. Doch die temperamentvolle Patricia Keppler – ihr Stammbaum wird von uns noch untersucht werden müssen – ließ sich davon nicht beeinflussen. Mit ihrem stets fröhlichen Gemüt gab es immer viel zu lachen!



## Kurs 2 – Farben



### Vorbereitungswochenende

LIOBA RATH

Als unser Farben-Kurs sich am Vorbereitungswochenende zum ersten Mal getroffen hatte, war sofort klar: das werden zwei tolle Wochen. Erst einmal mussten wir natürlich festlegen, was wir überhaupt in unserem Kurs machen wollen, denn anders als bei andern Kursen war es nicht vorbestimmt, mit was wir uns zwei Wochen lang beschäftigen würden. Wir haben alle unsere Ideen über das Thema Farben gesammelt und gesehen: das schaffen wir nicht alles in zwei Wochen.

Also mussten wir uns entscheiden: Welches der Themen wollen wir vertiefen? Die Lösung: Alle. Wir wollten alle Themen anschneiden und wenn uns eines gefällt, an ihm weitermachen. Mit diesem Ergebnis waren alle zufrieden. Bei der Einteilung der Referate konnten wir uns ja auch

noch auf ein Thema spezialisieren.

Nach den Formalitäten stiegen wir gleich in die Kursarbeit ein, indem wir einige überraschende Experimente durchführten. Zum Beispiel haben wir uns mit dem Einfluss farbigen Lichts auf farbige Gegenstände beschäftigt. Die Farben auf einem bunten T-Shirt im gelben Licht einer Natriumdampf Lampe nehmen wir ganz anders wahr, als in weißem Licht. Eine Natriumdampf Lampe erscheint für uns gelb, da sie nur die „gelben“ Wellenlängen aussendet. Also können auch keine „andersfarbigen“ Wellenlängen von dem bunten Gegenstand reflektiert werden und so in unser Auge gelangen. Auch in weißem Licht grün erscheinende Gegenstände sind dann für uns gelb bzw. sehr dunkel.

Nach dem Vorbereitungswochenende bekamen wir natürlich auch ein wenig Hausaufgaben: die Ausarbeitung von Kurzreferaten, die dann am Anfang der Sommerakademie präsentiert und

den Grundstock unseres Fachwissens bilden sollten. Es war eine lehrreiche, aber auch arbeitsreiche Erfahrung, über ganz Baden-Württemberg verteilt ein Referat zustande zubringen, lediglich per E-Mail als Kommunikationsmittel. Zum Knobeln und zum Testen des Wissens unserer Chemielehrer gab uns Matthias auch ein Rätsel mit auf den vorübergehenden Heimweg.

## Personenvorstellung

LIOBA RATH

### Annelie Schön

war unsere Hilfe wenn etwas nicht klappte, wie wir es wollten. Sie hatte immer gute Ideen für Neuanfänge. Außerdem kümmerte sich Annelie um jeden, dem es mal nicht so gut ging. In ihrer höflichen, hilfsbereiten Art erledigte sie alle Dinge in Rekordzeit.

### Konstantin Sasse

legte eine offene Fröhlichkeit an den Tag, mit der er jeden ansteckte. Er hatte immer ein lockeres Wort auf den Lippen und verkomplizierte nie unnötig die Dinge. Er erheiterte uns unermüdlich in anstrengenderen Phasen, worüber besonders unsere Kursleiter froh waren.

### Florian Sure

war unser Computerfachmann. Er war mit fast allem einverstanden und hatte immer gute Ideen und Verbesserungsvorschläge. Diese versuchte er in endloser Zusatzarbeit mit Kevin umzusetzen, sofern der Computer nicht streikte. Damit alles nicht zu trocken wurde, baute er auch hin und wieder ein kleines Späßchen ein, die Matthias regelmäßig an den Rand der Verzweiflung brachten.

### Sofie Kober

war eine der ruhigeren Teilnehmerinnen. Für komplizierte Sachverhalte hatte sie immer eine Vereinfachung parat. Sie dachte immer sehr

logisch und konnte Fragen aus dem Effeff beantworten. Sofie gehörte mit Luiza und Lioba zu den jüngsten Mitgliedern unseres Kurses, doch sie hatte fast nie Probleme den anderen zu folgen.

### Frauke Maas

half überall im Kurs, wo gerade Hilfe gebraucht wurde. Souverän arbeitete sie still vor sich hin. Vor der Rotation wurde es dann etwas hektisch, aber mit vereinten Kräften ließ sie sich schnell wieder zu ihrer ursprünglichen Ruhe zurückbringen.

### Luiza Mattoso

arbeitete gern im Hintergrund, doch ohne zu verschwinden, denn mit ihren regelmäßigen Lachanfällen steckte sie alle mit guter Laune an. Luiza war für alles zu haben und auch immer gut drauf. Sie, und die anderen beiden 8-Klässler hatten es seltener etwas schwer Matthias zu folgen, doch mit 11 unterschiedlichen Erklärungen von den anderen kam auch sie, Sofie und Lioba durch.

### Markus Ritter

lenkte uns immer wieder zurück zum Thema, wenn wir uns in weit ausschweifende Diskussionen verstrickten. Mit fachmännischem Wissen brachte er uns weiter, um dann wieder zu Scherzen aufgelegt zu sein, und uns (fast) alle aufzumuntern, indem er sich oft laut „Don't worry – Be happy“ anhörte.

### Ram-Janik Petzold

arbeitete immer gewissenhaft und ruhig vor sich hin und beruhigte uns, wenn es mal heiß her ging. Er hatte immer schon einen Kompromiss bereit, um mögliche kleine Meinungsverschiedenheiten zu beenden, bevor sie überhaupt begonnen hatten.

### Sarah Nill

war sehr zielorientiert und lenkte unsere Aufmerksamkeit immer wieder auf die wichtigen

Dinge. Zusammen mit Ram-Janik schaffte sie es, wenn nötig, wieder Ruhe in den Kurs zu bringen.

### **Thomas Wiesner**

war immer lässig und fröhlich. Er entwickelte sich in nur knapp zwei Wochen zum perfekten DJ und trug damit einen wesentlichen Teil zum Gelingen unseres Abschlussabends bei. Er freute sich über zusätzliches Wissen und verstrickte sich regelmäßig in Diskussionen mit unserem Kursleiter Matthias, da er immer wieder komplizierte Fragen stellte. Thomas direkte Ausdrucksweise erstickte Missverständnisse noch im Ansatz und heiterte uns oft alle auf.

### **Tizian Hoffmann**

Von ihm hörte man meist sehr wenig. Er arbeitete und lachte und redete, wenn er nicht gerade mit Konstantin im Internet nach Spielen suchte. Er und Matthias hatten sich schon im Hector- Seminar kennen gelernt.

### **Lioba Rath**

hörte ruhig und interessiert den Vorträgen von Matthias oder Günther zu, stellte dann aber immer wieder Fragen, die teilweise auch etwas vom Thema wegführten. Sie war für fast alles zu haben, allerdings hatte sie mit einigen Teilen des „Schweins“ Probleme: Sie war den Augen nicht ganz so zugeneigt und beschloss daher später selbst eins zu „schlachten“.

### **Günther Ullrich**

unser Kursleiter, übernahm im Bio- und Chemieraum das Kommando. Auch bei mittelschweren bis schweren Katastrophen blieb er die Ruhe selbst und bog oft noch alles gerade. Er lehrte uns durch anschauliche Beispiele sehr viel und hatte immer gute, teilweise auch lustige Geschichten zu erzählen.

### **Matthias Taulien**

ebenfalls Kursleiter, ergänzte sich wunderbar mit Günther. Er war in Physik fast allwissend

und vermittelte uns in kurzer Zeit sehr viel Fachwissen. Durch kleine Fragen und Stiche führte er uns auf einem bestimmten Weg zum Ziel. Matthias hielt seine Meinung nie hinterm Berg und unterstützte uns mit seinen tollen Ideen. Er stiftete uns aus dem Hector- Seminar Laptops, die uns vieles erleichterten.

### **Kevin Sommer**

unser Schülermentor oder auch „Mädchen für alles“. Er kümmerte sich um die Technik, fotografierte die besonderen und oft auch peinlicheren Momente im Kurs und unterstützte unsere Kursleiter als Protokollant, Aufräumer, Techniker, Postbote und vieles mehr.

## **Stimmung im Kurs**

LIoba RATH

### **8:30–9:00 Uhr Plenum:**

Beim Check-up kommen wir noch etwas müde von unseren Sitzen hoch. Der Raum ist einfach so schön warm. Doch wenigstens kommen unsere Lachmuskeln gleich auf volle Touren, wenn Felix und Ann-Kathrin wieder mal eine ihrer Attraktionen dabeihaben.

### **9:10–10:00 Uhr Kurs:**

Immer noch etwas müde aber trotzdem gut gelaunt (wie könnte es auch anders sein?) trudeln wir alle nach und nach ein. Jetzt beginnt wieder der „Ernst“ der Akademie. Jedenfalls fast. Während Konstantin und Tizian noch ein wenig im Internet herumstöbern, unterbreiteten uns Matthias und Günther ihre Pläne für den heutigen Tag: Schweineaugen sezieren und Läuse zermahlen. Jetzt wird's interessant!

### **10:00–12:00 Uhr immer noch Kurs:**

Es geht an die Schweineaugen. Mittlerweile ist auch der/die Letzte hellwach geworden. Diskussionen, was man alles mit diesen Augen anstellen könnte, entstehen. „Schauen wir dann



Kurs am Morgen

da wirklich durch?“, „Die sind so richtig glitschig. Die flutschen einem davon, wenn man sie aufstechen will.“, „Kriegen wir da Handschuhe ...?“ Thomas probiert sofort aus wie man die Welt mit Schweineaugen sieht. Das gibt super Fotos, denn Kevin hat wie immer seine Kamera dabei („Davon hast du jetzt aber kein Foto gemacht, oder?“). Lioba ist den Schweineaugen nicht so zugeneigt, doch die anderen helfen gerne („Ich mach es für dich. Das ist doch voll cool!“). Rechtzeitig zum Mittagessen werden wir fertig. Das heißt, rechtzeitig zum Mittagessen melden sich einige zum Schlussmachen. „Nachher geht’s weiter mit den Läusen“ verkündet Günther, dann sind wir vorerst entlassen.



Beim Sezieren von Schweineaugen

## 12:00–16:00 Uhr Mittagessen und KüAs:

Jetzt konnten wir uns erst mal „richtig“ entspannen.

## 16:00 Kurs:

Alle sind schon aufgeregt, was wir mit den Läusen anstellen dürfen. Das Essen ist gut verdaut, also kann’s weitergehen. Markus träumt während der Verarbeitung schon mal von seinem Tuch, das wir färben. Das ist alles sehr span-



Alle sind konzentriert bei der Arbeit

nend und wir freuen uns schon auf das Ergebnis. Günther muss mal wieder seine Nerven beweisen, denn eine mittelschwere Katastrophe hat sich angebahnt. Es sieht aus als hätten wir nicht nur Schweineaugen, sondern ein ganzes Schwein zerlegt.

Als wir uns vom Lachen erholt hatten, starten wir eine Putzaktion, nach der es wieder ganz ordentlich aussieht, bis auf so manche Finger. Nach der Fertigstellung der Tücher haben wir sie dann ritterlich unter uns aufgeteilt. Endlich hatten auch unsere Kursleiter etwas Ruhe.



Mehr oder weniger schwere Katastrophen ...

Alles in allem ein ganz „normaler Tag“ in unserem Kurs (was die Stimmung angeht).

Wir alle hatten zwei wunderbare Wochen, in denen wir zusammengewachsen sind.

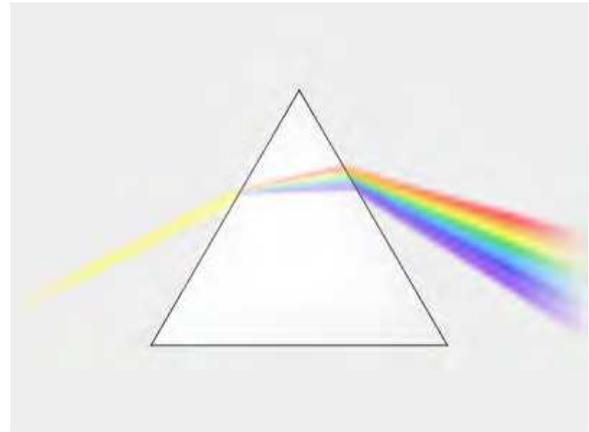
## Licht

FRAUKE MAAS

Obwohl wir den Lichtschalter während der Kursarbeit nicht immer fanden, was teilweise zu großem Amüsement führte, standen am Anfang jeglicher Ausführungen über die Farben doch das Licht. Wenn wir von Licht sprechen, taucht oft das Wort „Welle“ oder auch das Wort „Photon“, also Lichtteilchen, auf. Fakt ist, dass Licht Eigenschaften einer Welle und eines Teilchens besitzt. Dies bezeichnet man als Welle-Teilchen-Dualismus.

Sonnenlicht scheint uns im Alltag weiß, in Wahrheit ist es aber bunt. Mithilfe eines Prismas lässt sich das Licht in seine verschiedenen Farben zerlegen, da Licht von unterschiedlichen Wellenlängen verschieden stark gebrochen wird. Wir sehen dann ein **kontinuierliches Spektrum**. Es erstreckt sich von violett über blau, grün, gelb, orange bis rot, von den kurzen zu den langen Wellenlängen, vom besonders energiereichen bis zum weniger energiereichen Licht.

<sup>1</sup>aus Wikipedia [http://de.wikipedia.org/wiki/Prisma\\_\(Optik\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Prisma_(Optik))



Brechung am Prisma<sup>1</sup>

Zwischen Frequenz  $f$  und Wellenlänge  $\lambda$  des Lichts gilt folgender Zusammenhang:

$$f \cdot \lambda = c$$

Das Produkt aus Wellenlänge und Frequenz ist konstant, diese Konstante ist gerade die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts.

## Spektrometer und Spektroskope

Um die Farbbestandteile des Lichts genauer untersuchen zu können, verwendet man ein Spektroskop oder ein Spektrometer.

Mit einem Spektroskop kann man das Spektrum einer Lichtquelle beobachten, mit einem Spektrometer kann man außerdem die Wellenlängen ausmessen.

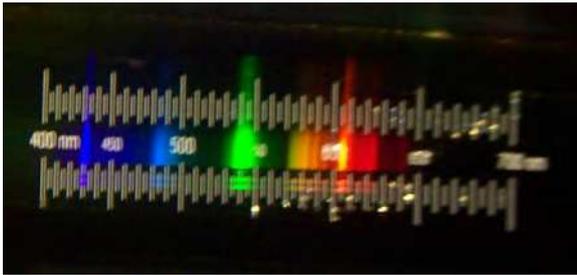
Dabei wird das Spektrum nicht durch ein Prisma erzeugt sondern durch *Beugung* an einem optischen Gitter (siehe *Beugung* und *Interferenz*).

Ein solches Spektrometer haben wir in einer fröhlichen Bastelstunde während der Sommerakademie selbst gebaut und damit verschiedene Spektren beobachtet.

Funktionsweise:

Das Licht fällt durch den Eintrittsspalt, trifft auf der gegenüberliegenden Seite auf das optische Gitter und tritt aus dem Spektrometer wieder aus. Allerdings wird das Licht durch

<sup>2</sup>von Astromedia [http://www.astromedia.de/shop/csc\\_fullview.php?Artikelnummer=406.hsp](http://www.astromedia.de/shop/csc_fullview.php?Artikelnummer=406.hsp)



Blick durch unser Spektrometer



Handspektroskop von Astromedia<sup>2</sup>

das optische Gitter gebeugt und es kommt zu Interferenz, da das Licht je nach Wellenlänge unterschiedlich stark gebeugt wird, kommt es zu einer Spektralzerlegung des Lichts.

Dank des geometrischen Aufbaus des Spektrometers, der festgelegten Abstände und der eingebauten Skala, kann man die Wellenlängen näherungsweise ablesen.

Mit unseren Handspektrometern haben wir die Spektren von Sonnenlicht, Glühlampen, von gefärbten Flammen und von leuchtenden Gasen beobachtet. Dabei haben wir festgestellt, dass es sich bei den leuchtenden Gasen um **Linienspektren** handelt.

## Spektrallinien

TIZIAN HOFFMANN

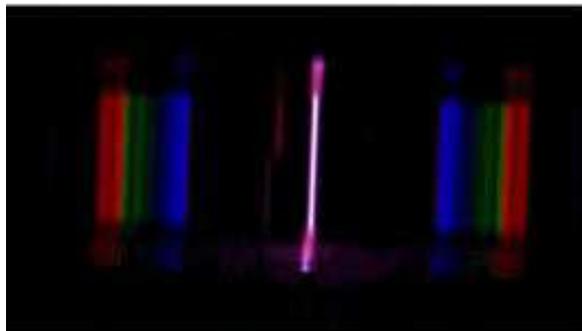
Manchmal gibt es Lichterscheinungen, die wir nicht mit einem Lichtstrahlenmodell beschreiben können. Das Licht verhält sich nicht so, wie wir es von einem Strahl erwarten würden. So auch bei diesem Experiment:

An einem Ende des Tisches sind sog. Gasent-



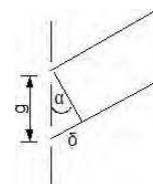
Aufbau Spektrallinienversuch

ladungsröhren vor einem Maßstab angebracht (Glasröhren, die jeweils unterschiedlichen Gasen wie zum Beispiel Neon, Argon, Wasserstoff, Stickstoff oder Sauerstoff gefüllt sind und durch hohe Spannungen zum Leuchten gebracht werden). In einiger Entfernung steht ein optisches Gitter. Durch dieses kann man im dunklen Raum mehrere Spektrallinien erkennen.



Entladungsröhre Stickstoff

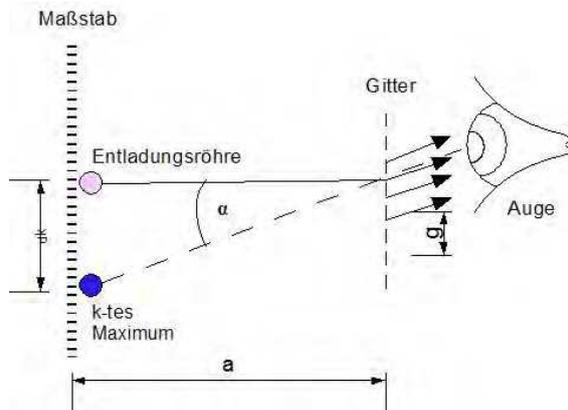
Indem wir nun die Abstände zwischen zwei zusammengehörenden Abbildern sowie den Abstand Gitter zu Entladungsröhre messen, können wir die Wellenlänge des Lichtes der Abbilder berechnen.



Gangunterschied zweier Lichtwellen

Die Lichtwellen verstärken sich, falls der Gangunterschied  $\delta$  der Lichtwellen ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge ist:  $\delta = k \cdot \lambda$ . Wir betrachten im Folgenden nur Spektren der 1. Ordnung, d. h. es gilt  $k = 1$ .

Damit gilt weiterhin:



Zum Versuchsaufbau

$$\sin(\alpha) = \frac{\delta}{g} = \frac{\lambda}{g}$$

Dabei ist  $g$  die Gitterkonstante, also der Abstand benachbarter Spaltenmitten.

$$\tan(\alpha) = \frac{d}{a}$$

$a$  ist dabei der Abstand des Gitters von der Entladungsröhre.

Für kleine Winkel gilt:

$$\sin(\alpha) \approx \tan(\alpha)$$

Aus beiden Formeln zusammen folgt:

$$\frac{\lambda}{g} = \frac{d}{a}$$

und damit:

$$\lambda = \frac{g \cdot d}{a}$$

Mit dieser Formel kann man sofort die Wellenlängen einer Spektrallinie berechnen.

Für  $a = 1,945 \text{ m}$ ,  $d = 1,945 \text{ m}$  und  $g = 10 \mu\text{m}$  hatten wir diese Werte (siehe Tabelle) berechnet.

Gas	Farbe	Wellenlänge
Stickstoff	Lila	479 nm
	Grün	514 nm
	Gelb	586 nm
	Rot	664 nm
Sauerstoff	Lila	432 nm
	Gelb	573 nm
Neon	Grün	539 nm
	Gelb	548 nm
	Orange	642 nm
	Rot	667 nm

Messung von Wellenlängen

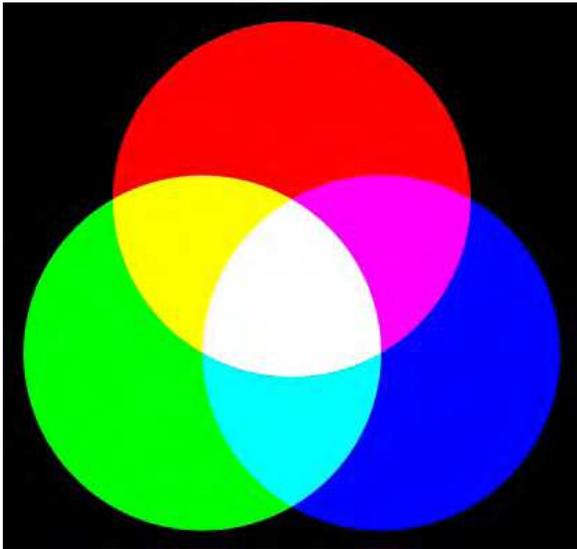
## Farbmischung

MARKUS RITTER

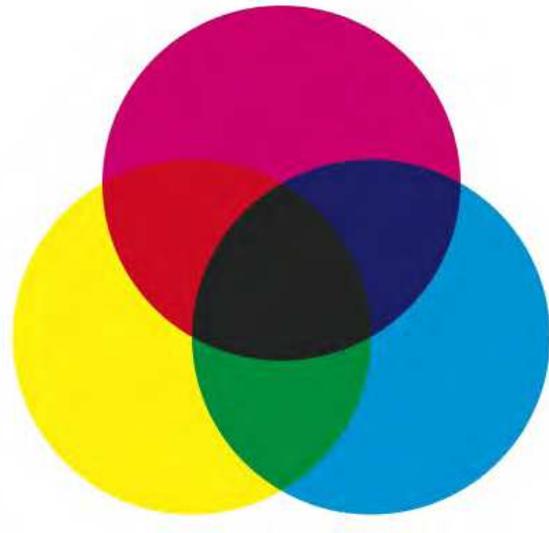
Schon der bedeutende englische Physiker und Mathematiker Isaac Newton (1643–1727) zerlegte das weiße Tageslicht bei seinen Versuchen mit Prismen in sein Spektrum, darunter in die primären Spektralfarben Rot, Grün und Blau. Mithilfe einer Sammellinse gelang es ihm die Farben wieder zu weißem Licht zusammenzuführen. Damit entdeckte er die **additive Farbmischung**. Diese tritt bei der Mischung farbigen Lichts, nämlich der primären Spektralfarben Rot, Grün und Blau, auf. Die Tatsache, dass sich durch additive Mischung dieser Farben jede andere Farbe erreichen lässt, ist eine direkte Folge des trichromatisch menschlichen Farbsehsystems mit drei Zapfentypen unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit. Die additive Farbmischung ergibt sich aus der Überlagerung von Lichtstrahlen, es werden mit jeder neuen Farbe weitere Wellenlängen hinzugefügt. So ergibt sich aus der Mischung von Lichtblau und Lichtgrün die reine Sekundärfarbe Cyan, Lichtrot und Lichtblau ergeben Magenta und Lichtgrün und Lichtrot Gelb. Bei der Mischung aller primären Spektralfarben entsteht weißes Licht. Ein schwarzer Farbeindruck entsteht, wenn kein Licht reflektiert wird.

Wir haben in unserem Kurs Farben additiv gemischt, und haben hierfür mit einem Tageslichtprojektor und Farbfiltren gearbeitet.

<sup>3</sup>aus Wikipedia [http://de.wikipedia.org/wiki/Additive\\_Farbmischung](http://de.wikipedia.org/wiki/Additive_Farbmischung)



Additive Farbmischung<sup>3</sup>



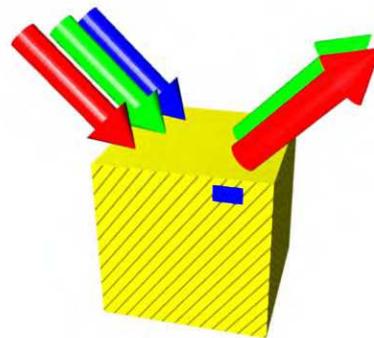
Subtraktive Farbmischung<sup>4</sup>

Die additive Farbmischung findet heute z. B. Anwendung bei farbigen Fernseh- und Computerbildschirmen, sowie bei Beamern und Digitalkameras.

Wesentlich häufiger begegnet uns im Alltag die **subtraktive Farbmischung**. Hier werden die primären Pigmentfarben Cyan, Magenta und Gelb gemischt. Diese entsprechen den Sekundärfarben der additiven Farbmischung. Mit jeder weiteren aufgetragenen Pigmentschicht werden weitere Wellenlängen absorbiert, sodass die Lichtanteile immer geringer und die Farben damit immer dunkler werden. Die entstandenen Mischfarben können nur die Wellenlängen reflektieren, die jede einzelne Farbe vor der Mischung reflektierte. Die zurückgestrahlten Lichtbestandteile mischen sich nach den Regeln der additiven Farbmischung auf der Netzhaut. Die Sekundärfarben der subtraktiven Farbmischung entsprechen den primären Spektralfarben Rot, Grün und Blau.

Auch wir in unserem Kurs haben mit Wachsmalstiften Pigmentfarben subtraktiv gemischt, indem wir die Farben flächig aufeinander aufgetragen haben und daraus als Sekundärfarben die primären Grundfarben Rot, Grün und Blau erhalten haben.

Um mittels der subtraktiven Farbmischung die



Subtraktive Farbmischung bei der Farbe Gelb

Farbe Gelb zu erzeugen, trägt man auf eine Oberfläche gelbe Pigmentfarbe auf. Dadurch wird das blaue Licht absorbiert, das rote und grüne reflektiert, dieses erzeugt nach den Regeln der additiven Farbmischung auf der Netzhaut einen gelben Farbeindruck.

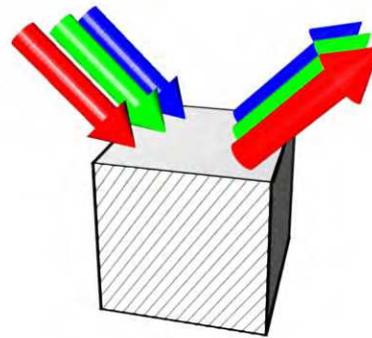
Entsprechend verhält es sich bei den Farben Cyan und Magenta, hier werden jedoch die Farben Grün und Blau reflektiert und Rot absorbiert, bzw. Rot und Blau reflektiert und Grün absorbiert.

Um die Farbe Blau zu erhalten müssen die Farben Cyan und Magenta gemischt werden, dadurch wird das rote und grüne Licht absorbiert und das blaue reflektiert, wir sehen die Farbe Blau.

<sup>4</sup>aus Wikipedia [http://de.wikipedia.org/wiki/Subtraktive\\_Farbmischung](http://de.wikipedia.org/wiki/Subtraktive_Farbmischung)



Subtraktive Farbmischung bei der Farbe Blau



Subtraktive Farbmischung bei der Farbe Weiß

Bei der Farbe Rot wird grünes und blaues Licht absorbiert und rotes Licht reflektiert, bei der Farbe Grün rotes und blaues Licht absorbiert und grünes Licht reflektiert.



Subtraktive Farbmischung bei der Farbe Orange

Etwas anders verhält es sich bei der Farbe Orange. Hier muss mehr gelbe Pigmentfarbe aufgetragen werden, damit das komplette blaue Licht absorbiert wird. Damit nur ein Teil des grünen Lichts absorbiert wird, wird weniger Magenta aufgetragen, dadurch wird gleichzeitig zusammen mit dem roten Licht ein Teil des grünen Lichts reflektiert. Auch dieses wird nach den Regeln der additiven Farbmischung auf der Netzhaut zu dem Farbeindruck Orange gemischt.

Der Farbeindruck „weiß“ entsteht, indem keine Pigmentfarbe aufgetragen wird und somit sowohl rotes als auch grünes und blaues Licht reflektiert wird.



Subtraktive Farbmischung bei der Farbe Schwarz

Damit der Farbeindruck „schwarz“ entsteht, werden alle drei primären Pigmentfarben Cyan, Magenta und Gelb gemischt, im Idealfall wird kein Licht reflektiert und wir sehen die Farbe Schwarz.

Auf diesem Prinzip der subtraktiven Farbmischung basieren viele Druckverfahren und die Entwicklung von Farbfilmen.

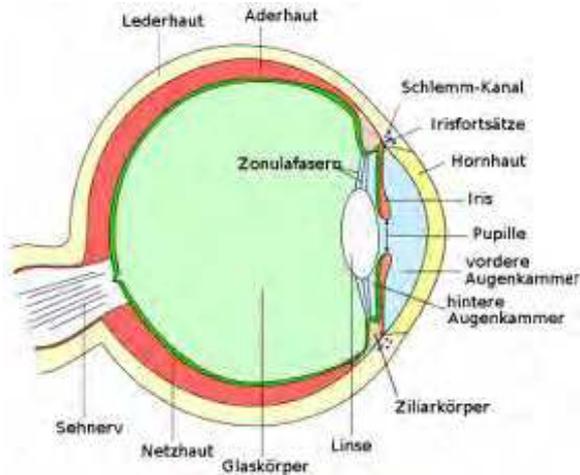
## Das Farbsehen beim Menschen

RAM-JANIK PETZOLD

### Aufbau des Auges

Für den Mensch ist das Auge eines der wichtigsten Sinnesorgane. Mit ihm kann er Licht,

also Wellenlängen zwischen ca. 380 bis 780 nm, wahrnehmen.



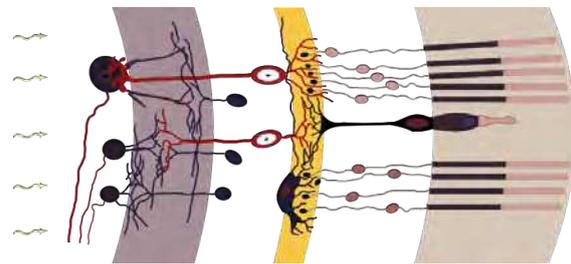
Aufbau des Auges<sup>5</sup>

### Sehvorgang

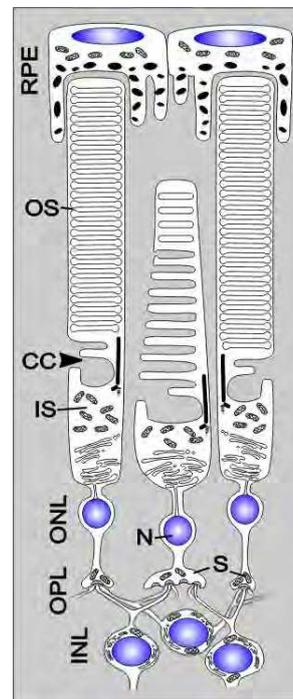
Damit wir einen Gegenstand sehen können, muss das Licht von ihm in unser Auge fallen. Nachdem das Licht durch die Hornhaut, die Linse und den Glaskörper gebrochen wurde entsteht ein umgekehrtes Bild auf der Netzhaut. Die Linse ist an Zonulafasern aufgehängt. Um das Bild scharf zu stellen, kann die Linse durch den Zilliarmuskel abgeflacht oder abgekugelt werden. Wenn wir in die Ferne sehen, ist der Muskel entspannt und die Linse abgeflacht. Betrachten wir Gegenstände aus der Nähe, spannt sich der Zilliarmuskel an, die Linsenbänder entspannen sich und die Linse kugelt sich ab. Sechs Muskeln um das Auge herum sorgen dafür, dass wir verschiedene Punkte in unserem Gesichtsfeld fixieren können. Die Iris, die sich vor der Linse befindet, reguliert den Lichteinfall und vergrößert oder verkleinert damit die Pupille. Bei hoher Lichtintensität verkleinert sich die Pupille, sodass nicht zu viel Licht ins Auge fällt. Wenn es dunkel ist, vergrößert sie sich, um möglichst viel Licht ins Auge zu lassen.

Das Licht, das auf die Netzhaut (*Retina*) fällt, dringt durch das neuronale Geflecht der Netzhaut und die Sehsinneszellen hindurch und nur das von der darauf folgenden Pigmentschicht

zurückreflektierte Licht wird von den Sehsinneszellen absorbiert. Bei ihnen unterscheidet man zwei Arten: Die **Stäbchen**, die für das Hell-Dunkelsehen und die **Zapfen**, die für das Farbsehen verantwortlich sind. Am gelben Fleck, der Stelle des schärfsten Sehens gibt es nur Zapfen. Zur Peripherie nimmt die Anzahl der Zapfen ab und im Verhältnis die Anzahl der Stäbchen zu. Dort, wo der Sehnerv das Auge verlässt, befinden sich keine Sehsinneszellen. Diese Stelle nennt man auch den blinden Fleck. Insgesamt gibt es in der Netzhaut etwa 125 Millionen Stäbchen und 6 Millionen Zapfen.



Die Netzhaut mit Sehsinneszellen<sup>6</sup>



Sehsinneszellen<sup>7</sup>

<sup>5</sup>aus Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Auge>

<sup>6</sup>aus Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Netzhaut>

<sup>7</sup>aus Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Netzhaut>

### Stäbchen:

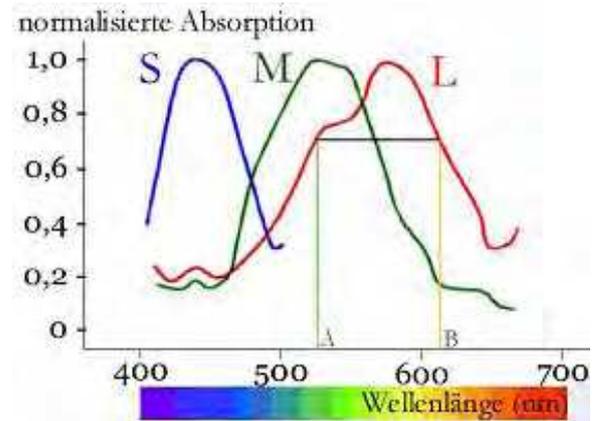
Die Stäbchen ermöglichen es uns auch im Dämmerlicht noch Gegenstände zu erkennen. Damit wir uns von Tageslichtsehen auf das Nachtsehen umgewöhnen können, benötigen wir eine halbe Stunde. Stäbchen sind etwas schlanker als Zapfen und enthalten einen Sehfärbstoff, der **Rhodopsin** oder Sehpurpur genannt wird, weil er Magentafarben ist. Sein Absorptionsmaximum liegt bei etwa 500 nm; also bei Grün – der Komplementärfarbe von Magenta. Da alle Stäbchen den gleichen Sehfärbstoff haben, können wir mit ihnen keine Farben wahrnehmen. Außerdem sind Zapfen, die unser Farbsehen bestimmen, bis zu 100 000 Fach weniger lichtempfindlich als Stäbchen. In Folge dessen können wir nachts, bei geringer Lichtintensität, keine Farben sehen. Um aber tatsächlich etwas wahrnehmen zu können, müssen mehrere Sinneszellen gleichzeitig an einer Stelle gereizt werden. Dies geschieht, wenn das von der Pigmentschicht zurückreflektierte Licht auf das in Membranen eingelagerte Rhodopsin fällt.

Ist eine Sehsinneszelle einmal belichtet worden, muss das Rhodopsin erst wieder nachgebildet werden. Zur Bildung dieses Sehfärbstoffs benötigen wir Opsin, der Proteinanteil, und vor allem Vitamin A. Deshalb sagt man Vitamin A (aus Karotten, usw.) stärken die Sehkraft. Um für diesen Generationsprozess Zeit zu haben sind die Augen ständig in unmerklicher Bewegung, damit nicht immer dieselben Sehzellen belichtet werden.

### Zapfen:

Bei Tageslichtsehen sind die Stäbchen vollständig gesättigt und unfähig Informationen über die Umwelt zu geben. Die weit weniger empfindlichen Zapfen sind aber voll aktiv. Es befinden sich drei verschiedene Zapfentypen in der Netzhaut. Je nach Sehfärbstoff sind deren Absorptionskurven leicht verschoben und überlappen sich teilweise.

Auf diese Weise können wir Farben von einander unterscheiden. Die blauempfindlichen Zapfen haben ihr Absorptionsmaximum im kurzwelligen Bereich (S-Zapfen). Die grünempfindlichen Zapfen haben ihr Absorptionsmaximum



Absorptionskurve der Zapfentyp<sup>8</sup>

im mittelwelligen, die rotempfindlichen im langwelligen Bereich (M- und L-Zapfen). Durch diese Verteilung des Spektrums auf die drei Zapfentypen ist die Additive Farbmischung, wie sie bei uns auftritt, zu erklären. So können wir zum Beispiel rot-grünes Mischlicht nicht von einem rein gelben Spektrallicht unterscheiden, da in beiden Fällen die M- und die L-Zapfen angesprochen werden. Das bedeutet, dass bei uns derselbe Farbeindruck entsteht, wenn eine reine Spektralfarbe oder deren Mischfarbe in unser Auge fällt.

### Netzhaut bis Gehirn:

Inzwischen geht man davon aus, dass die Signale der Zapfen nun nicht genau so zum Gehirn weitergeleitet werden, wie sie von den Zapfen ausgesendet werden. Trotz der Aufteilung des Spektrums in drei Wellenlängenbereiche, die von den Zapfen registriert werden können, besitzt der Mensch vier psychologische Farbkomponente. Paarweise ergeben sie Gegenfarben: Rot und Grün sowie Gelb und Blau. Ein drittes System, das Luminanz-System informiert über die Helligkeit und ergibt sich aus der Summe der Signale von Rot- und Grün-Zapfen. Das ist nötig, da die Stäbchen bei Tageslicht übersättigt sind, also keine Informationen über Hell-Dunkel geben können. Diese Farbverrechnung findet schon in der Netzhaut statt.

Alle gesammelten Informationen in der Netzhaut gelangen über den Sehnerv, der das Auge am blinden Fleck verlässt, durch elektrische Impulse und chemische Übertragung bei den Synapsen zur Sehrinde des Großhirns. Erst hier

<sup>8</sup>aus Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Farbwahrnehmung>

kommt es zum tatsächlichen Farbensehen.

# HIER STEHT NICHTS!

In diesem Fall können wir nur durch die Verarbeitung der Farbeindrücke und unseren Erfahrungswerten etwas lesen.

## Sehfehler

### Unschärfe:

Unscharfes Sehen kann zum einen durch die Verkrümmung der Hornhaut oder die Verformung des Augapfels zustande kommen, sodass also der Brennpunkt nicht mehr auf der Netzhaut liegt. Bei Kurzsichtigen liegt der Brennpunkt vor der Netzhaut, weil der Augapfel zu lang ist. Bei Weitsichtigkeit ist der Augapfel zu kurz und dadurch liegt der Brennpunkt hinter der Netzhaut. Die Kurzsichtigkeit kann durch eine Zerstreuungslinse, die Weitsichtigkeit durch eine Sammellinse ausgeglichen werden.

### Farbfehlsichtigkeit:

Wir Menschen sind Trichromaten, besitzen also drei verschiedene Zapfentypen, die je nach Wellenlänge des Lichts unterschiedlich gereizt werden und so alle Farben wahrnehmen können. Es kann aber vorkommen, dass ein oder mehrere dieser Zapfenarten ausfallen. Farbfehlsichtige können so bestimmte Wellenlängenbereiche nicht wahrnehmen oder sie legen sie anders aus. Man unterscheidet deshalb je nach dem welcher Zapfentyp fehlt. Bei der **Protanopie** (Rotblindheit) wird Rot nicht wahrgenommen da sich Rot- und Grün-Zapfen nicht mehr unterscheiden. Grünblinde sehen nur Farben von Gelb bis Blau, weil bei ihnen die Grün-Zapfen das Opsin für langwelliges rotes Licht enthalten. Zwischen Gelb und Blau sehen sie nur Grauabstufungen. Bei Blaublindheit wird Blau nicht wahrgenommen, weil die Blau-Zapfen schlicht weg fehlen.

## Farbensehen bei Tieren

FLORIAN SURE

### Wie kann man das Farbensehen bei Tieren erforschen?

Das Farbensehen von Tieren lässt sich auf unterschiedliche Weise erforschen. Man kann zum Beispiel eine Biene auf 2 verschiedene Gefäße fliegen lassen. In einem mit zum Beispiel blauer Farbe ist ein süßer Saft und im anderen, das beispielsweise gelb ist, nur Wasser. Lässt man die Biene nun fliegen, probiert sie aus beiden Behältern und fliegt wieder zurück. Wenn man nun die Flüssigkeiten umtauscht, sodass im gelben Becher nun der süße Saft ist und die Biene dann auf den blauen Becher fliegt, kann man darauf schließen, dass die Biene ihr Futter anhand der Farbe wiedererkennen wollte, d. h. die Biene kann Farben sehen und gelb und blau unterscheiden. Dieses Verhalten nennt sich Farbdressur und ist auch bei anderen Tieren möglich.

Außerdem kann man die Netzhaut bzw. die Sehfärbstoffe untersuchen (Absorptionsspektren aufnehmen o. Ä.).

### Farbensehen beim Hund

Der Hund hat im Unterschied zum Menschen nur 2 Zapfen, d. h. er ist **dichromatisch**. Seine Zapfen reagieren am stärksten bei gelbem und blauem Licht. Der Hund hat allerdings wenige Zapfen (ca. 1 Mio, vgl. Mensch 6 Mio). Dafür hat er viel mehr Stäbchen. Daraus kann man schließen, dass der Hund vor allem in der Dunkelheit oder in der Dämmerung sehr gut sehen kann und Farben weniger differenzieren kann.

### Farbensehen beim Fangschreckenkrebs

Der Fangschreckenkrebs ist ein Tier mit exzellentem Farbsehvermögen. Er hat bis zu ca. 100.000 Einzelaugen und 12 Zapfentypen, mit denen er über 100.000 verschiedene Farben erkennen kann, dazu gehört auch UV-Licht und zirkular polarisiertes Licht (s. o.). Der Fangschreckenkrebs sendet auch selbst polarisiertes

Licht aus und dies dient ihm als eine Art Geheimsprache unter Wasser.



Fangschreckenkrebs<sup>9</sup>

### Farbensehen bei der Honigbiene

Die Honigbiene hat 3 Punktaugen (unten im Bild mit Kreisen markiert) und 2 Fassettenaugen. Mit den Fassettenaugen kann die Biene die Polarisation des Lichtes erkennen, sodass sie sich besser orientieren kann. Die Honigbiene erkennt außerdem auch UV-Licht, da viele Blüten UV-Licht abstrahlen und die Biene die Blüten so besser findet.



Augen einer Honigbiene

### Praktikum: Schweineaugen sezieren

Um das menschliche Auge genauer zu verstehen muss man es untersuchen. Da es im Rahmen unseres Kurses nicht möglich war ein echtes Menschaugen zu sezieren, mussten wir uns mit Schweineaugen zufriedengeben. Wir haben mit Skalpell und Schere die Augen aufgeschnitten

und haben dann Glaskörper und Linse rausgeholt. Einige haben auch ein rechteckiges Loch hinten in das Schweineauge geschnitten.



Einfügen eines Sichtfensters in ein Schweineauge

Dadurch konnte man durch das Auge z. B. auf eine Kerze schauen und man sah sie spiegelverkehrt. Wir konnten dann auch die einzelnen Elemente des Auges betrachten, wie z. B. die Netzhaut. Obwohl man dabei natürlich nicht die einzelnen Zapfen und Stäbchen erkennen konnte, konnte man die Struktur der Netzhaut sehen und fühlen. Wir haben auch die Funktion der Linse getestet, indem wir sie über ein Blatt Papier mit Text gelegt haben und sie auch mal zusammengedrückt und auseinandergezogen haben und das Bild wurde dann mehr oder weniger scharf. In einem Wasserglas waren Linse und Glaskörper kaum zu erkennen, da sie den gleichen oder zumindest einen ähnlichen Brechungsindex wie Wasser haben. Das Schweineaugen-Sezieren war ein gelungenes Praktikum, bei dem niemand aus unserem Kurs aussteigen musste und auch wollte.

### Farben in der Natur

SOFIE KOBER

Farben haben sehr vielfältige Bedeutungen und Aufgaben in der Natur: Sie können der Warnung und Abschreckung, der Tarnung, der Werbung und der Kommunikation dienen. Farbstoffe werden unter anderem auch in Steuerfunktio-

<sup>9</sup>Autor: Claudia Loechte



Betrachten eines Gegenstandes abgebildet durch ein Schweineauge

nen und als „Energie-Sammler“ (Chlorophyll) verwendet. Auf diese Themenbereiche gingen wir näher ein:

**Tarnung** ist für viele Tiere von großem Nutzen. Entweder um sich vor Fressfeinden zu schützen oder selbst ein erfolgreicher Jäger zu sein. Viele Tiere tarnen sich, indem sie sich ihrer Umgebung anpassen, wie Eisbär und Wüstenfuchs. Schneehase und Hermelin wechseln ihre Farbe je nach Saison. Einige Tiere, zum Beispiel Tiger und Leopard, tarnen sich durch ihre Musterungen, die die Körperumrisse verschwinden lassen. Ähnlich ist es auch bei den Zebras. Ein Einzelnes wäre in der Steppe sofort zu erkennen, da sich die Farben gut vom Hintergrund abheben. Allerdings sind ihre Feinde verwirrt, wenn sie eine laufende Gruppe von Zebras sehen, weil die Streifen die Umrisse der einzelnen Zebras verschwinden lassen. Eine weitere Möglichkeit der Tarnung ist die **Mimese**. Dieser Begriff ist griechisch und bedeutet „täuschende Nachahmung“. Hierbei kopieren die Tiere leblose Teile ihrer Umgebung, wie Steine, Blätter, Äste, Kot, den Meeresboden etc. Sie werden

zwar nicht unsichtbar, sind aber nicht mehr zu erkennen. Selbst wenn Gefahr droht, fliehen sie nicht, bewegen sich wenig und verlassen sich auf ihre perfekte Tarnung. Ein sehr gutes und bekanntes Beispiel sind die Gespenstschrecken (u.a. „Wandelndes Blatt“). Sie tarnen sich als Laubblatt und wiegen sich sogar hin und her, um ein im Wind wehendes Blatt nachzuahmen.



Gespenstschrecke

Rot, Gelb und Orange in Kombination mit Schwarz sind die typischen Farben der **Warnung** in der Natur, selten auch grün. In der Regel warnen diese Farben vor Gift oder Unbekömmlichkeit.



Feuersalamander

**Mimikry**, bei der wehrlose, harmlose Tiere wehrhafte, gefährliche Tiere in Farbe, Form und Verhalten nachahmen hilft vielen vor dem Gefressenwerden. Im Laufe der Evolution veränderten die Tiere ihre Farben immer wieder und wurden weniger gefressen, wenn sie die

gleichen Warnfarben trugen wie ihre gefährlichen/wehrhaften Zeitgenossen. So täuschen die Schwebfliegen mit ihrer schwarz-gelben, wespenähnlichen Färbung ihren Feinden eine Gefährlichkeit vor, die sie gar nicht besitzen. Im Tierreich fixieren Räuber ihre Beute oftmals vor dem Angriff. Augen und augenähnliche Muster haben auf viele Tiere also auch eine abschreckende Wirkung. Daher sind die sogenannten Augenflecke meist bei wehrlosen Tieren, wie bei Schmetterlingen oder Raupen anzutreffen. Einige Jäger verwenden auch Mimikry und Mimese gleichzeitig, wie zum Beispiel der Seeteufel: Einerseits tarnt er sich selbst, andererseits lockt er mit seinem Äußeren kleinere Fische an. Er hat ein wurmähnliches Anhängsel, das er hin und her baumeln lässt. Andere Fische halten es für etwas Essbares und wollen es verspeisen. Sobald sie nah genug sind, frisst der Seeteufel sie.

Bei der **Partnerwerbung** sind viele Tiere in prächtige Farbkleider gehüllt, denn häufig gilt je kräftiger die Farben, desto höher die Fitness und Gesundheit und desto größere Chancen auf einen Partner! Sehr schön kann man dies bei vielen Vögeln oder beim Lachs beobachten, der zur Paarungszeit rötlich wird. Manche Echsen nutzen ihre Farben auch um Rivalen abzuschrecken.

Blumen nutzen oft schillernde Farben, um ihre Bestäuber anzulocken. Dies war aber nicht immer so, denn **Blumen** wurden erst vor ca. 130 Mio. Jahren bunt. Davor wurden sie vom Wind bestäubt. Seither dient die Vielfalt von

Farbtönen der Kommunikation zwischen Pflanze und Bestäuber. Da die Pflanzen auf ihre Bestäuber angewiesen sind, spezialisierten sie sich und ihre Blütenfarbe wurde dem Farbsehvermögen der jeweiligen Hauptbestäuber angepasst. So sind Blüten eher rot, wenn sie von Vögeln und Schmetterlingen bestäubt werden, Blau bei Hummeln und haben Anteile von Ultraviolett bei Bienen und Hummeln. Zusätzlich ist die Blütenmitte oftmals besonders kräftig gefärbt, damit die Bestäuber schneller die Nahrungsquelle finden. Die häufigsten Blütenfarben sind Rot, Weiß, Blau, Gelb und Violett. Zur Bildung dieser Farbstoffe verwenden Pflanzen nur eine relativ geringe Anzahl von Verbindungen.



Chamäleon

So sind für rote, blaue und violette Farbtöne meistens Anthocyane und Anthocyanine verantwortlich. Für gelbe und orangene Blüten sorgen Carotinoide und/oder Flavone. Viele weiße Blüten sind nicht nur einfach farblos, sondern besitzen, wenn auch für das menschliche Auge unsichtbare, Anteile von Ultraviolett, die verschiedenen Insekten den Eingang zur Nahrungsquelle zeigen. Dunkle Farbtöne, wie zum Beispiel die des Hundsvilchens, entstehen wenn mehrere verschiedene Farbzellentypen übereinander liegen. Manche Pflanzen haben lackartige Glanzeffekte, die entweder durch Einlagerung von Öltröpfchen im Abschlussgewebe oder durch oberflächliche Wachsschichten und Interferenz (siehe Beugung und Interferenz) entstehen. Obwohl fast alle Pflanzenfarbstoffe zu den sekundären Pflanzenstoffen gehören, da sie weder eine Funktion im Zellwachstum, noch im Stoffwechsel haben, sind sie trotzdem enorm wichtig für die Fortpflanzung der Pflanze.

**Chlorophyll** dagegen ist beim Stoffwechsel einer Pflanze beteiligt. Es ist der Katalysator der

Fotosynthese, bei der aus  $CO_2$  und  $H_2O$  mit der Energie des Sonnenlichts Zucker und  $O_2$  entstehen. Den Sauerstoff gibt die Pflanze als „Abfallprodukt“ ab und wird durch unser Atmen wieder in Kohlenstoffdioxid umgewandelt.

### Farbwechsel

Es gibt nicht immer eine klare Abgrenzung zwischen Mimikry und Mimese, sowie zwischen Tarnung, Warnung und Partnerwerbung. Einige Tiere verwenden den Farbwechsel um alle „Farbaufgaben“ zu nutzen. So zum Beispiel beim **Chamäleon** oder beim Tintenfisch:

Früher dachte man, das Chamäleon wechsele seine Farbe, um sich der Umgebung anzupassen und sich somit in der freien Natur perfekt zu tarnen. Man dachte auch, dass es jede Farbe annehmen kann. Heute aber weiß man, dass das nicht stimmt und der Farbwechsel hauptsächlich der Kommunikation dient. So können Chamäleons mit bestimmten Färbungen Gefühlszustände wie Hunger oder Sätttheit, Partnersignale, Ruhebedürfnis, Unterlegenheit, Warnsignale usw. ausdrücken. Bei Angst und als Zeichen der Unterlegenheit werden die meisten Chamäleons grau, bei Stress nehmen sie helle Töne an, bei der Partnerwerbung leuchten sie in ihren buntesten Farben und bei Angriffslust präsentieren sie sich in einem kräftigen, roten Farbkleid.

Die Chamäleons haben keinen bewussten Einfluss auf ihren Farbwechsel; er wird hormonell bzw. durch Nervenreize gesteuert. Der Farbwechsel funktioniert folgendermaßen: In der Unterhaut eines Chamäleons liegen zwei Farbzellentypen übereinander. Die unteren Farbzellen sind Iridocyten, auch Flitterzellen genannt. Diese enthalten kleine Guaninplättchen. Guanin ist eigentlich farblos. Erst durch Interferenz an den Grenzflächen der dünnen Plättchen entfaltet sich die Farbwirkung. Über den Flitterzellen liegen die farbpigmenthaltigen Zellen, die Chromatophoren. Die Farbpigmente sind entweder über die ganze Zelle verteilt oder in bestimmten Bereichen konzentriert. An den Chromatophoren sind radial Muskelstränge angeheftet. Wenn das Chamäleon auf Nervenreize reagiert, ziehen sich die Muskelstränge zusammen und die elastischen Pigmentsäckchen werden gedehnt. Dabei breiten sich die Pigmentfarbstoffe aus

und werden mithilfe von Flitterzellen sichtbar.

Auch **Tintenfische** können ihre Farbe wechseln. Sie besitzen kugelförmige, mit Melanin gefüllte, Chromatophoren. Mit Hilfe der Farbzellen können sie sich tarnen oder ihre Stimmung ausdrücken. An diese greifen fünf Muskelstränge an, die die Zelle in erregtem Zustand auseinander ziehen. Es ist ein Farbfleck auf der Haut erkennbar. Zusätzlich sind in der Haut der Tintenfische Spiegelzellen eingelagert, die die Umgebungsfarbe reflektieren.

**Schmetterlinge** sind wohl die buntesten und schillerndsten Wesen der Natur. Diese Farbenpracht haben sie den Schuppen auf ihren Flügeln zu verdanken, die Chromatophoren enthalten. Durch Anordnung und innere Struktur pigmentloser Zellen nutzen die Schmetterlinge viele optische Effekte, wie Brechung, Streuung, Reflexion, Absorption und Interferenz.



Tagpfauenauge

## Psychologie und Manipulation

KONSTANTIN SASSE

„Das Leben ist bunt“ – denn wir sehen Farben und nehmen sie überall wahr. Sie sind für den farbsichtigen Menschen allgegenwärtig und selbstverständlich. Man kann sich eine Welt ohne Farberlebnisse kaum vorstellen, da wir Farben schon seit der Geburt an wahrnehmen und mit unserem Erleben, unseren Erfahrungen, abspeichern. So beeinflussen Farben unsere Gefühle, rufen Erinnerungen wach und halten für uns eine bunte Vielfalt des Sehens im Gehirn bereit. Demzufolge bestimmen Farben unser

Leben, denn sie können nur im dunklen Raum für unsere Augen ausgeblendet werden, nicht in unserem Gedächtnis. Dies wird besonders deutlich, wenn man versucht, sich ein Leben ohne Farben vorzustellen. Dann geht es dem Denkenden so, dass er das, was er ausblenden will in den Vordergrund rückt: er wird Farben sehen – nicht nur schwarz, weiß und grau. Also werden wir in gewisser oder besonderer Weise durch Farben bestimmt.

Betrachten wir das Angebot der Farbenvielfalt in der Natur. Ihre Fülle erleben wir zu allen Jahreszeiten. Das Spannungsfeld liegt dabei in ihren unterschiedlichsten Wirkungsweisen ihrer Farbüberzüge. Hier sei das Drohen oder Werben mit Farbe, das Anlocken oder das Schocken mit Farbflecken genannt. Beeindruckend ist auch, das geschickte Tarnen durch scheinbare Anpassung des Farbenkleides in der Natur.

Greifen wir zu einigen Beispielen aus der Natur (siehe Artikel Farben in der Natur).

Farben und ihre Signale bzw. ihre bedeutungsvolle Wirkung sind nicht nur in der Natur zu finden, sondern wir Menschen verwenden ebenfalls Farben, um eine Wirkung zu erzielen. Auch hier gibt es eine Vielzahl von Beispielen zu nennen. Zur Warnung benutzen wir gerne die rote Signalfarbe: rote Warnschilder (STOP), rotes Licht vor dem OP-Saal, roter Punkt für Heißwasser ... Die Tarnfarben finden wir bei der Bundeswehr, auch hier sollen die Erdfarben das Leben schützen. Bei uns greifen Frauen zu einem wohldurchdachten Farbenmix bei ihrer Kleidung, um bei der Partnerwerbung gesehen zu werden. Der rote Lippenstift und Nagellack als Signalfarben sind besonders auffällig und sorgen für Hingucker. So dienen Farben auch der indirekten Kommunikation. In unserer Kultur verstehen wir unsere Absichten durch Kleidungsfarben: die Schwarze Kleidung zur Beerdigung als Zeichen der Trauer oder der dunkle Anzug für Seriosität, Bunt jedoch zum Anlass der Freude wie an Sommertagen oder an Fastnacht, das weiße Kleid zur Hochzeit oder zur Taufe, um die Reinheit zu symbolisieren, das Positive auszudrücken. Doch gibt es auch hier Unterschiede in den Kulturen. Zum Beispiel trägt man in Indien zur Beerdigung Weiß. Unter Modefachleuten wird jedes Jahr eine Mo-

defarbe für Verkaufszwecke kreiert (2001 war es schwarz). Ferner hat man bei Untersuchungen festgestellt, dass im Bezug auf andere Farben die Farbe Gelb weniger benutzt wird, da sie hier in Europa mit negativen Eigenschaften verbunden wird, wie z. B. der Judensterne oder gelb als Farbe der Randgruppen und der Kranken.

Wichtig zu wissen, dass wir auch immer von einer persönlichen Wahrnehmung bei Farben sprechen müssen. Wenn der Blick auf eine Farbe fällt, wirkt diese in zwei unterschiedlichen Arten. Zunächst die direkte oder kurzfristige Art, so zu sagen der erste Eindruck einer Farbe. Dort gilt zu unterscheiden ob die Farbe einem warm oder kalt, leicht oder schwer, aggressiv oder beruhigend vorkommt.

Die andere Art ist die langfristige Wirkung der Farbe. Von Langfristigkeit spricht man, wenn man z. B. in einem Büro arbeitet und dieses in gräulichen Tönen gestrichen ist, so ist nachgewiesen, dass dort die Stimmung zu sinken beginnt und man schlechte Laune bekommt. Um dieser Erkenntnis Bedeutung zu geben, ist es nicht egal, in welcher Farbe Schulräume, Wohnräume, Kindergärten etc. gestrichen werden.

In jeder Kultur ordnet man Farben bestimmte Eigenschaften zu. In jedem Menschen gibt es wiederum ein generelles, innewohnendes, kollektives Muster von Farbbedeutungen, was jeder in sich trägt, egal wo er auf dieser Welt lebt. So soll die Farbe Rot bei allen Menschen gleichermaßen erregend wirken. Die Farbe Rot bedeutet zum Beispiel auch Feuer. Das Feuer ist heiß also muss man bei der Farbe Rot achtsam sein, damit man sich keine Schmerzen zufügt. Da das Feuer überall auf der Welt bekannt ist, hat jeder das Muster dieser Erfahrung verinnerlicht. Doch gibt es auch manche kulturelle Abweichungen. Die Wüstenbewohner verknüpfen schlechte „heiße“ Erfahrungen mit dem gelben heißen Sand und der gelben Sonne, im Gegensatz dazu haben die Bewohner, die selten sonniges Wetter haben, sehr gute Erinnerungen und das Gelb weckt in ihnen die Freude. Oder die Farbe gelb als Farbe der Kaiser in China und in Europa ist es die Farbe der Randgruppen. Auf die Frage „Welche Farbe hat die Liebe?“ heißt die häufigste Antwort „rot“.



Waschmittelverpackungen Ariel und Persil

man wird gelb vor Neid und man ist blau, wenn man zu viel getrunken hat.

Diese spezifischen Eigenschaften von Farben lassen sich als die Lieblingsfarben auf die Menschen übertragen.

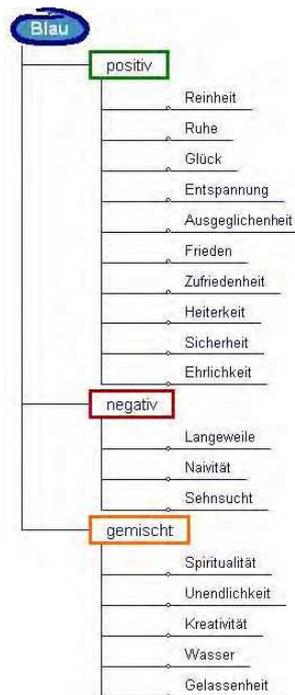
Ordnet man nun bestimmte Farben in seiner Lieblingsreihenfolge an, dann bekommt man einen Eindruck über seine Einstellung zum Leben, seine Vorzüge, seine Begabungen usw. Manche Firmen lassen einen Farbentest auch von ihren Bewerbern absolvieren. Er bringt Auskunft über Willenskraft, Durchzugsvermögen oder Motivation. Der berühmteste dieser Art Test kommt von Herrn Lüscher und ist im Internet unter google.de und Lüscherfarbentest zu finden – einfach mal ausprobieren um neue Seiten von sich selber kennenzulernen.

Da Farben immer vorhanden sind, haben sie auf uns einen großen Einfluss. Deshalb lassen sich die Menschen durch sie manipulieren. Diese Manipulation funktioniert nur, weil wir von Geburt an Farben/Farbeindrücke sammeln und sie im Gedächtnis speichern. Durch den permanenten Kontakt mit ihnen ist das nicht verhindert. Im Laufe der Zeit werden dann Emotio-

nen, Situationen und Erfahrungen im Unterbewusstsein mit verschiedenen Farben verknüpft. Diese Erfahrungen werden wieder hervorgerufen, wenn man der Farbe erneut begegnet und es ergibt sich eine unbewusste Reaktion, die das Denken, Fühlen und Handeln beeinflusst bzw. manipuliert. Die Werbung macht sich dieses Erkenntnis zur Nutze, um gezielt Menschen zu manipulieren. Das funktioniert eben nur, weil wir Farben mit Eigenschaften assoziieren.

Die Waschmittel Werbung ist ein sehr eindeutiges Beispiel. Beide Verpackungen weisen dieselben Farben auf. Zuerst fällt einem der Produktname ins Auge, dies geschieht weil wir rot als Signalfarbe erkennen und ihr deshalb mit erhöhter Aufmerksamkeit begegnen. Die zentralen Farben sind weiß und ein grün, das sich in gelb verläuft. Diese Farbkombination erweckt ein Gefühl von Sauberkeit. Auch das in Teilen vertretene Blau vermittelt dies. Das Produkt wirkt mit den Farben zweckgerichtet. Man erkennt, dass die Farbkombinationen Eigenschaften besitzen, die uns zum Kauf anregen. Ein weiteres sehr eindeutiges Beispiel ist dieses Logo.

Die direkte Wirkung des Originals ist warm



Lesezeichen der Farbe Blau

und anziehend. Das helle Grün des etwas anderen Logos verbinden wir schon seit Urzeiten mit eher unreifen Früchten. Ebenso hat die Farbe dunkelblau und schwarz nicht mit Essen zu tun. Die roten und gelben Töne des originalen Logos verbinden wir dagegen mit den reifen Früchten. Die Farben lassen uns sofort an Essen denken, regen den Speichelfluss an und der potenzielle Kunde bekommt Hunger. Diese Farben sind nicht zufällig gewählt, denn andere Firmen verwenden dieselben Farbtöne. (so wie Burger King oder Langnese)

Ein anderes Beispiel sind die Kreidetafeln in der Schule. Sie sind in allen Schulen durchgehend in dunkel grünen Farbtönen. Als diese Farbe gewählt wurde, standen noch schwarz und rot neben dem Grün zur Auswahl. Der Kontrast ist mit Schwarz am besten, jedoch wirkt Schwarz sehr trist und ist die Farbe der Trauer. Rot und Grün waren im Kontrast relativ gleichwertig, doch die rote Farbe macht bei einem 8 Stunden Schultag eher aggressiv. Deshalb hat man sich für das beruhigende Grün entschieden.

Einer der gängigen verwendeten Kennfarben ist das Postgelb. Gut in der Stadt sichtbar, wusste jeder wo die Post eingeworfen werden musste. Ein positives Beispiel, wie Farbe uns führt.



MCs

Dies ist nur ein kleiner Ausschnitt von Beispielen aus dem täglichen Leben. Vielleicht gehen wir mal aufmerksamer zum Einkaufen oder durch den Wohnort und stellen so manche Farbgestaltung und seine Wirkung bewusster fest.

Moderne Psychologen und Farbtherapeuten sagen, dass sich niemand der Wirkung von Farben entziehen kann. Farben besitzen Macht, mit denen wir Menschen in positiver oder in negativer Weise in Beziehung treten. So können wir auch verstehen, dass Farbtherapien zu Heilungsprozessen angewandt werden oder warum wir Farben ablehnen oder bevorzugen.

Abschließen möchte ich mit dem Zitat eines Kunstpädagogen:

„Farbe ist das Leben, denn eine Welt ohne Farben erscheint wie tot. Das Wesen der Farbe ist traumhaftes Klingen, ein Musik gewordenes Licht.“

Kunstpädagoge Johannes Itten (1888-1967)

In den zwei Wochen Akademiezeit hat man nur wenig Zeit, um sich in der Tiefe mit der Psychologie der Farben zu beschäftigen, denn die Farbenwelt und ihre Wirkung auf den Menschen wird immer so komplex sein, wie das Individuum selber, eine Herausforderung für den Forscher.

## Farbmittel

SARAH NILL

Für den Laien sind alle färbenden Stoffe Farbstoffe. So ist es aber nicht. Die Fachwelt defi-

niert den „Farbstoff“ aber enger, nämlich als ein „Farbmittel“.

Bis zur industriellen Herstellung großer Mengen synthetischer Farbstoffe ab Mitte des 19. Jahrhunderts schränkten Verfügbarkeit und Kosten die Nutzung von Farben ein. Man konnte bis dahin Farbstoffe nur aus Pflanzen, Tieren, Mineralien und Erden herstellen. Zu Zeiten der Höhlenmalerei vor 35 000 Jahren wurden die Farbmittel aus Erde und Mineral gewonnen, deswegen erhielt man auch nur rot, schwarz, grau und gelb Töne.



Höhlenmalerei

Später erlernte man weitere natürliche Farbmittel herzustellen. Einer davon war zum Beispiel Indigo, der aus einer Pflanze gewonnen wird. Er ist einer der ältesten und wichtigsten Textilfarbstoffe und wird aus der Indigoferapflanze (tropisch) oder dem einheimischen Färberwaid gewonnen.

Das Farbmittel Indigo wird auch Waid- oder Stahlblau genannt und dient zur Jeansfärbung oder auch als Holzschutzmittel. 1897 gelang es dem deutschen Chemiker Adolf v. Baeyer das Indigoblau zu synthetisieren und dies war der Beginn des Siegeszuges der „Blue Jeans“. Seither produziert der deutsche Chemiekonzern BASF große Mengen davon. Jährlich werden rund 17 000 t des synthetischen Indigos hergestellt und davon allein 10% in der BASF. Nun haben wir in unserem Kurs selbst auch einmal eine kleine Attrappe von Baumwolljeans gefärbt. Zuerst mussten wir eine Küpe herstellen d. h. wir haben in ein Becherglas ein wenig Indigopulver mit einem Schluck Brenn-



Färberwaid

spiritus gegeben. Danach haben wir dies mit etwas heißem Wasser aufgefüllt. Zum Schluss kam noch ein klein wenig von dem Reduktionsmittel Dithionit dazu. Dieses brauchte man, weil Indigo nur im reduzierten Zustand wasserlöslich ist und an Baumwollfasern haftet. Diese Küpe sah nun gar nicht blau sondern eher grün aus. Zum Färben wurde die Baumwolljeans in das Becherglas mit der Küpe gelegt. Nun musste man ein paar Minuten warten um dann die Jeans herauszunehmen. Diese war nun immer noch nicht richtig blau, denn erst durch das Oxidieren an der Luft bekamen wir eine richtig blaue Jeans. Die Jeans war nun licht- und waschfest gefärbt.

Desweiteren beschäftigten wir uns mit natürlichen Farbmitteln aus Tieren. Da fällt jedem natürlich sofort die Purpurschnecke ein. Jedoch gibt es auch noch ein Farbmittel, das uns jeden Tag fast in den Lebensmitteln gegenübertritt. Nämlich das Cochenille rot. Das Farbmittel wird nur aus den Eiern und dem toten Körper der weiblichen Cochenille-Läuse gewonnen. Diese sind ungefähr so groß wie ein Streichholzkopf.



Selbstgefärbte Jeans

Meistens ist das rot von unseren Lebensmitteln von den Läusen, weil es der einzig, natürlich hergestellte Farbstoff aus einem Tier ist, der in Deutschland als Lebensmittelfarbstoff zugelassen ist. Man findet ihn wieder in M&M's, Campari, Gummibärchen und noch vielem mehr. Natürlich wollten wir dieses Farbmittel auch selber herstellen. Zuerst mussten Läuse klein gemörsert werden, um sie danach in schwefelsaurem Wasser aufzukochen. Dies war jedoch gleich einmal gar nicht so leicht ohne dass alles überkochte. Danach wurde etwas Kalk dazu gemischt und dann gefiltert. Dies mussten wir dann aber erst einmal über Nacht stehen lassen. Für das zu färbende Seidentuch brauchten wir dann auch noch eine Beize. Die Beizionen (z. B.  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ , ...) behandelten die Seide so, dass sie am folgenden Tag sofort in den Farbstoff gegeben werden konnte und die Farbe gut annahm. Diesen Vorgang verkürzten wir, indem wir das Becherglas mit der Seide kurz auf  $70^{\circ}C$  erhitzen. Danach mussten wir die Seide nur noch gründlich mit Wasser auswaschen und dann trocknen. Als Ergebnis bekamen wir wunderschöne rot bis pinkfarbene Seidentücher.

Leider hat in unsrem Farbkurs die Zeit nicht mehr gereicht, um die vielen synthetisch hergestellten Farbstoffe zu besprechen. Fast alle Farbstoffe, die wir heute einsetzen, werden von der chemischen Industrie synthetisch hergestellt. Dies ist viel kostengünstiger und die Farben sind leichter anwendbar. Früher hatte man nur ein beschränktes Farbspektrum und



Cochinilleläuse

man konnte die Farbstoffe nur umständlich und in begrenzten Mengen herstellen. Die Färbverfahren waren dazu noch sehr aufwendig und man erhielt häufig nur blasser Farben. Ab dem 19. Jahrhundert gelingt es Farbstoffchemikern preiswerte, natürliche Farbstoffe in größeren Mengen zu erlangen. Nun hatte man auch eine große Vielzahl leuchtender und lichtbeständiger Farben. Heute kann die chemische Industrie weit über 100 000 verschiedene synthetische Farbstoffe aufweisen, jedoch werden nur 7000 wirklich benutzt und 500 in größeren Mengen hergestellt.

## Lumineszenz

THOMAS WIESNER

Wir hatten einen Schwerpunkt unseres Kurses auf das Thema Lumineszenz gelegt, ein Phänomen, das jeder auch aus dem Alltag kennt: Leuchtsterne, Glühwürmchen, Tiefseequallen, Uhrzifferblätter, Knicklichter – sogar gentechnisch veränderte Fische und Mäuse lumineszieren.

<sup>10</sup>aus Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Leuchtkäfer>



Selbstgefärbtes Seidentuch

Man unterscheidet dabei zwischen Fluoreszenz und Phosphoreszenz. Bei Fluoreszenz (wie beim Fluorescein oder Textmarkern) wird die aufgenommene Energie sofort wieder abgegeben, was heißt, dass man kontinuierlich Energie hinzugeben müsste um die Fluoreszenz aufrecht zu erhalten. Die Phosphoreszenz speichert die Energie eine Weile und gibt sie über einen längeren Zeitraum langsam wieder ab, wie z. B. in Uhren oder Leuchtsternen.

Es gibt viele verschiedene Arten von Lumineszenz, die häufigsten zwei sind die Fotolumineszenz und die Chemolumineszenz, welche auch sehr nahe an der Biolumineszenz liegt. Mit diesen haben wir uns näher befasst.

Fotolumineszenz kommt durch Lichteinstrahlung zustande. Das Licht wird vom lumineszierenden Körper umgewandelt (z. B. wandeln manche Körper UV-Licht in für uns sichtbares Licht um) und gibt das Licht in anderen Intensitäten und Wellenlängen wieder ab, was vom Stoff abhängt. Die Fotolumineszenz wird in der Gentechnik in Form eines Marker-Gens zum Überprüfen ob ein Gentransfer geglückt ist, aber auch in Leuchtsternen zum Vergnügen ausgenutzt.

Chemolumineszenz kommt durch chemische Reaktionen zustande, die die entstehende Energie nicht in Form von Wärme sondern fast ausschließlich in Form von Licht abgeben. Das ist der Grund, aus dem man Lumineszenz auch als „kaltes Licht“ bezeichnet. Die Chemolumineszenz wird in der Kriminalistik zum Nachweisen von Blut eingesetzt, durch den Luminolversuch



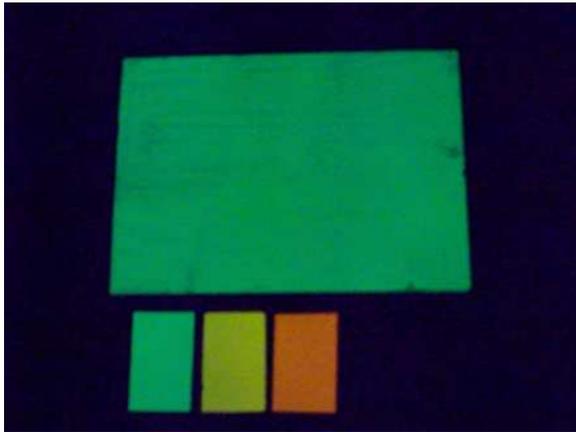
Glühwürmchen<sup>10</sup>

(der bei der Endpräsentation der Farbengruppe gezeigt wurde), sowie in den Knicklichtern, wobei ein Farbstoff die Lichtfarbe beeinflusst.

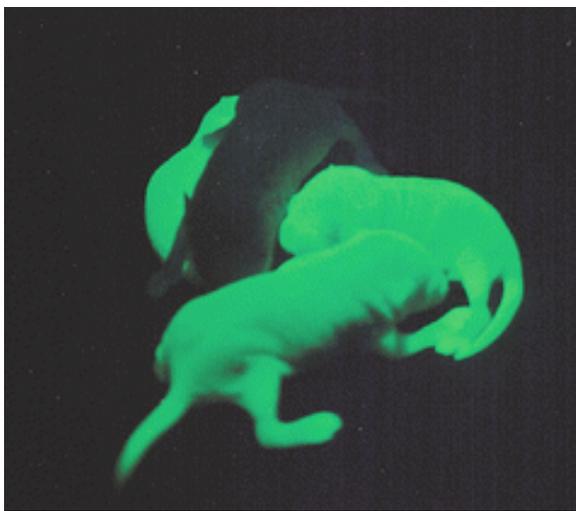
Die Biolumineszenz wird hauptsächlich mit 2 verschiedenen Systemen ausgelöst. Einerseits durch den Luciferin-Luciferase Vorgang, bei dem Luciferin durch das Luciferase-Enzym oxidiert wird und beim Übergang zurück in den Grundzustand ein Photon abgibt, andererseits in Bakterien, in denen auf einen Reiz hin eine Reaktion mithilfe eines Proteins und Wasserstoffperoxid katalysiert wird, die das Licht aussendet. Die Methode der Bakterien ist zwar nicht so effektiv wie das der höheren Lebewesen, kam aber schon Millionen von Jahren früher in der Evolution vor.

Es stellt sich dann doch immer wieder die Frage, wie die Lumineszenz funktioniert. Vereinfacht kann man es mit folgendem Modell beschreiben:

Ein Elektron wird in einer Atomhülle vom Weg um den Atomkern abgebracht und zwar durch Energie, deren Form von der Art der Lumi-



Lumineszierende Notizzettel



Mäuse nach Genversuch im UV-Licht

neszenz abhängt (wenn es Fotolumineszenz ist, Energie in Form von Licht, bei Chemolumineszenz chemische Reaktionsenergie, bei Elektrolumineszenz Energie in Form von elektrischem Strom, etc.). Das Elektron entfernt sich ein wenig vom Kern, d. h. es begibt sich in einen höheren Energiezustand. Beim Weg zurück in den Normalzustand gibt es die aufgenommene Energie in unterschiedlichen Stufen ab. Je größer der Energiesprung, desto energiereicher und somit kurzweiliger ist das Licht, das freigegeben wird. Das Elektron muss nicht nur in einer Stufe in den Ausgangszustand „zurückspringen“, es können auch mehrere sein, wodurch die Farbänderung des freigegebenen Lichts im Gegensatz zum evtl. zum Anstrahlen benutzten Licht zustande kommt (in diesem Fall wäre es eine Fotolumineszenz).



Chemolumineszenz

Ein Beispiel wäre:

Fluorescein wird mit einer UV-Lampe bestrahlt und fängt an, gelb zu leuchten.

Wir sehen das UV-Licht nicht, jedoch macht es das Fluorescein für uns sichtbar. Das Licht „stößt“ Elektronen innerhalb der Flüssigkeit aus ihren Bahnen und diese geben ihre Energie in Stufen und damit in Wellenlängen wieder ab, die in unserem Auge zu einem Gelb zusammengefügt werden.

## Exkursion zu BASF

ANNELIE SCHÖN UND LUIZA MATTOSO

Am 7. September 2009 hat unser Farbenkurs eine Exkursion zur BASF mit dem Schwerpunkt Effektpigmente gemacht.

Weil wir einen langen Anfahrtsweg mit der S-Bahn hatten und wir sehr früh aufstehen mussten, kamen wir recht müde am Tor 5 der BASF an, wo uns Frau Seefeldt abholte. Unsere Müdigkeit verflog aber sofort als wir erfuhren, dass wir „geheime“ Informationen der BASF erhalten würden. Wir durften zum Beispiel auf dem ganzen Gelände keine Fotos schießen oder mit unseren Informationen zu Konkurrenten gehen.

Das Besprechungszimmer war ziemlich komfortabel eingerichtet und wir wurden mit Getränken und Keksen versorgt. Frau Seefeldt hat

uns den groben Tagesablauf geschildert und danach haben wir endlich erfahren was BASF bedeutet. Diese Information hatten wir schon im Internet gesucht und nicht finden können.

BASF bedeutete ursprünglich „Badische Anilin und Soda Fabrik“ und ist das weltweit führende Chemieunternehmen. Im Laufe der Globalisierung hat sich man den Untertitel „The Chemical Company“ zugelegt. Allein in Ludwigshafen arbeiten 30% aller Mitarbeiter weltweit.

Zu den bekannten Produkten gehören Sportböden, Baumaterial, verschiedene Kraftstoffe und der Superabsorber in Windeln.

Nachdem wir diese und weitere allgemeine Informationen erhalten hatten, haben wir zusammen eine Einteilung zu den Farbmitteln erstellt. Dabei unterscheidet man zunächst zwischen unlöslichen Pigmenten und in einem bestimmten Medium löslichen Farbstoffen. Die Pigmente unterteilt man wieder in transparente und deckende Pigmente. Bei transparenten Pigmenten geht ein Teil des Lichts durch den Stoff, während bei deckenden Pigmenten das Licht vollständig reflektiert und absorbiert wird.

Eine besondere Art von Pigmenten sind die Effektpigmente. Die Effektpigmente findet man auf sehr vielen Produkten zum Beispiel in Autolacken, auf Shampooflaschen und auf vielen anderen Kosmetikprodukten, aber auch auf Kinderspielzeug.

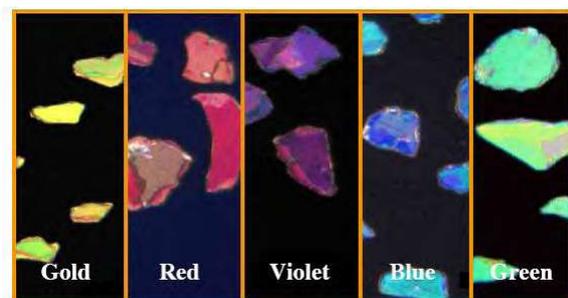
Ein Effektpigment besteht beispielsweise aus einem Glimmerplättchen, das mit Metalloxid beschichtet wird, damit es sichtbar ist. Die Beschichtung ist sehr dünn, nämlich nur 70-140 Nanometer dick. Solche Schichtdicken erreicht man durch besondere chemische Prozesse. Da diese Prozesse aber Betriebsgeheimnisse der BASF sind, konnte uns Frau Seefeldt hierzu keine genaueren Angaben machen.

Durch die unterschiedliche Schichtdicke und den Betrachtungswinkel lassen sich die Farbeffekte steuern (siehe Interferenz). Um optimale Verhältnisse zu schaffen, werden die Glimmerplättchen mehrfach und mit unterschiedlichen Pigmenten beschichtet.

Es blieb aber nicht nur bei der Theorie. Nach einem kleinen Imbiss hatten wir die Gelegenheit, eine Führung im Labor zu machen. Zu-

erst haben wir erfahren, wie man Pigmentplättchen aus Kunststoff herstellt: Zunächst wird der Kunststoff im Extruder verarbeitet, dann wird Granulat eingefüllt und die Schmelze mit Gas unter Druck aufgepustet, sodass Folien oder Hohlformen entstehen. Danach kommt der Kunststoff in die Spritzgussmaschine, wird dort zu einer bestimmten Form geschmolzen und anschließend mit normalen Pigmenten oder Effektpigmenten gefärbt.

Um zu testen ob der Lack wetterbeständig ist, bestrahlt man lackierte Gegenstände einige Zeit lang mit UV-Licht. Je weniger sie sich entfärben, desto besser ist der Lack. Später durften wir auch selbst einen Basis-Lack auf schwarzem und weißem Blech auftragen. Auf dem weißen Blech glitzert der Lack nicht so wie auf dem schwarzen. Das liegt daran, dass Weiß das Licht reflektiert und somit die Effektpigmente überstrahlt und Schwarz das Licht absorbiert und daher die Effektpigmente gut sichtbar sind. Die Teilchen der Effektpigmente nennt man Borosilikat. Diese spielen eine große Rolle beim Glanz der Effektpigmente: Je größer ein Teilchen ist, desto besser kann es das einfallende Licht reflektieren und desto stärker schimmert es. Die kleinen Teilchen streuen das Licht und schimmern deshalb kaum. Zum Schluss haben wir noch ein Effektpigment unter dem Mikroskop betrachtet.



Transparente Effektpigmente in unterschiedlichen Schichtdicken von Titandioxid.<sup>11</sup>

Dann war die Führung im Labor zu Ende, und wir fuhren zu einer anderen Abteilung der BASF. Nachdem wir das Gebäude gewechselt und einen kurzen Einleitungsfilm, in dem nochmals die Sicherheitsvorkehrungen erwähnt wurden, gesehen hatten, wurden wir mit dem

<sup>11</sup>Bild: BASF

Bus durch die Straßen der BASF geführt. Uns wurde etwas über die Geschichte erzählt, und die zahlreichen Gebäude wurden beim Vorbeifahren erklärt.

Die BASF ist mit ihren 11 km<sup>2</sup>, das entspricht dreimal der Fläche Monacos, das größte Chemieareal weltweit. Die Firma wurde 1865 als Farbenfabrik gegründet und besitzt heute eine Vielzahl von Produktionsstätten. Das „A“ bei BASF kommt von der Anilinfabrik. Die Indigo-fabrik, die Farbenfabrik und die Styrodurfabrik sind auch ein wichtiger Bestandteil der Firma.

Um das Gefrieren von Produkten zu verhindern wird Glycol benutzt, auch das wird bei der BASF hergestellt. Außerdem besitzt die BASF eine Ameisensäurefabrik, eine Kohlen-säurefabrik, die weltweit bekannte Ammoniak-fabrik und drei Chlorfabriken, die die größten Stromverbraucher der BASF sind. In der BASF steht noch ein Forschungshaus, ein Lagerhaus und das Friedrich-Engel-Hochhaus, das erste Hochhaus in Deutschland, das nach dem ersten Weltkrieg gebaut worden ist.



Müde Kursleiter

Da die Firma direkt am Rhein liegt, nutzt man dies auch aus, indem man das Rheinwasser zur Kühlung exothermer Reaktionen nutzt. Durch Klärwerke wird dieses entnommene Wasser gereinigt und anschließend oft sauberer als zuvor in den Rhein zurückgeführt.

Die Petrochemie ist das Herz der BASF. Dort wird Erdöl innerhalb weniger Sekunden zerlegt. Zur Fabrik gehört selbstverständlich auch eine Gasverbrennungsanlage, und damit die Emissionen in Grenzen gehalten werden können,

fahren auch Messfahrzeuge durch die Anlagen, die Emissionen messen.

Als die Führung mit dem Bus fertig war, verließen wir mit neuen Informationen die BASF und fuhren sehr erschöpft mit dem Zug zurück nach Adelsheim.

### Ausklang

Alles so schön bunt hier?! So fing es für euch (zumindest in diesem Kurs) vor nicht ganz einem Jahr an. Wir haben oft genug gefragt, ob es bunt, hell, leuchtend oder glänzend genug war, und wir hoffen, ihr habt alle verstanden, dass wir unseren Kurs sehr ernst genommen, aber niemals ins Zentrum der Akademie gestellt haben. Ihr sollt nicht bei jeder schönen Farbe überlegen, welche Wellenlängen nun absorbiert und welche reflektiert werden, über die Länge eines konjugierten Doppelbindungssystems grübeln, im Geiste die Schichtdicke eines Glimmerkristalls abschätzen oder gar berechnen, wie weit ein Elektron aus dem angeregten Zustand zurückfallen muss (tut es nämlich nicht, O-Ton Matthias). Manchmal ist es auch erlaubt, Phänomene einfach hinzunehmen und zu genießen. Das wünschen euch jedenfalls

Matthias und Günther

## Kurs 3 – Pharmazie



### Vorwort

KARIN GAU

Im Pharmaziekurs der Science Academy 2009 trafen fünf Teilnehmerinnen und sechs Teilnehmer auf zwei Kursleiter und eine Schülermentorin, um mehr über einen großen Bereich der Pharmazie zu erfahren, nämlich der Arzneimittelsicherheit. Der Inhalt des Kurses umfasste einen vielschichtigen Einblick in diese komplexen Systeme und so erfuhren die neugierigen und offenen Teilnehmer allerlei vom Arzneimittelgesetz bis zur Zulassung von Medikamenten. Am Eröffnungswochenende wurden zuerst wichtige Begriffe und Definitionen der Pharmazie eingeführt, damit sich alle mit dem entsprechenden Fachvokabular ausdrücken konnten.

In der Zeit bis zur zweiwöchigen Akademie informierten sich die Teilnehmer in Experten-

gruppen über bestimmte Themen, wie zum Beispiel den Conterganskandal. Darüber wurde dann viel diskutiert und die Wissbegierde der Teilnehmer war nicht zu bremsen. Insgesamt herrschte im Pharmaziekurs eine angenehme Stimmung, was auch die immer vorhandenen Süßigkeiten unterstützten.

Zum theoretischen Teil kam schließlich die praktische Arbeit im Labor, wo Paracetamol synthetisiert und analysiert wurde. Dabei lernten die jungen Chemikerinnen und Chemiker, dass heißes Glas gleich aussieht wie kaltes Glas und andere nützliche Grundlagen der Laborarbeit. Als weiterer Höhepunkt folgte ein spannender Tag an der Universität Heidelberg.

Zu weiteren Informationen und Erlebnissen lesen Sie die Dokumentationsbeilage und fragen Sie Ihren Teilnehmer oder Kursleiter.

## Personenbeschreibungen

### Felix Gut (Kursleiter)

Wir haben das beste Kursleiterteam, das wir uns vorstellen können. Felix hat (so kommt es uns zumindest vor) beinahe unendliches Fachwissen und die „Kunst“ uns alle Kursinhalte verständlich und vor allem locker zu vermitteln. Diese Eigenschaften machen unseren Kurs zu einem echten Abenteuer in die Welt der Pharmazie. Auch verliert er nie den Kopf, selbst wenn es darum geht, eine Horde (in diesem Fall 12) Jugendliche (die Betonung liegt auf JUGENDLICHE) bei der Exkursion in die Uni Heidelberg „durchzufüttern“, weil die Mensa geschlossen ist. Felix promoviert gerade in einem sehr komplexen Thema.

### Thomas Zessin (Kursleiter)

Man merkt Thomas sofort seine Chemiebegeisterung an, die er auch sehr schnell auf uns übertragen hat. Außerdem kann er super erklären (er sollte unbedingt Lehrer werden) und bringt immer alles auf den Punkt. Er hat Humor und vielleicht auch aus diesem Grund oft T-Shirts mit Comics an. Thomas hat manchmal ein verträumtes Erscheinungsbild, was er aber nicht ist, denn er hat eine unglaubliche Fachkompetenz und „promoviert gerade vor sich hin“.

Bei dem Abschlussabend hat er seine Gitarrenspielkünste bewiesen, mit denen er uns beim Singen begleitet hat.

### Karin Gau (Schülermentorin)

Karin ist eine sehr nette Person und immer gut gelaunt. Sie kann alle motivieren und gibt uns gerne Tipps, wenn wir nicht mehr weiter wissen. Sie hat aber auch viel Geduld, wenn nicht immer alles so klappt, wie es eigentlich sollte. Ihre Tafelbilder und Grafiken sind super und sie ist vom ersten Tag an offen für Neues (in diesem Fall für uns alle). Karin hat Gefallen an dem, was sie uns vermittelt und das lässt ihren Unterricht nie langweilig werden. Außerdem kennt sie sich gut mit Präsentationen aus und hilft uns damit weiter. Während der Exkursion oder der Wanderung ist sie mir eher wie eine

Teilnehmerin vorgekommen, da sie sich uns anschloss, egal was wir tun und sie hat auch beim Bergfest ihr Bestes gegeben.

Karin läuft sogar Marathon, was wir auf ihrem Laptop entdeckt haben, sie dann allerdings mit Ausreden wie „Jaaaa, das ist schon ganz lange her (1 Jahr)“ verharmlost.

Karin ist die beste Schülermentorin, die man sich wünschen kann und hoffentlich sind wir in ihren Augen auch die besten Kursteilnehmer.

### Alexander Bernhardt

Alexander ist ein zuerst schüchtern wirkender Typ, der sehr wissensdurstig seine Interessengebiete Mineralogie und Quantenmechanik verfolgt. Dies merken wir auch an seinem Verhalten, denn er gibt sich wie ein Wissenschaftler. Auf Fachsprache kann er im Kurs nie verzichten, weil er einfach zu viel weiß, um alles für sich zu behalten. Trotz seines vielen Wissens, das er auch den anderen Teilnehmern des Kurses zu vermitteln weiß, bleibt er stets auf dem Boden, achtet auf die anderen und bleibt ausnahmslos fair. Oft sagt er einfach, was er denkt und argumentiert so gut, dass er andere auf Anhieb überzeugt, ohne dass es zu einer großen Diskussion kommt.

Nun denkt man sich vielleicht, dass so ein begabter Junge nur Interesse für ein spezielles Gebiet hat, doch dies trifft bei Alexander nicht zu, denn er ist auch in der Musikwelt als exzellenter Pianist sowie in der Sportwelt vertreten. Mit seinem Ehrgeiz und großen Willen wird er noch viel erreichen.

### Thomas Bopp

Thomas hat immer ein paar Witze auf Lager und kann somit unseren gesamten Kurs erheitern. Egal ob beim Experimentieren oder beim Verteidigen unserer Süßigkeiten vor den Theo-Praxlern, ist er immer nett und hilfsbereit.

Beim Sportfest zeigt er die Kraft eines Kampfsportlers und hat beim Gummistiefelweitwurf zeitweise die Führung erlangt.

Thomas bereichert den Kurs durch sein Fachwissen und seine gute Organisation, egal ob

bei den Präsentationen oder bei der Vorbereitung für die Dokumentation. Dabei bleibt er meistens ruhig und sachlich.

### **Laura Böcker**

Während der Akademie haben wir unsere Laura als kleinen Sonnenschein kennen gelernt. Sie ist immer gut gelaunt und sprüht vor Kraft, ist witzig und total nett. Auch bei den Vorträgen können wir ihre Energie spüren, da sie eine Schnellsprecherin ist. Mit ihrem Tatendrang ist sie nicht zu stoppen und ihre lebenswürdig verplante Art wird uns allen fehlen.

Laura ist meine Nebensitzerin und sie ist einfach die beste, die ich mir vorstellen kann. Mit ihr kann man reden, lachen, diskutieren und auch zusammen schweigen. Wir haben uns nach kurzer Zeit schon ohne Worte verstehen können und ihre besondere, lebenswerte Art werde ich sehr oft vermissen. Ich hoffe wir verlieren uns nie aus den Augen.

### **Moritz Löffler**

Moritz hat die unglaubliche Fähigkeit, ohne große Mühe das ganze Plenum zum Lachen zu bringen. Er redet gerne, lang und viel und umschreibt bestimmte Themen vielfältig. Sein Interesse und Wissensdurst, sowie die Schnelligkeit, mit der er komplexe Systeme begreifen kann, beeindruckt uns sehr. Nach einiger Zeit hat er es sogar geschafft, seine Beiträge auf den Punkt zu bringen. Sein umfangreiches Wissen über die Pharmazie hilft uns im Kurs oft weiter, auch im Labor stellt er sich immer geschickt an. Er ist nett, kameradschaftlich, freundlich und immer gut drauf. Außerdem ist es ihm sehr wichtig, was auf der Welt vor sich geht und er informiert uns regelmäßig im Plenum in der Zeitungs-KüA über die aktuelle Nachrichtensituation.

### **Markus Murnik**

Markus ist der Sportliche aus unserem Kurs. Morgens zeigt er sich im Plenum als Wetterfrosch und Sportexperte der Zeitungs-KüA, wo er seine beinahe perfekte Ausdrucksweise und

sein Charisma jedes Mal erneut unter Beweis stellt.

Im Kurs treibt er alles mit viel Energie an. Seine Beiträge sind meist sehr kompetent und zugleich bringt er uns mit seiner humorvollen, offenen und motivierenden Art oft zum Lachen. Wenn wir im Labor arbeiten zeigt er sich als zuvorkommender Partner und trotz unserer Missgeschicke behält er seine gute Laune bei.

Übrigens: Auf der gesamten Akademie ist Markus allgemein als Gentleman bekannt.

### **Linda Reiser**

In ihrer Freizeit spielt Linda Klavier und Querflöte und engagiert sich in einem Einrad-Verein. Anfangs erschien Linda uns sehr schüchtern und ruhig, doch bald haben wir erkannt, dass sie auch anders kann. Beispielsweise zeigt sie bei Vorträgen eine wunderbare Vorstellung. Sie zeichnet sich vor allem durch ihre große Hilfsbereitschaft, Freundlichkeit und Höflichkeit aus.

### **Natalie Sandner**

Natalie Sandner ist eine sehr nette und offene Person. Im Kurs beweist sie sich als organisiert und zielstrebig. Man kann ihre Freundlichkeit spüren und wenn etwas unklar ist, kann und will sie helfen. Außerdem trägt sie im Kurs sehr gute Ideen und Beiträge zu den verschiedenen Themen bei.

Auch in der Tanz-KüA beweist sie ihr Können. Natalie strahlt immer Warmherzigkeit aus, die stets positiv auf einen wirkt.

### **Natalie Schunck**

Natalie ist meine Nebensitzerin in unserem Kurs und hat sich schnell als einer der lebenswürdigsten und charmantesten Menschen herausgestellt, die ich kenne. Sie ist die gute Seele unseres Kurses und geht alle Aufgaben und Schwierigkeiten immer mit Ruhe und höchster Konzentration an. Einige der schönsten Dinge an ihr sind ihr warmes Lächeln, bei dem ihre Augen anfangen zu strahlen, sowie ihre Offenheit. Betritt sie einen Raum, hebt sich sofort die Stimmung und sie kann immer alle zum

Weitermachen motivieren. Natalie tanzt Hip-Hop und turnt, was sie uns leider nie gezeigt hat. Großen Gefallen findet sie aber auch an der (Standard-) Tanz-KüA und an Fit-For-Life.

Mit Natalie kann man super reden, diskutieren, lachen (was manchmal dazu führt, dass wir beide am Boden liegen) und auch feiern. Sie gibt einem das Gefühl gebraucht zu werden, weshalb ich unsere gemeinsame Zeit nie vergessen werde!

### **Johannes Schurr**

Johannes, kurz Jojo, ist ein spontaner und sehr netter Mensch. Aber auch durch seine Freundlichkeit und Offenheit hat man mit ihm zusammen immer viel Spaß. Bei unserer Kursarbeit kommt er nie von seiner Bahn ab und ist nicht aus der Ruhe zu bringen. So auch bei unserer gemeinsamen Arbeit im Labor. Mit ihm als gut gelaunten Partner, ist es trotz unserer Pannen und der von uns verursachten kurzzeitigen Evakuierung des Labors eine wahnsinnig lustige Zeit und eine tolle Erfahrung. Egal was Jojo macht, er bringt Schwung in alles und aufgrund seiner lässigen Art können wir wirklich viel mit ihm lachen.

### **Max Waldhauer**

Ohne Max scharfen Verstand und Organisationstalent hätten wir unsere Kurspräsentationen wohl nie so auf die Reihe bekommen, wie wir sie dann letztendlich vorweisen konnten. Zwar hält er sich während der gewöhnlichen Kursarbeit eher im Hintergrund, doch in den Momenten, in denen wir nicht mehr weiter wissen oder uns in stagnierenden Diskussionen verhaken, kommen seine großen Stunden, in denen er dann in der Lage ist alles zu koordinieren. Besonders während der Laborarbeit macht er sich durch seine klaren Hinweise und Einwände unverzichtbar. Eine besondere Freude ist es für mich mit Max über die anstehenden Landtagswahlen zu diskutieren, in diversen Tischtennisduellen gegen ihn verlieren zu müssen und von ihm über die neuesten Witze auf dem Laufen gehalten zu werden. Zudem sind seine Ehrlichkeit, Hilfsbereitschaft und Freund-

lichkeit zu erwähnen, die er jedem von uns stets entgegenbringt.

### **Rebecca Zinser**

Nach ihrer anfangs unauffälligen Art und ihres stillen Typs haben wir doch bald erkannt, dass niemand in unserem Kurs so oft und herzlich lachen kann wie Rebecca. Ihre Stärken zeigt sie auch bei Präsentationen, wenn es gilt, ruhig und beherrscht die Kursinhalte vorzutragen. In den abendlichen UNO-Spiel-Runden beweist sie sich als wahre Meisterin. So gibt es kaum ein Spiel, bei dem sie nicht gewinnt.

Wir alle werden uns gerne an unsere freundliche und hilfsbereite Rebecca erinnern.

## **Einleitung**

JOHANNES SCHURR, MARKUS MURNIK,  
MAX WALDHAUER, THOMAS BOPP

### **Was ist eigentlich Gesundheit?**

Es gibt viele verschiedene Definitionen für „Gesundheit“. In unserem Kurs haben wir uns mit einigen beschäftigt und dabei unsere eigene Definition anhand der gegebenen Informationen entwickelt.

Für uns bedeutet „gesund sein“, dass es einem gut geht, sowohl mental, sozial als auch physisch. Allerdings ist die Auffassung von Gesundheit sehr subjektiv. Ein Mensch, der beispielsweise nur noch ein Bein hat, sich aber damit abfindet und trotzdem gut fühlt, ist nach der unsrigen Definition „gesund“. Die Psyche spielt hierbei eine viel größere Rolle als die Physe.

Stimmen Sie diesen Kriterien zu und beurteilen Sie sich demnach als gesund?

### **Warum behandeln wir gerade die Arzneimittelsicherheit als Hauptthema in unserer Kursarbeit?**

Da das komplexe System der Arzneimittelsicherheit einen sehr wichtigen Bestandteil der Pharmazie darstellt, haben wir uns mit diesem

Thema auseinandergesetzt. Es umfasst fast alles von der Entwicklung eines Wirkstoffs bis zur Einnahme und darüber hinaus.

In unserem Kurs konnten wir viele Facetten und Aspekte des gesamten Systems, dessen Umfang und auch mögliche Problemquellen kennen lernen. So sind wir jetzt in der Lage, die Entstehung von Skandalen (zum Beispiel die des Conterganskandals) herzuleiten. Daraufhin konnten wir die Folgen und Auswirkungen des Skandals, sowie die Ursachen und daraus resultierenden Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Arzneimittels nachvollziehen. Außerdem handeln heutzutage viele Menschen nach dem Motto „viel hilft viel“ und überstürzen die Konsumierung von Arzneimitteln, anstatt bei der Einnahme Vorsicht walten zu lassen und sich an die Packungsbeilage sowie an die Beratung durch Arzt oder Apotheker zu halten.

## Entwicklung

Die Gründe für die stetige Neuentwicklung von Arzneimitteln sind zum einen die Entstehung von neuen Krankheiten und zum anderen auf die Resistenz der Krankheitserreger gegen bestehende Medikamente zurückzuführen.

Um die Menschheit vor möglichen Gefahren zu schützen und das Leben leichter und länger zu machen, werden immer wieder neue Medikamente entwickelt.

Die Entwicklung und Marktzulassung eines Medikaments kann jedoch mehrere Milliarden US\$ kosten. Genau deshalb sollten die spezifische Wirkung und der gesamte Entwicklungsprozess im Detail durchgeplant werden, um die Kosten so gering wie möglich zu halten.

Der Großteil des benötigten Geldes wird dazu verwendet, die Arzneimittelsicherheit zu gewährleisten und die Menschen nicht unnötigen Gefahren auszusetzen.

Die Entwicklung eines Medikaments beginnt mit der Entdeckung eines Wirkstoffs. Dazu gibt es mehrere Möglichkeiten:

Einerseits wird gezielt nach einem Wirkstoff gegen eine bestimmte Krankheit gesucht. Oft werden dabei zum Beispiel Nebenwirkungen von bekannten Wirkstoffen als Hauptwirkung

genutzt oder Wirkstoffe in Nahrungsmitteln näher erforscht. Außerdem können die Wirkstoffe in traditionellen Arzneimitteln weiterentwickelt und/oder neu verwendet werden.

Andererseits ist es möglich, durch eine zufällige Entdeckung oder Beobachtung, einen neuen Wirkstoff zu entwickeln.

Eine weitere Stufe in der Entwicklung eines Arzneimittels ist die Optimierung des Wirkstoffs. Dazu wird dieser in biologischen Experimenten getestet. Hierbei wird der Wirkstoff auf folgende Eigenschaften geprüft. Zu diesen gehört unter anderem die Stabilität des Wirkstoffs, die Löslichkeit im Blut, die Bindeaffinität (Stärke der Bindung an das biologische Zielmolekül) und die Fähigkeit des Stoffes, durch die Zellmembranen in die Zelle zu diffundieren.

Nach der Optimierung des Wirkstoffs wird dieser in Tierversuchen getestet. Leider gibt es keine andere Möglichkeit, als Versuche an Tieren durchzuführen, und somit die Medikamente zu testen, ohne die Menschen zu gefährden. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse über den Stoff, wie beispielsweise die Wirkung auf einen Organismus, die Unbedenklichkeit und die Hinweise über die Dosis, können nur so gewonnen werden. Außerdem ist es notwendig, herauszufinden, ob und inwiefern der Wirkstoff vom Körper verändert wird (Pharmakokinetik) und was der Wirkstoff im Körper bewirkt (Pharmakodynamik).

Wenn bei Tierversuchen Probleme auftreten sollten, muss der Wirkstoff erneut optimiert werden, bis der aufgetretene Fehler behoben ist. Ist dies nicht möglich, darf der Wirkstoff nicht an Menschen geprüft werden und kommt somit nicht auf den Markt. Falls die Tierversuche erfolgreich verlaufen, wird eine Arzneiform für den Wirkstoff entwickelt und das neue Arzneimittel in klinischen Untersuchungen am Menschen geprüft.

Dabei steht vor allem das LADME-Modell im Vordergrund:

- Liberation: Wirkstofffreisetzung
- Absorption: Wirkstoffaufnahme
- Distribution: Verteilung des Wirkstoffs im Körper
- Metabolismus: Veränderungen des Wirkstoffs

durch den Stoffwechsel

- Elimination: Ausscheidung

Insgesamt kann die Entwicklung eines Medikaments 15–18 Jahre in Anspruch nehmen, bis die Zulassung erfolgt.

Das neue Medikament ist entweder eine Schritt- oder Sprunginnovation.

Von einer Schrittinnovation spricht man, wenn das Medikament leichte Vorteile im Bezug auf den Vorgänger mit sich bringt.

Unter einer Sprunginnovation hingegen versteht man, dass das Medikament gänzlich neu ist (zum Beispiel mit einem völlig neuen Mechanismus) und daher mehr Vorteile mit sich bringt.

## Herstellung

LAURA BÖCKER, NATALIE SCHUNCK

Die Arzneimittelsicherheit wird von verschiedenen Behörden (zum Beispiel von dem Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte) überwacht. Auch die Herstellung ist durch verschiedene Vorschriften genau kontrolliert: Die Arzneimittelwirkstoffherstellungsverordnung beispielsweise schreibt vor, dass der Hersteller eine Herstellererlaubnis benötigt, bevor er mit der Produktion beginnen darf. Diese erhält er von der zuständigen Landesbehörde.

Im Allgemeinen beinhaltet der Herstellungsprozess folgende Schritte, welche in unterschiedlichen Reihenfolgen und möglicherweise auch mehrfach durchgeführt werden:

- Die Gewinnung des Wirkstoffes aus der Natur oder durch eine chemische Synthese
- Die Verarbeitung: Zerkleinern, Mörsern, etc.
- Das Mischen des Wirkstoffes mit Hilfsstoffen oder weiteren Wirkstoffen
- Das Abfüllen in der gewünschten Arzneiform
- Das Etikettieren

Wenn die Herstellung abgeschlossen ist, benötigt jede Produktionscharge vor dem Verkauf eine Freigabe, durch welche die gute Qualität des Arzneimittels bestätigt wird. Diese Freigabe wird nur erteilt, wenn Reinheit, Identität

und Gehalt des Arzneimittels überprüft und positiv bestätigt wurden.

Zusätzlich zur Produktion durch den Hersteller, können auch Apotheken selbst Arzneimittel anfertigen, wobei sie sich an das Arzneimittel- und das Apothekengesetz halten müssen. Bei der apothekeninternen Herstellung gibt es die Möglichkeit der Rezepturen, bei denen ein Medikament individuell für den Patienten angefertigt wird, allerdings nur nach Rezept vom Arzt. Bei nachweislich höherem Bedarf eines Arzneimittels (beispielsweise durch häufige Verschreibungen von Ärzten der Umgebung) darf die Apotheke eine Defektur herstellen, von welcher jedoch nicht mehr als 100 Dosen pro Tag angefertigt werden dürfen.

## Vom Hersteller zum Patienten

LAURA BÖCKER, NATALIE SCHUNCK

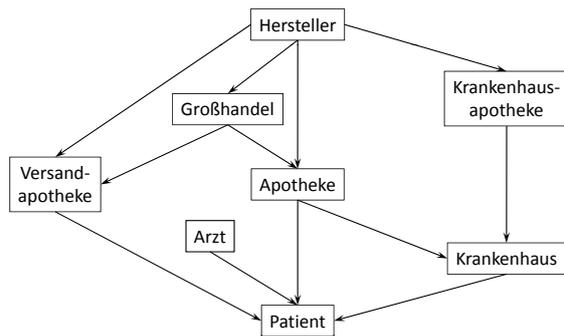
Doch wie gelangt das freigegebene Arzneimittel nun zu dem Patienten?

Nachdem der Hersteller für eine Charge die Freigabe erhalten hat, stehen ihm für den Vertrieb seiner Arzneimittel verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

Zum Einen beliefert er den Großhandel. Dieser hat eine sehr gute Logistik und kann die verschiedenen Medikamente großflächig an die normalen Apotheken oder Versandapotheken verteilen. Von dort aus bekommt der Patient sein benötigtes Arzneimittel entweder zugeschickt oder er erhält es direkt in der Apotheke. Wenn ein Arzneimittel rezeptpflichtig ist, muss der Patient das Rezept zuvor vom Arzt erhalten, um es anschließend in der Apotheke vorweisen zu können.

Falls der Patient im Krankenhaus liegt, werden ihm die Medikamente durch den Arzt, den Pfleger oder die Krankenschwester verabreicht. Das Krankenhauspersonal erhält die Arzneimittel von der eigenen Krankenhausapotheke oder, wenn diese nicht vorhanden ist, von einer öffentlichen Apotheke.

Beim Vertrieb des Arzneimittels können überall Fehler und/oder Komplikationen auftreten. Durch regelmäßige Kontrollen (beispielsweise



Weg vom Hersteller zum Patienten

durch die Prüfung des Arzneimittels beim Eingang in die Apotheke) wird versucht diese zu vermindern oder bestenfalls zu unterbinden.

## Das Arzneimittel beim Patienten

LAURA BÖCKER, NATALIE SCHUNCK

Hat der Patient sein Medikament erhalten, bedeutet dies keinesfalls, dass keine Probleme mehr auftreten können.

Schon bei der Verschreibung bzw. Abgabe des Medikaments sind Arzt und Apotheker verpflichtet, den Patienten zu informieren und zu beraten. Leider geschieht dies nicht immer in ausreichendem Umfang oder der Patient ist nicht in der Lage die Menge an Informationen vollständig aufzunehmen. Außerdem sollte der Patient die Packungsbeilage aufmerksam lesen, da er daraus wichtige Informationen entnehmen kann. Vor allem für ältere Patienten wird das Lesen der Packungsbeilage aufgrund von zu kleiner Schrift und durchscheinendem Papier zunehmend erschwert, aber auch der Inhalt ist oft schwer verständlich.

Der Patient sollte, wenn er bisher unbekannte Nebenwirkungen feststellt, seinen Arzt oder Apotheker informieren. Das Pharmazeutische Unternehmen und das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte werden dann von Arzt oder Apotheker darüber informiert und leiten eine Benachrichtigung an alle Beteiligten (betroffene Patienten, Apotheken, Ärzte) ein. Dieses Spontanerfassungssystem ist einer der wichtigsten Bestandteile der Pharmakovigilanz (=Arzneimittelwachsamkeit) und somit

der Arzneimittelsicherheit als Ganzes. Leider ist das Meldeverhalten der Ärzte und Apotheker oft nicht ausreichend, um die gesetzlichen Verpflichtungen zu erfüllen und schränkt somit die Effizienz des gesamten Verfahrens ein.

Ein weiteres Problem stellt die Non-Compliance dar, welche die fehlerhafte Anwendung des Arzneimittels durch den Patienten beschreibt. Hierzu zählen zum Beispiel unregelmäßige Einnahmetermine und das falsche Teilen von Tabletten.

Für eine möglichst problemlose Anwendung des Arzneimittels und hohe Arzneimittelsicherheit sollte sich jeder verpflichtet fühlen, sich ausreichend zu informieren und Auffälligkeiten zu melden.

## Zulassungsstudien

ALEXANDER BERNHARDT



Bei der Zulassung prüft das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte anhand der analytischen Daten und Studien der Firmen die Wirksamkeit und Unbedenklichkeit eines Arzneimittels. Die große Bedeutung der Zulassung wird bei einer genaueren Betrachtung des Conterganskandals deutlich, der in den Jahren 1961 und 1962 aufgedeckt wurde. Contergan wurde damals als mildes Schlafmittel unter anderem auch Schwangeren verabreicht. Die Kontrolle der Arzneimittelsicherheit erfolgte damals im Gegensatz zu heute lediglich durch das pharmazeutische Unternehmen. Außerdem gab es noch keinen verbindlichen Standard für die Durchführung von Studien

und eingesetzten analytischen Methoden. So wurde erst als tausende Kinder mit fehlgebildeten Gliedmaßen zur Welt kamen entdeckt, dass der Contergan-Wirkstoff Thalidomid das Wachstum der Blutgefäße hemmt und somit Missbildungen hervorruft. Allerdings war eine vergleichbare Nebenwirkung damals nicht bekannt, sodass man auch nicht intensiv danach suchte.

Studien spielen eine wichtige Rolle bei der Zulassung. Deshalb muss man schon bei der Planung besonders aufmerksam sein, damit die zuvor formulierte Fragestellung beantwortet werden kann, die das Ziel einer Studie präzise beschreiben soll. Danach wird das Studiendesign festgelegt, das die generelle Konzeption der Studie, von der Probandenzahl, den Ein- und Ausschlusskriterien für die Probanden, dem Behandlungs- und Beobachtungszeitraum bis hin zur Dosierung des Arzneimittels umfasst. Nun benötigt man das Votum einer Ethikkommission, die sowohl die Qualifikation der Prüfer (z. B. des durchführenden Arztes) als auch die korrekte Aufklärung und den Schutz der Probanden prüft. Anschließend wird die Studie dem Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte vorgelegt, dessen Prüfungsschwerpunkt bei der Qualität und Sicherheit des zu testenden Arzneimittels liegt. Dann werden die Probanden nach den Ein- und Ausschlusskriterien ausgewählt, beispielsweise alle Diabetiker über 50 Jahre. Außerdem erfolgt die Aufklärung der Studienteilnehmer über die Studie, über die Risiken des Arzneimittels und über eventuelle Interessenbindungen, was mit einer Unterschrift abgesichert werden muss. Zudem werden die Probanden in zwei Gruppen eingeteilt. Die eine erhält das zu prüfende Arzneimittel (Verumgruppe), die andere ein Placebo bzw. ein bereits etabliertes Medikament. Die zufällige Zuordnung (Randomisierung) zu den Gruppen ist der nächste Schritt bei der Studierendurchführung. Schließlich werden die Daten erhoben sowie ausgewertet, veröffentlicht und eventuelle Nachuntersuchungen durchgeführt.

Je nach Entwicklungsfortschritt werden die Studien in sogenannte klinische Phasen unterteilt:

**Phase 0:** 1–10 gesunde Probanden werden untersucht, um die Pharmakokinetik eines

Arzneimittels zu untersuchen.

**Phase I:** Bei 10–50 Patienten wird das Arzneimittel eingesetzt, um mehr über die Pharmakokinetik und Pharmakodynamik eines Arzneimittels zu erfahren und um eine geeignete Dosis zu finden.

**Phase II:** 100–500 Probanden werden zur Bestätigung der Dosis und zur Untersuchung der Pharmakokinetik, Pharmakodynamik und der Efficacy (maximale Wirksamkeit eines Arzneimittels) getestet.

**Phase III:** An 1000–5000 Probanden werden alle oben genannten Aspekte geprüft. Zusätzlich werden die auftretenden Nebenwirkungen erfasst.

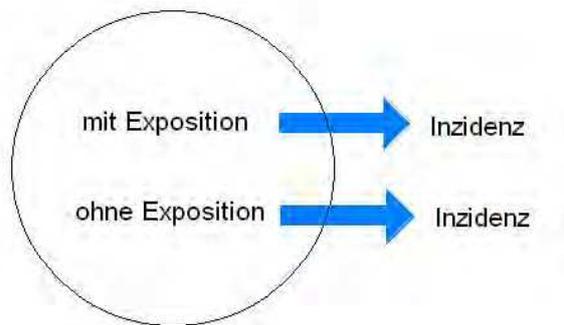
**Phase IV:** Nach der Zulassung werden Marktbeobachtungen durchgeführt, um die tatsächliche Wirksamkeit (Efficiency) zu bestätigen.

Von großer Bedeutung für die Aussagekraft der Studien ist das Studiendesign. In diesem Zusammenhang wird einerseits in prospektive Studien unterschieden, bei denen die Studie erst geplant und dann die Daten neu erhoben werden. Andererseits wird in retrospektive Studien differenziert, bei denen im Nachhinein Daten ausgewertet werden, die schon vor Konzeption der Studie ermittelt wurden. Wichtig ist auch der Vergleich zwischen Placebo- und Verumgruppe. Studien, bei denen ein solcher Vergleich durchgeführt wird, bezeichnet man als kontrollierte Studien. Die Zuordnung der Probanden zu den Vergleichsgruppen ist bei doppelblinden Studien weder Arzt noch Proband bekannt. Grundlegend für das Studiendesign sind darüber hinaus die Studientypen.

Der für die Zulassung relevanteste Studientyp ist die Interventionsstudie. Der Name kommt daher, dass bei der Anwendung eines Arzneimittels oder einer Therapie (Intervention) Probanden in zwei Gruppen behandelt werden, zu denen sie randomisiert zugeordnet werden. Des Weiteren sind sie doppelblind und stets prospektiv. Anschließend werden die Ergebnisse der beiden Gruppen miteinander verglichen.

Bei Kohortenstudien werden Gruppen danach gebildet, ob die Probanden eine bestimmte Exposition (z. B. einen Risikofaktor, der eine

Krankheit auslöst) aufweisen oder nicht. Nach einer bestimmten Zeit wird überprüft, bei wem dieses Ereignis (Inzidenz) eingetreten ist. Im Idealfall tritt es nur bei der Gruppe mit der Exposition auf. Wenn die beiden Gruppen mit Ausnahme der untersuchten Exposition vergleichbar sind, ist es möglich, die Unterschiede damit plausibel zu erklären. Es wird also versucht, von der Exposition auf eine Krankheit zu schließen. Eine Kohortenstudie kann sowohl prospektiv als auch retrospektiv durchgeführt werden.



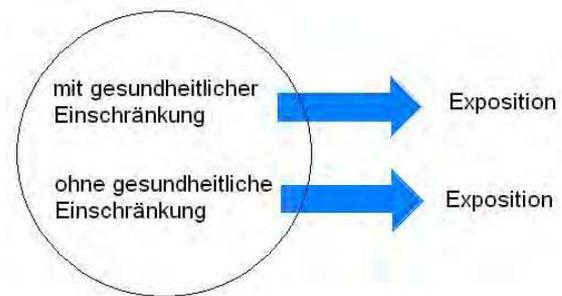
Kohortenstudien: Es wird versucht, von der Exposition auf die Inzidenz zu schließen.<sup>12</sup>

Ein weiterer Studientyp sind Fallkontrollstudien. Auch hier werden zwei Gruppen gebildet: Die Gruppe der Fälle sind Studienteilnehmer, welche die gesundheitliche Einschränkung aufweisen, die im Rahmen der Studie interessiert. Die Kontrollen haben diese Einschränkung nicht, sind aber sonst mit der Gruppe der Fälle vergleichbar. Nun wird retrospektiv untersucht, ob der vermutete Faktor (z. B. die Ursache der gesundheitlichen Einschränkung) bei den Fällen häufiger oder intensiver vorlag als bei den Kontrollen. Es wird demzufolge versucht, von der Krankheit auf die Exposition zu schließen.

Bei einer Querschnittsstudie wird eine definierte Gruppe aus einer festgelegten Zielpopulation zu einem bestimmten Zeitpunkt betrachtet. Sie ähnelt von der Konzeption her der Kohortenstudie mit dem Unterschied, dass die Erhebung der Daten unmittelbar und nicht nach einer

<sup>12</sup>Nach: P. Högger, E. Strehl: Repetitorium Klinische Pharmazie (2007), Govi Verlag

<sup>13</sup>Nach: P. Högger, E. Strehl: Repetitorium Klinische Pharmazie (2007), Govi Verlag



Fallkontrollstudien: Man versucht, von der gesundheitlichen Einschränkung auf die Exposition zu schließen.<sup>13</sup>

Beobachtungsperiode erfolgt. Es interessiert beispielsweise die Häufigkeit von Symptomen und nicht der Verlauf von Krankheiten, wofür eine Messung an mindestens zwei Zeitpunkten erforderlich wäre.

Die Repräsentativität dieser Studien ist allerdings eingeschränkt. Das beruht zunächst darauf, dass selbst bei 3000–5000 Probanden seltene Nebenwirkungen, die nur bei einer von 10000 Personen auftreten, nicht erkannt werden können. Zudem wird das Arzneimittel zumeist an jungen, gesunden Männern getestet. Problematisch ist dies für die Aussagekraft, weil die Anwendung der Arzneimittel vor allem auch an älteren Menschen oder Kindern erfolgt. Auch an Schwangeren kann das Arzneimittel wegen ethischen Problemen nicht oder nur sehr selten getestet werden. All das schränkt die Aussagekraft ein und hat negative Folgen für die Arzneimittelsicherheit. So werden seltene, und doch schwerwiegende, Nebenwirkungen oftmals erst Jahre nach der Vermarktung erkannt.

## Laborarbeit

NATALIE SANDNER, MORITZ LÖFFLER,  
REBECCA ZINSER

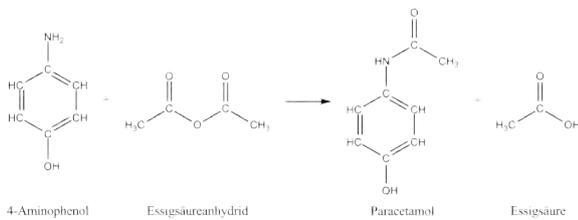
## Synthese

Zu Beginn unserer Laborarbeit fertigen wir eine SOP (Standard Operating Procedure) an.

Eine SOP ist eine Versuchsanweisung, in der jeder Arbeitsschritt genauestens beschrieben wird. Nach der Ausführung muss man dies dann

noch mit seinem Kürzel bestätigen. Vor Beginn der praktischen Arbeit wird die SOP von den Leitern des Labors, der Herstellung und der Qualitätskontrolle abgezeichnet. In unserem Fall sind dies unsere Kursleiter. Somit haben wir schließlich die Freigabe für unsere Arbeit im Labor.

Zunächst einmal wenden wir uns der Synthese von Paracetamol zu. Dieser Wirkstoff wird verabreicht, um Fieber zu senken oder Schmerzen zu lindern. Als Ausgangsstoffe hierzu benutzen wir 16g 4-Aminophenol, das in 64 ml destilliertem Wasser gelöst und mit 24 ml Essigsäureanhydrid vermischt wird. Die drei Stoffe werden der Reihenfolge nach in einen Erlenmeyerkolben gegeben. Nach Zugabe des Essigsäureanhydrids kommt es dann zur Reaktion.



Reaktionsgleichung zur Herstellung von Paracetamol

Es entsteht eine orangefarbene Lösung. Um typische, bei der Reaktion entstehende, Verunreinigungen aus unserem Paracetamol herauszubekommen, kochen wir die Lösung 10 min lang. Darauf wird der Erlenmeyerkolben in ein Eiswasserbad gestellt, in dem dann Paracetamol-Kristalle ausfallen, die herausfiltriert werden. Da diese jedoch noch einen orangefarbenen Stich haben und nach Essig riechen, müssen wir unseren Wirkstoff noch einmal reinigen. Dazu lösen wir unser Paracetamol erneut in Wasser, erhitzen und stellen es ins Eisbad, in dem Kristalle ausfallen, die sich an kleinen Unebenheiten des Erlenmeyerkolbens ansetzen. In der Fachsprache wird dieser Vorgang als Umkristallisieren bezeichnet. Nach zwei bis drei Umkristallisierungen können wir schließlich ein weißes und neutral riechendes Pulver vorweisen, das der Beschreibung im Europäischen Arzneibuch entspricht.

Doch ist unser Wirkstoff auch wirklich rein? Da unsere Laborarbeit ebenfalls unter dem großen



Paracetamolkristalle

Aspekt der Arzneimittelsicherheit steht, gilt es dies nun zu überprüfen.

## Analytik

Was die Überprüfung unseres Stoffes betrifft, wenden wir verschiedene Analysemethoden an. Diese haben wir zuvor dem Europäischen Arzneibuch entnommen, in dem sich unter anderem zu allen Wirkstoffen Monographien (Wirkstoff-Steckbriefe) befinden. Diese informieren außerdem über die verschiedenen Stoffeigenschaften, Prüfungsmethoden auf Reinheit beziehungsweise auf Identität und Lagerungshinweise.

Unsere Analysemethoden sind:

1. organoleptische Prüfung: Hierbei wird unser Paracetamol mit den menschlichen Sinnen auf Aussehen und Geruch überprüft. Reines Paracetamol ist ein weißes, kristallines Pulver und riecht neutral.
2. Löslichkeit: Bei der Prüfung auf Löslichkeit werden unser Paracetamol sowie ein Referenz-Paracetamol aus der Apotheke jeweils in Wasser, Ethanol und Dichlormethan gelöst. Die Löslichkeiten beider Paracetamolchargen und dem destilliertem Wasser werden verglichen. Reines Paracetamol ist wenig löslich in Wasser, leicht löslich in Ethanol und sehr schwer löslich in Dichlormethan.
3. Schmelztemperatur: Hierbei wird das Paracetamol erhitzt und der Schmelzpunkt gemessen. Dieser sollte zwischen 168 °C und

- 172 °C liegen. Unsere praktische Erfahrung zeigen, dass der Bunsenbrenner nicht dauernd unter das Paracetamol gestellt werden darf. Der Stoff würde sonst zu schnell heiß werden, was die genaue Bestimmung des Schmelzpunktes unmöglich gemacht hätte.
4. Phenolnachweis mit Eisen-(III)-Chlorid: Beim Phenolnachweis wird eine Lösung aus unserem Paracetamol und destilliertem Wasser, wie auch eine Lösung aus Eisen-(III)-Chlorid miteinander vermischt. Hierbei kommt es zu einem Farbumschlag. Daraufhin wird dieser Versuch mit dem zertifizierten Paracetamol aus der Apotheke wiederholt. Der Farbumschlag sollte identisch sein.
  5. Dünnschichtchromatographie: Bei der Dünnschichtchromatographie lösen wir unser Paracetamol sowie das Apotheken-Paracetamol in Ethanol. Daraufhin wird ein, unter UV-Strahlung fluoreszierendes, Plättchen am unteren Rand mit einer Startlinie versehen (Bleistift). Schließlich werden Punkte beider Lösungen auf die Startlinie getropft. Dann stellen wir das Plättchen in ein Becherglas, das ca. 0,5 cm hoch mit Ethanol befüllt ist. Nach einiger Zeit nimmt man das Plättchen heraus, markiert den oberen Rand der Flüssigkeit mit einem Bleistift und lässt es trocknen. Das trockene Plättchen bestrahlen wir mit einer UV-Lampe. An den Stellen, an denen sich die Paracetamol-Lösung hochgezogen hat, sind dunkle Flecken sichtbar. Jetzt vergleichen wir das Muster unseres Paracetamols mit dem der Apotheke (diese sollten gleich sein). Zum gleichen Ergebnis kommt man auch, indem das bereits getrocknete Plättchen anstatt unter eine UV-Lampe in eine Dragendorff-Lösung gelegt wird.

Doch wieso analysieren wir unser Paracetamol auf so viele Arten? Wäre eine einzige Analysemethode nicht genug?

Genaue vielfältige Analysen der Wirkstoffe sind gerade in der Pharmazie unverzichtbar, da es schon bei geringen Abweichungen oder Unreinheiten des Wirkstoffs enorme Auswirkungen auf das Leben der betroffenen Patienten haben kann. Wir stellen dies auch selbst fest, da unsere Kursleiter einer Gruppe heimlich Zucker zu ihrem Paracetamol beigemischt haben, was

die betroffene Gruppe nur bei der Überprüfung der Schmelztemperatur herausfand, da der Zucker bei den hohen Temperaturen unter dem Bunsenbrenner karamellisiert. Alles in Allem ist die ausführliche und genaue Analytik einer der wichtigsten Aspekte einer guten Arzneimittelsicherheit.

### Exkursion an die Universität Heidelberg

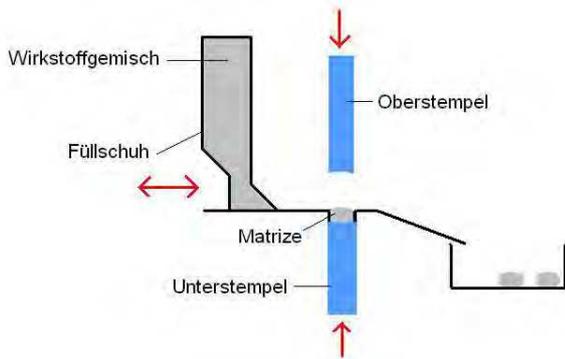
Am Morgen des 7. Septembers werden wir an den Adelsheimer Bahnhof gefahren, von wo aus wir uns auf den Weg zur Universität in Heidelberg machen. Dort wollen wir uns zwei weiteren Analysemethoden zuwenden.

Zunächst steht eine Massenspektrometrie unseres Paracetamols auf dem Programm. Hierbei wird eine Probe des Wirkstoffs verdampft und mit Elektronen beschossen, wobei geladene Molekülbruchstücke entstehen. Diese werden von einem großen Magneten abgelenkt. Die Ablenkung der einzelnen Bruchstücke können dann erfasst werden, sodass man die Inhaltsstoffe rechnerisch bestimmen kann. Als nächstes lassen wir eine Kernspinresonanzspektroskopie (Englisch: Nuclear Magnetic Resonance) unseres Paracetamol durchführen, wobei uns die Größe und Stärke der dazu notwendigen Magneten beeindruckt.



Das Massenspektrometer

Nach einem kurzen Mittagsimbiss und einer Erholung im botanischen Garten gehen wir schließlich zum Institut für pharmazeutische Technologie, in dem wir unseren Wirkstoff in Tablettenform pressen wollen. Hierzu vermi-



Aufbau einer Füll- und Presseinrichtung einer Exzenterpresse als Schema und als Bild

schen wir unser Paracetamol mit einem Granulat (Füllstoff) und Magnesium-Stearat (ein Schmiermittel für die Tablettenpresse). Damit auch alles gleich vermischt wird, benutzen wir einen Turbulamischer, der durch seine dreidimensionalen Bewegungen unser Wirkstoffgemisch optimal verteilt. Da wir selbst jedoch keine Herstellungserlaubnis besitzen, aber unbedingt selbst gepresste Tabletten, als kleine Erinnerungen an das Tablettenpressen, mit nach Hause nehmen wollen, stellen wir noch eine Placebo-Mischung (eine Mischung ohne Wirkstoff) her.



Turbulamischer

Daraufhin können wir mit dem Tablettenpressen beginnen. Hierbei verwenden wir eine Exzenterpresse, welche wir zunächst einmal, auf Gewicht und Stabilität der Tabletten kalibrieren müssen. Der Aufbau einer Exzenterpresse ist in der Abbildung oben auf der Seite darge-

stellt.

Das Wirkstoffgemisch wird in den Füllschuh eingefüllt, welcher wiederum die Matrize exakt befüllt. Danach komprimiert der Oberstempel das Pulver zu einer Tablette. Diese wird dann vom Unterstempel herausgehoben und fällt in einen Eimer. Dabei kontrollieren wir jede 15. Tablette auf Gewicht, Größe und Bruchfestigkeit. Zusätzlich überprüfen wir die Freisetzung des Wirkstoffs mit einem Löslichkeitstester. Doch unser Zug und das auf uns wartende Abendessen im Eckenberg lassen uns keine weitere Zeit. Zu guter Letzt müssen wir, wie bereits in unserem Labor in Adelsheim, noch sämtliche verwendeten Materialien gründlich reinigen. So können wir schlussendlich auf einen sehr gelungenen und interessanten Ausflug zurückblicken, der uns die reale Pharmazie ein großes Stück näher gebracht hat.



# Philosophie



## Die Metaphysik und ich

PHILIP HOGH, LEA GÖTZ

Haben Sie sich schon einmal überlegt, wie es sein kann, dass etwas wahr ist und etwas anderes falsch? Was bedeutet eigentlich Wahrheit? Und – gibt es so etwas wie absolute, überzeitliche, objektive und unbezweifelbare Wahrheit?

Als die Menschen vor 2500 Jahren anfangen, sich auf die philosophische Suche nach der Wahrheit zu begeben, hofften sie, ein einziges Prinzip, eine erste Ursache oder den einen Grund zu finden, aus dem sie die gesamte Welt erklären konnten. Diese Suche hat sich im Laufe der Zeit als höchst kompliziert erwiesen und zu keinem eindeutigen Ergebnis geführt. Dabei hat die Philosophie sich immer mit den Grundfragen des menschlichen Lebens beschäftigt, die zu keiner Zeit an Brisanz verloren haben. So erklärt es sich auch, dass in der Philosophie auch

heute noch antike Autoren einige Aktualität besitzen, im Gegensatz zu den Naturwissenschaften, wo Erkenntnisse meist eindeutiger aber auch wesentlich kurzlebiger sind. Doch wie kann man es schaffen, diese scheinbar einfachen Fragen (Gibt es einen Gott? Hat das Leben einen Sinn?) deren Beantwortung jedoch höchst abstrakt ausfällt, mit jungen Menschen so zu diskutieren, dass sie dabei einen Bezug zu ihrem eigenen Leben herstellen und die grundlegende Relevanz dieser Fragen auch für sich selbst einsehen können?

Zu unserer Freude stellte die Abstraktheit unseres Themas nur am Anfang ein Problem dar, da wir es mit elf sehr interessierten Jugendlichen zu tun hatten, die bereit waren, sich in das ihnen fremde Thema hineinzudenken und sich dafür begeistern ließen. Wir begannen am Eröffnungswochenende mit einer Einführung in die Philosophie im Allgemeinen und in

das Kursthema im Besonderen. Als Vorbereitung auf die Arbeit mit schwierigen philosophischen Texten beschäftigten wir uns außerdem mit den Grundregeln des logischen Schließens. So machten wir uns gut gewappnet daran, die Geschichte der abendländischen Metaphysik aufzurollen. Wir begannen mit Platons Ideenlehre, gingen dann weiter zu seinem Schüler Aristoteles, beschäftigten uns im Mittelalter mit den verschiedenen Formen der Gottesbeweise und kamen schließlich mit René Descartes in der Neuzeit an. Dort erlebten wir mit Kant die kopernikanische Wende und ließen uns von Hegel begeistern. Mit Hegel erreichte die abendländische Metaphysik ihren Höhe- und Schlusspunkt, denn die nachfolgenden Philosophen übten allesamt deutliche Kritik an der Metaphysik. Die beiden metaphysikkritischen Autoren, mit denen wir uns intensiver beschäftigten, hatten jedoch vollkommen unterschiedliche Perspektiven auf die Metaphysik. Während Heidegger versuchte, mit dem Begriff des Seins einen Grundbegriff der Metaphysik neu zu bestimmen, verband Adorno seine Form der Metaphysikkritik mit einer kritischen Gesellschaftstheorie.

Am Ende unserer zweiwöchigen Reise durch die Philosophiegeschichte stellten wir fest, dass die metaphysischen Theorien heute zwar nicht mehr unmittelbar und vollkommen überzeugend sind. Da in ihnen aber die Grundfragen des menschlichen Lebens behandelt werden, sind sie auch in unserer nachmetaphysischen Gegenwart höchst relevant. Gleichzeitig lassen sich die verschiedenen, sowohl metaphysischen als auch metaphysikkritischen, Theorien nur in ihrem historischen Kontext verstehen. So stellen sie an uns indirekt die Forderung, in unserer Zeit unsere Antworten auf ihre Fragen zu finden.

## Eröffnungswochenende und Logik

MELANIE ROSNER

Philosophie? Metaphysik? Wo genau liegt denn da der Unterschied? Diese Frage beschäftigte uns alle, als wir uns beim Eröffnungswochenende zum ersten Mal begegneten. Jeder fragte



sich, was sie oder ihn denn in den zwei Wochen der Akademiezeit erwarten würde. Schnell wurde klar, dass wir uns während dieser Zeit auf eine Zeitreise von der Antike, über die Neuzeit bis hin zur Moderne begeben und dabei viel Freude beim Lernen haben sollten. Die Fragen, die uns ebenso wie die Menschen vor 2000 Jahren beschäftigten, waren z. B.: Was liegt unserem Sein zugrunde? Gibt es, wie es in der Metaphysik heißt, genau ein Prinzip, welches hinter allem steht oder verhält es sich so, wie es sich nachmetaphysische Philosophen vorstellen, dass es mehrere Prinzipien für verschiedene Dinge gibt, die vom Menschen kommen und die diesen auch beeinflussen? Gibt es so etwas wie Gott, also eine „Sache“, die alles lenkt und leitet?

Bevor wir mit der Kursarbeit begannen, war jedoch erst einmal gegenseitiges Kennenlernen an der Reihe. Unser Teamgeist wurde sofort bei einem Spiel gefragt, in welchem wir uns gegenseitig durch ein Gewirr von Bändern helfen mussten, ohne diese zu berühren. Die anfängliche Zurückhaltung wich sofort dem gegenseitigen Interesse und so stiegen wir zuversichtlich in die Kursarbeit ein.

Zuerst verschafften wir uns jedoch einen groben Überblick über die Themen, die uns in der darauffolgenden Zeit beschäftigen sollten. Wir stellten Zusammenhänge zwischen Alltagsgegenständen und der Philosophie her und lernten uns dabei noch etwas besser kennen. Was haben beispielsweise Spätzle mit Philosophie zu tun? Diese und andere Fragestellungen veranlassten uns dazu, auch außerhalb der Kurszeiten miteinander zu philosophieren und zu diskutieren.

Schnell kamen wir zu dem Schluss, dass Philosophie noch viel mehr beinhaltet als das, was wir uns bisher darunter vorgestellt hatten. Bei den Spätzle scheint es sich beispielsweise so zu verhalten, dass sie auf den ersten Blick alle gleich aussehen, doch bei genauerer Betrachtung lassen sich viele individuelle Merkmale feststellen. Wie bei den Spätzle, stellten wir fest, ist es auch bei uns Menschen: wir besitzen zwar alle dieselben Grundzüge, unterscheiden uns aber dennoch voneinander. Doch wie würde ein „richtiger“ Philosoph argumentieren?

Dies erfuhren wir am Beispiel des Vorsokratikers Thales, der allem das Prinzip des Wassers zugrunde legte – „Wasser ist Prinzip“. Schließlich seien „Ursprung und Endziel des Alls“ Wasser. Alles entstehe aus Wasser und werde auch wieder zu Wasser. Dies erschien uns jedoch an manchen Stellen ziemlich „unlogisch“.

Doch wann ist etwas überhaupt logisch? Dieser Fragestellung gingen wir bei der Beschäftigung mit Logik auf den Grund. Am zweiten Tag des Eröffnungswochenendes führte uns unsere Schülermentorin Hannah in die Logik, die „Lehre vom richtigen Denken“, ein. Wir erfuhren was allgemeine und besondere Sätze sind, was man unter den 20 Schlussarten nach Leonard Euler und den fünf Regeln der Logik verstand. Euler fand unter Anderem heraus, dass man aus zwei verneinenden Sätzen nichts schließen kann, da über die Beziehung der verwendeten Begriffe untereinander nichts ausgesagt wird.

So kann man beispielsweise aus den Aussagen „Einige Reptilien sind keine Schlangen.“ und „Einige Schlangen sind nicht giftig.“ nicht auf den Zusammenhang zwischen Reptilien und giftigen Tieren schließen. Anhand dieses Beispiels und zahlreicher weiterer arbeiteten wir uns unter Hannahs Leitung in das Thema ein. Wir stellten Thesen auf, formulierten Konklusionen, widerlegten Fehlschlüsse, hatten dabei viel Spaß und blickten freudig den bevorstehenden zwei Akademiewochen entgegen. Bevor wir diese richtig beginnen konnten, mussten wir allerdings noch auf das, was vor Platon war, eingehen, auf die sogenannte Vorsokratik.



## Vorsokratik

FREDERIK BENZING

In der Vorsokratik galt Philosophie als höchste und vollkommenste Wissenschaft. Auch wenn wir das keineswegs übernommen haben, sondern uns durchaus auch in Selbstkritik übten (wir haben beispielsweise nach Sinn und Unsinn der Philosophie gefragt und eine Diskussion darüber geführt, ob wir „mit dem ganzen Philosophieren“ überhaupt etwas erreichen), würden die Philosophen es wohl als Indiz dieser Vollkommenheit deuten, dass die Philosophiegeschichte und der zeitliche Verlauf unseres Kurses Parallelen aufweisen.

Einerseits ging es uns, während wir bei der Akademie philosophierten, gut. Dasselbe galt auch für die Menschen, als sie begannen zu philosophieren. Grundvoraussetzung für das Entstehen der Philosophie war nämlich, dass die Menschen sich nicht mehr ausschließlich damit beschäftigen mussten, ihre Existenz zu sichern. So kam es auch, dass die ersten Philosophen aus Hafenstädten kamen, da dort am frühesten Reichtum entstand und ein großer Austausch unter vielen verschiedenen Reisenden stattfand.

Andererseits kann man Eröffnungswochenende und Vorsokratik als Äquivalente auffassen. Zwar war das Eröffnungswochenende nicht gerade ein Abschnitt der Philosophie vom 6. bis zum 4. Jahrhundert vor Christus, aber es gehörte genau wie die Vorsokratik nur begrenzt zum Zentralen und Hauptsächlichen (der gesamten Akademie bzw. der Philosophiegeschichte). Nichtsdestotrotz waren beide wichtige Funda-

mente, auf die wir uns im weiteren Verlauf stützten. Während des Eröffnungswochenendes behandelten wir bezüglich der Vorsokratik zwei wichtige Themen. Um die Hauptmerkmale dieser beiden Arten, die Welt zu erklären, zu veranschaulichen nun zwei echt antike Texte:

*„Am Anfang waren Hannah, Lea und Philip. Sie schufen Gaia (Anm. des Übersetzers: griechische Göttin für die Erde, oft auch personifizierte Erde), die wiederum den Himmel hervorbrachte. Hannah, Lea und Philip stiegen auf die Erde, ihr Werk zu begutachten. Auf ihrer Reise fanden sie elf Unwissende auf der Suche nach der Weisheit. Sie erbarmten sich ihrer und beschlossen, die Elf in die tiefen Mysterien der Philosophie einzuweihen. So kam es, dass sich während der Science Academy eine kleine Gruppe von Philosophen bildete, der es dank ihrer Leiter gelang, einige Geheimnisse der Philosophie zu ergründen.“*

*„Vor allem anderen gab es das Wasser, das alles aus sich erschuf, so auch die Philosophie. Mit ihr entstand ein ungeheurer Wissensberg, der durch das Wasser im Regen gebunden wurde. Der Regen kam auf die Erde danieder und wurde von Hannah, Lea und Philip gesammelt. Diese drei fanden elf durstige Menschen, die Wasser brauchten, um überleben zu können. Aus Mitleid ließen sie die Elf vom „Wasser des Wissens“ trinken. Durch diesen Hergang erklärt sich, wie der Philosophiekurs bei der Science Academy entstand.“*

Der erste Text soll die mythische Betrachtungsweise darstellen, der zweite die des Thales. Thales ist einer der prominentesten Vertreter der Vorsokratik, neben ihm werden viele philosophische Schulen und auch antike Denker wie Heraklit oder Solon zur Vorsokratik gezählt. Im ersten Augenblick erscheinen die beiden Texte sehr ähnlich: beide wirken frei erfunden und geben eine seltsame, phantastische Erklärung dafür, wie der Philosophiekurs der Science Academy zustande kam. Aber dennoch gibt es Unterschiede zwischen den Texten. In der Mythologie haben die Menschen Geschehnisse in der Natur (z. B. den Philosophiekurs) beobachtet und versucht diese durch Geschichten (z. B. der erste Text), die nur ihrer Vorstellungskraft entstammten, zu erklären. Nach mythologischer



An solchen Orten wurde im antiken Griechenland philosophiert.

Vorstellung haben wir die vier Jahreszeiten einer skrupellosen Entführung zu verdanken und die Sonne geht nur deshalb auf und unter, weil ein Gott mit seinem Sonnenwagen quer über den Himmel fährt.

Im Gegensatz zu dieser für uns sehr fremden Erklärung kann man Thales' Erklärung schon fast als wissenschaftlich bezeichnen. Zunächst machte auch Thales' Ausspruch „Das Prinzip aller Dinge ist das Wasser.“ einen mythologischen Eindruck auf uns. Aber Thales begründete seine These durch Beobachtungen. Er sah nämlich, dass alle Lebewesen Nahrung brauchen und dass diese Nahrung größtenteils aus Wasser besteht. Außerdem führte er die fließenden Eigenschaften der Natur (um uns herum befindet sich alles in ständiger Bewegung und Veränderung) auf das Wasser zurück, das seine Eigenschaften der ganzen Welt vererbte. Dieser Schritt von Thales, seine Thesen logisch zu begründen, war für den gesamten Verlauf der Philosophiegeschichte sehr wichtig. Noch grundsätzlicher und wichtiger war allerdings, dass die Griechen begonnen haben nach dem

Warum zu fragen. Schon die Mythen versuchen den Menschen zu eröffnen, warum die Dinge so sind, wie sie sind. Dieses Warum beinhaltet auch die Fragen woher wir Menschen überhaupt kommen und – die grundlegende Frage in der Metaphysik – welchem Prinzip die Dinge und somit auch unser Leben folgen. Ohne diese Fragen hätte es nicht einmal eine rein spekulative Philosophie gegeben, die ihre Ansichten frei erfindet. Daran sieht man die zentrale Bedeutung der Vorsokratik, auch wenn die eigentliche Philosophie in dieser Zeit eher einen geringen Stellenwert hatte.

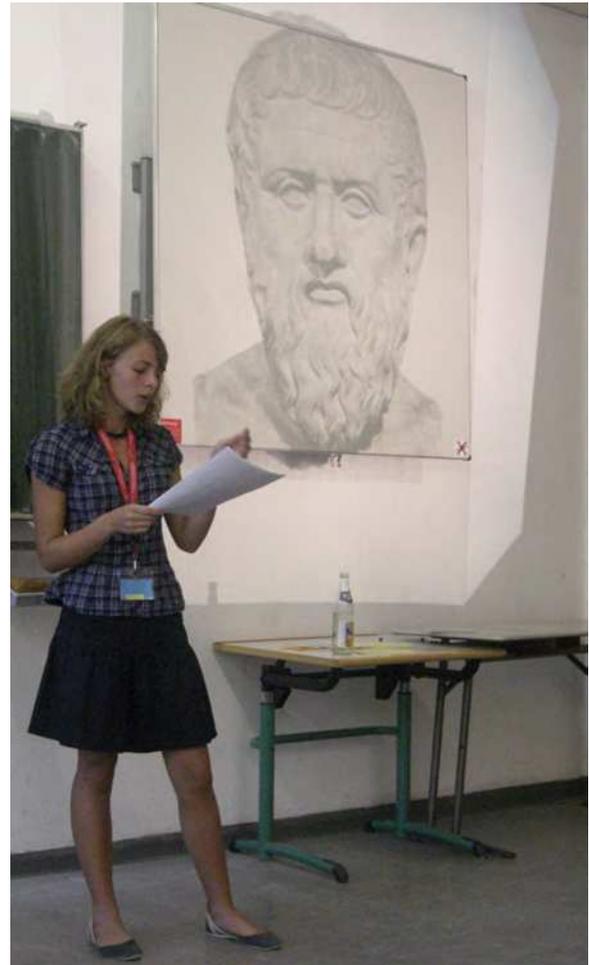
Während die Vorsokratik die Philosophie war, die nicht von Sokrates beeinflusst war, war das Vorbereitungswochenende, das Wochenende, das nicht von Platon beeinflusst war. Platon war nämlich erst Inhalt der wirklichen Akademie (wirklichen Philosophie) und war der erste Schluck vom „Wasser des Wissens“, das Hannah, Lea und Philip uns verabreichen sollten. Da es in der Natur des Wassers liegt zu fließen, werden wir es nun an den Leser weiterfließen lassen.

## Platon

SANDRA WELTE

Der erste Philosoph der Antike mit dem wir uns intensiv beschäftigten war Platon. Er wurde ca. 427 v. Chr. in Athen geboren. Dank seiner Eltern, die eine wichtige Rolle in der Politik spielten, schlug auch Platon eine politische Laufbahn ein. Dies war jedoch aufgrund der herrschenden Machtverhältnisse schwer, weswegen er sich der Philosophie zuwendete. Ganz von der Politik wendete er sich aber erst ab, als sein Lehrer Sokrates zu Tode verurteilt wurde. 387 v. Chr. gründete er seine Philosophenschule, die Akademie, die fast tausend Jahre später von dem römischen Kaiser Iustinian als „heidnische Einrichtung“ geschlossen wurde. Platon starb 347 v. Chr. mit 80 Jahren in Athen. Sein umfassendes Werk ist hauptsächlich in Dialogform verfasst.

Platons gesamte Lehre beruht auf dem Höhlengleichnis, das uns in Form eines Comics präsentiert und erklärt wurde. Das Gleichnis handelt von Menschen, die in einer Höhle gefesselt sind



und nur auf eine Wand sehen können, auf welche Schatten von einem Feuer hinter ihnen geworfen werden. Wie die Menschen in der Höhle können auch wir laut Platon nicht die wahre Form der Dinge sehen, das Wahrgenommene ist nur subjektiver Schatten der objektiven Ideen. Diese Ideen, wie Platon sie nennt, sind die Urform aller Dinge. Sie befinden sich in der Ideenwelt und sind unabhängig von der Erkenntnis der Menschen, die Abbilder jedoch beruhen auf der sinnlichen Wahrnehmung.

Das Gleichnis fährt nun mit dem Entkommen eines Mannes aus der Höhle fort. Jener sieht nun die Wirklichkeit und kehrt in die Höhle zurück, um davon zu berichten, jedoch glauben ihm die Mitgefangenen nicht.

In der Deutung des Gleichnisses repräsentiert der Mann, der die Höhle verlässt, die Philosophen. Denn nur sie können sich an die Ideen durch ihr Nachdenken und Überlegen wieder erinnern. Platon zufolge sehen wir bei der Be-

trachtung verschiedener Dinge ein Abbild der ihnen gemeinsamen Urdee, die in der Ideenwelt existiert. Diese Ideen sind die Ursache aller Dinge, sie sind ewig, unveränderlich und von uns Menschen unabhängig. Die Sinneswelt, in der wir leben, bildet nach ihm also einen von der Ideenwelt klar abgegrenzten Bereich, eine Art Parallelwelt.

Laut Platon befindet sich unsere Seele vor der Geburt in der Ideenwelt. Geht sie aber durch die Geburt in die Sinnenwelt über, so verdrängt die Seele alle Urbilder. Nur durch Nachdenken oder Lösen von Problemen gelangen wir zur Erkenntnis dieser Ideen, nicht jedoch durch unsere sinnliche Wahrnehmung. Dadurch entsteht ein Dualismus (zwei sich gegenüberstehende Gegensätze) zwischen Empirismus (Erkenntnis durch sinnliche Wahrnehmung) und Rationalismus (Erkenntnis durch Denken), denn Platon zufolge sind alle körperlichen Empfindungen Hindernisse, um zur Erkenntnis zu gelangen, da uns unsere Sinne, und somit die empirische Wahrnehmung, täuschen.

In der Kursarbeit besprachen wir einen Text Platons, dem wir anhand von Fragen, die wir beantworteten, näher kamen und diskutierten.

Durch diesen Text erfuhren wir, dass es in der Ideenwelt von jedem Begriff eine Idee gibt. Um nun eine bestimmte Eigenschaft zu besitzen, müssen alle Dinge an der entsprechenden Idee Teil haben. So hat das Blatt eines Baumes an der Idee des Blattes Teil, denn nur durch diese Teilhabe besitzt das Blatt seine charakteristischen Eigenschaften. Doch für seine Idee der Teilhabe wurde Platon auch kritisiert, da diese Erklärung der Merkmale verschiedener Dinge nicht immer schlüssig ist. Haben viele Dinge an einer Idee Teil, so ist sie kein einheitliches Ganzes mehr, doch durch ihre Eigenschaft der Unteilbarkeit ist dies nicht möglich. Würde man sich die Idee als ein Segeltuch vorstellen, das alles überspannt, so hätte jeder Mensch nur einen kleinen Abschnitt des Segeltuchs direkt über sich, man hätte nicht mehr an der ganzen Idee Teil. Dadurch hätte jedes Ding nur einen Teil der Idee in sich.

Innerhalb der Ideen gibt es außerdem eine Abstufung zwischen einer höchsten Idee und den anderen Ideen. Um die anderen Ideen zu erken-

nen, braucht man nun die Erkenntnis dieser Idee. Für Platon ist die Idee des Schönen die Ursache der Erkenntnis und des Seins der anderen Ideen, sie ist demnach eine höhere Wirklichkeit. Die Frage, die sich nun stellte, lautete: Ist die Idee des Guten Gott? Dies ist jedoch nicht eindeutig zu bestimmen, da es sowohl Gründe gibt, die dafür, als auch solche, die dagegen sprechen, gibt.

Anschließend bearbeiteten wir in Gruppen verschiedene Fragestellungen und präsentierten danach unsere Ergebnisse. Platon legte die Grundlagen der Philosophie, die er an seine Schüler, unter denen sich auch Aristoteles befand, weitergab.

## Aristoteles

FELIX STREICHER

Das Erste, was wir über Aristoteles erfuhren, war wie bei jedem Philosophen, den wir behandelten, wo und vor allem wann er lebte, nämlich von ca. 384 v.Chr. bis 322 v.Chr. im antiken Griechenland. Aristoteles kürte, was uns zunächst ziemlich beeindruckte, die Philosophie zu der höchsten aller Wissenschaften und erklärte sie sogar für göttlich. Wissenschaft, das ist laut Aristoteles nichts Anderes als die Suche nach Wissen, einem Prinzip oder einer Ursache, die allem zugrunde liegt. Doch er beließ es nicht dabei, die Philosophie zu rühmen, er übte sie auch aktiv aus. Metaphysik betrieb er entsprechend der Zeit, in der er lebte, d.h. er suchte nach einem Prinzip, das hinter allem steht und mit dessen Hilfe man alles erklären kann. Um seine Gedankengänge nachvollziehen zu können, hieß es für uns erst mal: Textarbeit.

Textarbeit bedeutete bei uns aber nicht einfach: einen Text kurz lesen und sagen, was darin steht. Nein, weit gefehlt. Textarbeit meint: man bekommt einen Text und einige Fragen dazu. Diesen Text muss man erst einmal ungefähr dreimal lesen (am besten mit einem Fremdwörterbuch oder einem in Sachen Fremdwörter kompetenten Kursleiter ausgestattet), bis man ihn richtig verstanden hat, da die Philosophie ja meist doch eine sehr komplexe Wissenschaft ist.



die berühmte philosophische Textarbeit

Bei Aristoteles war dies aber noch nicht so problematisch, da er ja noch ganz am Anfang der Philosophiegeschichte stand und daher zunächst die etwas klareren Grundfragen diskutierte. Des Weiteren kam uns zu Gute, dass wir, da wir nicht alle Altgriechisch verstehen, keine Originaltexte lasen, sondern Übersetzungen und Sekundärtexte, d.h. Texte, die von Autoren geschrieben wurden, die die Originaltexte gelesen haben und deren Inhalte etwas einfacher und zeitgemäßer wiedergeben. Nachdem wir diesen ganzen Prozess jedoch schon bei Platon durchgemacht hatten, wühlten wir uns nun geübt in die Texte ein und die anschließende Diskussion ließ erkennen, dass wir schon etwas dazugelernt hatten.

Nun aber zurück zum Inhalt unserer Kursarbeit: Aristoteles beschäftigte sich mit der Definition des von ihm eingeführten Begriffs der Substanz, die er in 1. und 2. Substanz aufteilte. Mit der 1. Substanz meinte er jedes Einzel Ding, mit der 2. Substanz das, was das Wesen eines Dinges ist. Nur so ließ sich nach Aristoteles erklären, was z. B. ein einzelner Mensch als einzelner Mensch ist und was das Wesen des Menschen ist. Die Definition der 1. und 2. Substanz zog sich wie ein roter Faden durch die gesamte Akademiezeit, da sie doch recht schwierig und komplex war und sie aus unerklärlichen Gründen immer wieder unserem Gedächtnis entglitt. Diesem Gedanken untergeordnet ist auch Aristoteles' Unterscheidung von Form (immaterielle Struktur) und Materie (materielle Struktur).

Was man zusammenfassend sagen kann, ist,

dass Aristoteles versuchte, Geist und Körper zu trennen, eine für ihn nur zu logische These. Er wollte erreichen, dass das vergängliche Einzel Ding, also zum Beispiel ein Mensch, der nach einer gewissen Zeit wieder von der Erde scheidet, getrennt von der Seele, die weiter lebt und somit ewig ist, existiert. Dafür wurde er im Laufe der Philosophiegeschichte jedoch häufig kritisiert und heute wird daran auch nicht mehr festgehalten. Was auch deutlich wird, wenn man sich über einen längeren Zeitraum mit Aristoteles beschäftigt, ist, dass er versuchte, seinen Lehrer Platon in jedem Punkt zu übertreffen oder wenigstens zu verbessern, was ihm unserer Ansicht nach auch mit Bravour gelungen ist.

Zu Aristoteles kann man abschließend sagen, dass zwar seine Theorien und Überzeugungen im Laufe der Zeit widerlegt wurden, er jedoch die Philosophie und die Strukturen des Denkens in hohem Maße verändert und vorange trieben hat. Natürlich ist das nur ein kleiner Teil dessen, was wir behandelt haben, denn die Weiten der Philosophie sind, wie schon oft zitiert, unendlich und werden es sicher auch noch eine Weile bleiben. Nichtsdestotrotz schritten wir im zeitlichen Verlauf der Metaphysik voran und kamen mit Kant und Hegel zur Neuzeit. Um den Übergang etwas weicher zu gestalten gingen wir auf ein Thema ein, das Antike und Neuzeit miteinander verbindet, da sich Philosophen aus nahezu allen Zeiten damit befassten.

## Gottesbeweise

FELIX STREICHER, FREDERIK  
BENZING

Gibt es Gott oder so etwas wie ein höheres, allmächtiges Wesen?

Eine Frage, auf die die Menschheit schon seit Anbeginn ihres Seins versucht, eine Antwort zu finden. Auch die Philosophie beschäftigte sich ausgiebig mit dieser Thematik. Vor allem im Mittelalter, in welchem die Philosophie aufgrund der Dominanz der Kirche fast ausschließlich von der Theologie beeinflusst wurde, war dieses Problem von großer Bedeutung. Natürlich wurde im „dunklen Mittelalter“ versucht, Gottes Existenz und nicht das Gegenteil, für

das einige atheistisch geprägte, moderne Philosophen Beweise suchen, zu beweisen.

In einem ausführlichen und äußerst interessanten Referat brachte uns Hannah diesen Sachverhalt näher.

Aber was ist eigentlich ein solcher Beweis?

Ein philosophischer Gottesbeweis muss allein mit Hilfe von Vernunft und logischem Denken nachvollziehbar sein. Des Weiteren müssen die Annahmen für den Beweis unumstößlich wahr und unabhängig vom Glauben an einen sein.

Im Verlauf der Philosophiegeschichte wurden immer wieder verschiedenste Anläufe, die Existenz (eines) Gottes zu beweisen, unternommen. Generell können in Bezug auf die Gottesbeweise drei verschiedene Ansätze unterschieden werden.

Die Wurzeln der Gottesbeweise liegen in der Antike, schon damals suchte man nach einer allem zu Grunde liegenden Ursache (diese war für Thales beispielsweise das Wasser), welche man heutzutage vermutlich mit Gott gleichsetzen würde. In der Regel wandte man damals den kosmologischen Beweis an: Man könnte ihn mit einem Domino-Spiel vergleichen. Man nimmt an, dass allem was existiert eine Existenzursache zu Grunde liegt. Dieser Ursache liegt wiederum eine Ursache zu Grunde. Da diese Reihe nicht ins Unendliche fortgesetzt werden kann, muss es eine unverursachte, notwendige erste Ursache geben: Gott.

Etwas später, im Mittelalter, kam der ontologische Gottesbeweis auf. Diese Beweisart gründet auf der Annahme, dass etwas Vollkommenes, damit es vollkommen sein kann, existieren muss. Wenn wir aber die Idee von Gott als dem Vollkommensten überhaupt haben (was zweifelsohne der Fall ist), dann muss er dementsprechend auch existieren.

Zu guter Letzt bleibt noch der teleologische Gottesbeweis (von gr.: telos=Ziel) zu erwähnen. Bei diesem Ansatz erkennt man eine Zielgerichtetheit und Ordnung innerhalb der Natur und schließt daraus auf einen Schöpfer, der diese Ordnung geschaffen haben muss.

Letztendlich waren die Bemühungen jedoch vergebens, denn sie wurden allesamt widerlegt. Immanuel Kant hatte es sich zum Ziel gesetzt,

die „falschen“ Gottesbeweise zu entkräften, was ihm auch gelang. Dabei nahm er sich nicht jeden Beweis einzeln vor, sondern er legte die Fehler des ontologischen Beweises offen und folgerte daraus, dass die anderen Beweisarten auch nicht richtig sein können, da sie seiner Meinung nach alle auf dem ontologischen Gottesbeweis aufbauen. Am ontologischen Beweis hatte er zu bemängeln, dass die Existenz nicht als Eigenschaft angesehen werden kann, somit gehört die Existenz nicht zwangsläufig zur Vollkommenheit.

Nachdem wir uns mit den Beweisen und ihren Widerlegungen auseinandergesetzt hatten, kamen wir noch auf einen moralischen Aspekt zu sprechen: Wie kann ein allmächtiger Gott Übel auf der Welt zulassen?

Über dieses Problem führten wir ausgiebige und intensive Diskussionen und fanden dabei selbst einige sogenannte Theodizeen (Theodizee bedeutet soviel wie Rechtfertigung Gottes; in diesem Fall wäre das ein Lösungsansatz zum Problem des Übels). Theorien sind z. B., dass das Gute erst durch das Schlechte existieren kann oder dass wir unwissenden Menschen die „höheren Gedanken“ Gottes nicht verstehen können. Abschließend kamen wir zu dem Ergebnis, dass es sich bei der Frage nach Gottes Existenz um eine unentscheidbare Frage handelt: Es ist weder möglich sie zu beweisen noch sie zu widerlegen.

Hieran lässt sich etwas Grundlegendes erkennen, das sich auch in unserer Kursarbeit bemerkbar machte, nämlich dass philosophische Fragen oftmals nicht klar mit „Ja“ oder „Nein“ beantwortbar sind. Aber auch das kann ein zufriedenstellendes Resultat sein und zur Erkenntnis führen.

## Die Neuzeit

SOPHIA EGGER

Im Mittelalter rückte die Philosophie in den Hintergrund, da sie als Untergebiet der Theologie betrachtet wurde. Religion war für die Menschen das Wichtigste; das spiegelte sich wieder in Architektur, Malerei und Musik, aber auch im Alltag der Menschen – einfach überall. Man lebte mit Gott, durch Gott und vor allem



für Gott. Der einzelne Mensch hatte nur eine untergeordnete Bedeutung.

Aus philosophischer Sicht markiert René Descartes das Ende des Mittelalters und den Beginn der Neuzeit. Seit der Antike wandelt sich die Philosophie, genau wie die Theologie und die anderen Wissenschaften. Zum Wendepunkt wird Descartes' Satz „Cogito, ergo sum“: „ich denke, (also) bin ich“. Hiermit verschiebt er den Fokus der Philosophie auf das Subjekt, den einzelnen Menschen und weicht damit stark von dem mittelalterlichen Verständnis des Individuums ab. Das lässt sich vergleichen mit unseren Regenbogen-Brillen. Wenn man sie aufhat, ist alles schön, aber nicht die echte Wirklichkeit. Wenn man nun aber die Brille abzieht, erkennt man die „wahre“ Realität. Dieses „Brille-Abnehmen“ passierte in der Neuzeit. Nach



Das Abnehmen der Brille: Vorher ...

Descartes beschäftigten wir uns noch mit einem Text über Empirismus und Rationalismus als Vorbereitung für Kant.



... und Nachher

Die Philosophie machte in der Neuzeit also eine entscheidende Wandlung durch. Sie spaltet sich wieder von der Theologie ab, widerlegt sogar die Gottesbeweise des Mittelalters und konzentriert sich nun hauptsächlich auf das einzelne Subjekt. Aufgrund dieser Wandlung brauchen die Philosophie und die Metaphysik dringend eine neue Grundlage, eine neue Richtung der Fragen, um den Zeitverhältnissen gerecht zu werden. Diese findet sich im historischen Hintergrund der Neuzeit: Im 17. und 18. Jahrhundert fanden unter anderem der 30-jährige Krieg, der Beginn der Industrialisierung und die französische Revolution statt.

In dieser von Aufständen und Revolutionen geprägten Zeit werden der Wunsch des Einzelnen nach Freiheit und Selbstbestimmung und seine Rechte in der Gesellschaft wichtig, was sich natürlich auch deutlich in der damals betriebenen Geisteswissenschaft zeigt.

Die Denkrichtung verschiebt sich in der Neuzeit also, der Fokus richtet sich auf das individuelle Subjekt. Das neue Ziel ist es, den Zusammenhang zwischen dem menschlichen Denken und Erkennen und dem Geschehen des Kosmos erklären zu können. Fragen wie: Wie denken wir? Können wir Dinge objektiv betrachten? Wie beeinflussen wir die Welt? werden zum Mittelpunkt der Philosophie.

Die Philosophen der Neuzeit finden dann jedoch auch recht gegensätzliche Zugänge und Antworten zu und auf diese Fragen. Wir beschäftigten uns mit den beiden berühmtesten: Kant und Hegel.

## Immanuel Kant – „Ein Geschenk ohne Grenzen“

AKSCHAYA VITHYAPATHY

Immanuel Kant (1724–1804) war einer der berühmtesten Philosophen der Neuzeit und ist bis in unsere heutige Zeit höchst bedeutsam geblieben. Er studierte anfangs Mathematik, Naturwissenschaften und Philosophie, lehrte aber im Nachhinein (auf „kantisch“: a posteriori) nur noch Philosophie an der Universität in Königsberg.

Wir haben schnell festgestellt, dass Kant sich von den Philosophen vor ihm unterschied, vor allem deswegen, weil er etwas ganz anderes als Ausgangspunkt wählte als sie, nämlich den Verstand bzw. das menschliche Erkenntnisvermögen. Für Kant ging es in erster Linie um den denkenden und erkennenden Menschen und wie dessen Denken und Erkennen funktioniert. Um diese Theorie Kants und um seinen komplizierten Verstandesapparat verstehen und nachvollziehen zu können, ackerten wir endlos lange Originaltexte (mit noch endlos längeren Schachtelsätzen) durch, bei denen wir zum Teil etwas ins Grübeln kamen, aber auch in heftige Diskussionen gerieten. Sogar unser Schlachtruf für den Sporttag ist auf einen der Originaltexte Kants zurückzuführen („Transzendente Einheit der Apperzeption!“)!

In seinem bekanntesten und bedeutendsten Werk, der *Kritik der reinen Vernunft* versucht er, den Empirismus, der besagt, dass alle Erkenntnis auf sinnlicher Wahrnehmung beruht und den Rationalismus, der besagt, dass alle Erkenntnis ihren Ursprung im reinen Denken und im Verstand hat, zu vereinbaren. Dies ist Kant auch gelungen, indem er sagt, dass sowohl die sinnliche Wahrnehmung als auch der Verstand notwendig sind, um an objektive Erkenntnis zu gelangen. Dieses Prinzip verwendet er unter anderem in seiner Theorie über die Funktion des Verstandesapparats.

Kant war aber nicht nur ein Philosoph, der eigene Theorien aufstellte, sondern er beschäftigte sich ebenso damit, die Theorien seiner Vorgänger zu widerlegen, was er mitunter auf eine sehr deutliche Art tat.

Beispielsweise konnte er alle jemals existieren-

den Gottesbeweise, den ontologischen, den kosmologischen und den physikotheologischen widerlegen und dachte sich dann anschließend, wie es sich gehört, seine eigenen Gottesbeweise aus. Trotzdem folgerte Kant, dass die Metaphysik wie bisher nicht mehr möglich ist. Der Grund dafür sind die Kategorien, bestimmte Verstandesstrukturen, in die alles Existierende eingeordnet wird. Dadurch werden Erkennen und Denken erst möglich. Die Kategorien lassen sich allerdings nicht auf metaphysische Gegenstände wie Gott anwenden, was die theoretische Metaphysik unmöglich macht.

Kant aber hatte gleich den perfekten Ersatz parat: die praktische Metaphysik. Diese besagt, dass der Mensch nach Vernunftgesetzen, das heißt aus Freiheit, bzw. „moralisch“ handeln sollte. Darum stellte Kant den kategorischen Imperativ auf, welcher für ihn das höchste moralische Gesetz war: „Handle so, dass die Maxime deines Handelns jederzeit zugleich als Prinzip einer allgemeinen Gesetzgebung gelten könnte“. Das bedeutet, man soll versuchen, so zu agieren, dass alle anderen Menschen genauso handeln könnten, ohne dass Schaden angerichtet wird. Wir haben uns vorgestellt, wie es wäre, mindestens einen ganzen Tag lang nach diesem Gesetz zu leben und führten auch lange Diskussionen zu diesem Thema.

Weil ich all die Erfahrungen, die ich mit Kant gemacht habe, nun in einem Fazit ausdrücken will und euch gleichzeitig etwas mit auf den Weg geben möchte, nehme ich ein Zitat von Goethe, welches mehr als tausend Schachtelsätze über Kant aussagt:

„Kant hat auch auf euch gewirkt, ohne dass ihr ihn gelesen habt.“ Nun habt ihr die Möglichkeit über die Bedeutung dieses Zitates zu philosophieren.

## Hegel – alles ist Geist

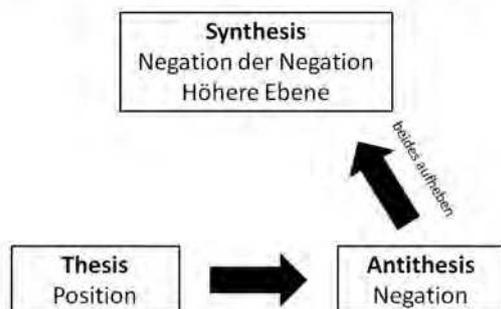
LAURA PENDL

Im Gegensatz zu Kant konzentriert Hegel sich nicht auf den Verstandesapparat eines einzelnen Menschen, sondern er legt weitaus größere Maßstäbe an und erweitert seinen Fokus. Sein Ziel ist es, die ganze Wirklichkeit auf einmal zu erfassen.

Georg Wilhelm Friedrich Hegel wurde 1770 geboren, also 46 Jahre nach Kant. Anders als dieser wechselte Hegel häufig seinen Wohnort, wodurch auch seine Philosophie beeinflusst wurde. Im Unterschied zu Kant, der Zeit seines Lebens seinen Wohnort Königsberg nie länger verließ, lehrte Hegel an vielen verschiedenen Universitäten in Deutschland.

Grundlegende Methode seiner Philosophie ist die Dialektik. Sie ist im Prinzip ein philosophisches Arbeitsmittel und geht von einer Ausgangsbehauptung, einem Begriff (auch These oder Position) aus. Dieser Begriff hat in sich schon sein Gegenteil enthalten und „denkt“ dieses nun aus sich heraus. Das nennt man dann Negation oder Antithesis. Sie ist der These gegenübergestellt und hat ihren Ursprung dort. Im dritten Schritt folgt nun die Synthese (=Verknüpfung), die beide Begriffe in sich aufhebt.

#### Allgemeines Schema der Dialektik nach Hegel



Der dialektische Dreischritt

Nachdem wir das erste Referat über Hegel gehört hatten, stellten wir erleichtert fest, dass Hegels Schreibstil sich drastisch vom Schreibstil Kants unterscheidet. Dem Ausschnitt aus Hegels „Wissenschaft der Logik“ konnten wir zwar alle gut folgen; mit dem Ergebnis hatte allerdings keiner gerechnet:

Sein = Nichts! Das mussten wir erst einmal in einer gemeinsamen Diskussionsrunde verdauen.

Jetzt kristallisierten sich schon die ersten Kant- bzw. Hegel-Fans heraus. Dies wurde durch eine „amerikanische“ Debatte nach festen Regeln weitergeführt. Kantianer und Hegelianer argumentierten gegeneinander zum Thema: „Das

Subjekt bestimmt das Objekt?!“.

Die Pro-Seite vertrat die kantianische Ansicht, dass wir an den Dingen nur das erkennen können, was wir durch unseren Verstand (den des Subjekts) schon in sie hineingelegt haben. Hegels Philosophie stimmt dem jedoch nicht ganz zu. Hier stehen Subjekt und Objekt in einer Wechselbeziehung und sind deshalb nicht strikt trennbar. Unsere Debatte, anfangs noch sachlich und streng nach Vorschrift, wurde im Lauf der Zeit immer hitziger, bis wir mit viel Gelächter und der Frage, ob Sägen an Bäumen wachsen können, endeten. Das Ergebnis der Debatte waren noch eindeutiger persönliche Positionen und eine Fortsetzung beim Abendessen.



Unsere Debatte

Doch warum sind Subjekt und Objekt laut Hegel eigentlich nicht vollständig trennbar? Nach Hegel ist alles vom Geist durchwirkt – sowohl Subjekte als auch Objekte. Wie bereits erwähnt, hat Hegel versucht, alles auf einmal zu begreifen, was vor und nach ihm keiner gewagt hat. Hierfür verwendet Hegel den Begriff des Geistes, der so lange die Dinge aus sich heraus erschafft, bis er selbst die ganze Wirklichkeit geworden ist. Das heißt, dass der Geist eben sowohl in Subjekten wie auch Objekten enthalten ist.

Dies lässt sich zum Beispiel auch daran erkennen, dass man jedem Werk, jedem Produkt, also jedem Objekt einen Teil von sich mitgibt und es dadurch auch wieder erkennen kann. Unter anderem durch die Kunst konnten wir eine Beziehung zu Hegels Philosophie herstellen,

was uns wieder viel Gesprächs- und Diskussionsstoff lieferte.

Das zweite Hegel-Referat beschäftigte sich mit Hegels System. Damit wollte er durch den dialektischen Dreischritt die Welt bis ins kleinste Detail beschreiben, bis er am Ziel, dem allumfassenden, absoluten Geist, angekommen ist. Diesen Ansatz Hegels fanden die meisten von uns eigentlich recht einleuchtend, allerdings hat er alles in den Dreierschritt der Dialektik hineingezwängt, was sich unserer Meinung nach nun mal nicht überall anwenden lässt.

Hegels Philosophie wird als „Höhepunkt und Schlussstein der Metaphysik“ bezeichnet, weil er eben wie kein anderer vor ihm die Metaphysik auf die Spitze getrieben hat, indem er alles in den Geist integrierte. Seine Philosophie bildet deswegen aber auch gleichzeitig das Ende der Metaphysik und bereitet damit den Weg für die metaphysikkritischen Philosophen.

## Von der Metaphysik zu ihrer Kritik

WENDELIN WIEDEMER

Ging es der Metaphysik in der Neuzeit noch um moralischen Fortschritt und die Vervollkommnung der Menschheit – um den wissenschaftlich-technischen Fortschritt als Herrschaft über die Natur, so wird die Philosophie im 19. und 20. Jahrhundert verweltlicht.

Mit dem Einsetzen der industriellen Revolution wird das Denken immer mehr auf das Diesseits bezogen. Durch das Voranschreiten von Naturwissenschaft und Technik, verliert die Philosophie ihren Vorrang unter den Wissenschaften und die Hoffnung, die Welt mit Hilfe der Philosophie vollständig erklären zu können, schwindet. Des Weiteren wird auch die Existenz eines Gottes in Frage gestellt.

Während dieses Kursabschnittes, in dem wir den Übergang von der neuzeitlichen Metaphysik bei Kant und Hegel zur metaphysikkritischen Philosophie behandelten, ging es vor allem darum, die Werke einzelner Vertreter dieser Epoche zu lesen und zu verstehen. Diese waren in unserem Fall Ludwig Feuerbach, Karl Marx und Friedrich Nietzsche.

Feuerbach ist der Ansicht, dass Gott lediglich eine Illusion ist. Er meint, wir verehren nur das als Gott, was unserer Ansicht nach das Abbild eines perfekten Menschen ist. Er glaubt, wir verehren einen Teil unseres nicht individuellen Wesens als anderes Wesen.

Marx war der Meinung, dass Religion das Opium des Volkes sei, weil die Verheißung eines wunderbaren Jenseits (z. B. des Paradieses) das Volk vom Protest gegen das diesseitige Elend abhält.

Nietzsches Standpunkt erscheint etwas komplexer. Zwar betrieb auch er Religionskritik, im Kurs beschäftigten wir uns aber mit einer anderen Theorie von ihm: Für Nietzsche ist das Wort ein Ausdruck zur Erinnerung an ein individuelles Erlebnis, während der Begriff für ihn Verallgemeinerung und Vereinheitlichung von ungleichen Dingen heißt. Beispielsweise verstehen wir unter dem Begriff Glas ein Glas, aber es gibt Gläser in den unterschiedlichsten Größen, Formen und Farben. Er kritisiert an der Metaphysik, dass sie von Anfang an blind gegenüber einzelnen Dingen gewesen sei und nur etwas über allgemeine Wesenheiten gesagt hätte, deren Existenz sie jedoch nicht beweisen kann. Deshalb könne die Metaphysik die Welt nie vollständig erklären. Nietzsche ging sogar so weit, die Metaphysik als eine Reaktion auf die Unfähigkeit mancher Menschen zurückzuführen, die mit dem Leben, so wie es ist, nicht fertig werden.

An seiner Theorie gilt es jedoch zu kritisieren, dass uns erst die Begriffe dazu befähigen zu denken, das heißt ohne Begriffe könnte nicht nur keine Metaphysik betrieben werden, sondern gar nicht gedacht werden.

Nach einer (wie immer) ausführlichen Diskussion beschäftigten wir uns mit den metaphysikkritischen Autoren, deren Ansätze wir teilweise plausibel, häufig aber zu einseitig fanden. Im Speziellen behandelten wir Martin Heidegger sowie Theodor W. Adorno.

## Martin Heidegger

DORIS BRETZ

Martin Heidegger wurde am 26.09.1889 in Meß-

kirch geboren und starb am 26.05.1976 in Freiburg im Breisgau. Er wuchs in einfachen, aber wohlgeordneten Verhältnissen auf. Seine streng katholischen Eltern bemühten sich – trotz knapper finanzieller Mittel – um eine gute Ausbildung ihrer Kinder. Aufgrund seiner hohen Begabung wurde ihm ein Stipendium an einer Priesterschule ermöglicht. Von 1909 bis 1913 studierte er Philosophie an der Universität Freiburg, brach aber 1911 sein zweites Fach, die Theologie, ab.

Heidegger, dessen Wurzeln im Südschwarzwald zu finden sind, war sehr vom Landleben geprägt. Von Freiburg aus entdeckte er den Südschwarzwald für sich, weshalb er sich dort eine Hütte baute, in der einige seiner Werke entstanden. 1927 erschien sein wichtigstes Werk „Sein und Zeit“, welches den ersten Höhepunkt seiner Philosophie darstellte. Der zweite folgte nach dem 2. Weltkrieg. Trotz dieser Erfolge wurde er stark für sein zeitweiliges Engagement für den Nationalsozialismus kritisiert.

### 1. Das Sein

Der Begriff des Seins kann nicht genau definiert werden. Mit dem Begriff Sein ist kein Hilfsverb, so wie wir es in der Sprache verwenden, gemeint. Es ist vielmehr der „Gegenstand der Metaphysik schlechthin“ (Philip Hogh).

Heidegger zufolge lässt es sich dagegen auch mit „geschichtlichem Geschehen“ umschreiben. Ziel des Menschen sollte es sein, offen für dieses Sein zu werden. Heidegger verwendet hierfür den Begriff Ek-sistenz, der sich vom lateinischen „ex-sistere“ (herausstehen, auftreten) ableitet. Ek-sistenz heißt für ihn, das „Man“ (das durchschnittliche Selbstverständnis des Menschen) zu durchdringen und aus sich selbst herauszutreten, um zum Sein zu gelangen.

Das Sein ist für ihn etwas Aktives. Man könnte es mit einem Werfer vergleichen, auf dessen Entwürfe wir durch alles was wir tun – durch unser Denken und Handeln – antworten. Daraus resultiert die eingeschränkte Freiheit des Menschen, der Gedanke, dass wir unser Schicksal nicht vollkommen selbst bestimmen können, sondern vielmehr auf etwas Vorgegebenes reagieren. Dieser Gedanke führte zu kontroversen Reaktionen, welche den Kurs in zwei Lager spalteten und Diskussionen bis in die späten

Abendstunden zur Folge hatten.

Weiter beschäftigte sich Heidegger sehr mit der Warumfrage: Warum ist eigentlich Seiendes und nicht vielmehr Nichts?

Diese Frage setzt das Sein der drohenden Möglichkeit des Nichts und der Sinnlosigkeit aus. Daraus ergibt sich die Fragestellung, wie es um das Sein steht, womit gemeint ist, welchen Sinn es hat und was es bedeutet. Für Heidegger ist das Sein nicht so zu verstehen wie ein einfacher Gegenstand. Vielmehr versteht er es als ein geschichtliches Geschehen, das uns bestimmt. Heidegger unternahm dazu einen entscheidenden Schritt zurück an den Anfang der Metaphysik, wo das Sein noch nicht als ein Gegenstand, sondern als das Sein an sich gedacht wurde.

Der Mensch ist für Heidegger der Einzige, der das Wunder des Seins erfahren kann, denn er allein kann es überblicken. Dadurch ist das Sein in einem engen Bezug zum Menschen. Er kann aus der alltäglichen Welt herausstehen, da er über seine Existenz nachdenken kann. Er ist in der Lage, sich selbst zu erkennen, indem er von dem Sein aus auf sich schaut. Das Sein erschließt er sich erstens durch die Sprache, zweitens durch das Wahrnehmen der Außenwelt und drittens durch sein Handeln, indem er sich der Dinge um ihn herum bedient.

### 2. In welchem Verhältnis sieht Heidegger Metaphysik, Technik, Wissenschaft und das Sein?

Für Heidegger liegen Wissenschaft und Technik nah beieinander, beide sind modern und neuzeitlich und haben mit dem Veränderlichen zu tun, wohingegen die Metaphysik antik und klassisch ist und sich mit dem Immergleichen beschäftigt. Wissenschaft, das ist die Auslegung des Seienden und die spezifische Art des Sehens und Befragens von Vorgängen in der Natur. Sie nimmt die Wirklichkeit durch Vergegenständlichung wahr und sucht das Sein in der Gegenständlichkeit.

Wie bei der Wissenschaft bildet auch bei der Technik das vergegenständlichende Denken die Basis. Die Technik hat dadurch, dass sie Dinge zur Erscheinung kommen lässt, die sonst verborgen bleiben, am Wahrheitsgeschehen teil. Dennoch kritisiert Heidegger die Technik, da ihre wahre Bestimmung in den Hintergrund gedrängt wird: Durch Profitgier und Wettbewerb

wird der Blick auf das Sein verstellt und der Mensch wird von sich selbst entfremdet.

### 3. Heideggers Metaphysikkritik

Heidegger sieht die Geschichte im Zeichen des Negativen, des Vergessens des Seins, der Herrschaft des Subjekts und des Verlusts der Wahrheit. Er geht auf das Natur- und Seinsdenken der Griechen ein, als der Mensch noch nicht Subjekt und das Seiende noch nicht Objekt war. Er kritisiert die Erhebung des Menschen zum Subjekt, die das Seiende vergegenständlicht und das „an sich Seiende“ beseitigte, sodass jeder Weg zur Erfahrung des Seins ausgelöscht wurde.

Im Großen und Ganzen traf die Theorie von Heidegger im Kurs auf große Zustimmung. Abgesehen von seiner Auffassung von Freiheit, konnte sich fast jeder in gewissem Maße mit seiner Lehre identifizieren.

## Theodor W. Adorno

PHILIPP AWOUNOU

Auf der Grundlage eines Referates beschäftigten wir uns intensiver mit dem Metaphysikkritiker Theodor W. Adorno. Ein Großteil des Kurses konnte sich mit seinem Gedankengang identifizieren, weshalb hitzige Diskussionen (ausnahmsweise) ausblieben, die Lektüren jedoch umso interessanter wurden.

Theodor Wiesengrund Adorno wurde am 11. September 1903 in Frankfurt am Main geboren. Schon in seiner Kindheit ist Adorno mit außergewöhnlichen Fähigkeiten gesegnet, sowohl, was seinen Intellekt, als auch, was seine Musikalität, Kreativität, u.a. betrifft.

1924 schloss er mit Bestnoten sein Studium in Philosophie, Musikwissenschaft, Psychologie und Soziologie ab, nachdem er sich bereits als einflussreicher Musikkritiker einen Namen gemacht hatte. Nicht selten ist deshalb in seiner Philosophie eine Verknüpfung mit der Musik erkennbar. Nachdem Adorno während des Nationalsozialismus im amerikanischen Exil leben und arbeiten musste, zieht es ihn 1949 wieder in seine Heimatstadt Frankfurt, wo er seine Arbeit an der Universität und am Institut für Sozialforschung wieder aufnimmt.

Seine philosophischen Arbeiten, die er der Welt nach seinem Tod 1969 in der Schweiz hinterließ, machten ihn zu einem der bedeutendsten Philosophen des 20. Jahrhunderts.

Adornos Philosophie ist eine Form von Metaphysikkritik. Den Begriff Metaphysikkritik muss man jedoch etwas weiter definieren: Im Kern kritisiert Adorno eigentlich die Gesellschaft, weshalb in seiner Philosophie häufig von Gesellschaftskritik die Rede ist.



Laut Adorno besteht der Zweck metaphysischer Theorien darin, den Sinn des menschlichen Daseins zu klären, z. B. durch die Existenz Gottes, die Idee des Guten etc. Adorno, der den Nationalsozialismus und den Holocaust überlebt hatte, konnte nicht mehr an solchen Theorien festhalten, denn wie, fragte er sich, sollte es möglich sein, dass 6 Millionen Juden getötet werden und es dennoch einen Gott bzw. das Gute auf der Welt gibt?

Daraus schließt er, dass es das Gute nur noch als eine Idee gibt, die aber keine Wirksamkeit in der Welt mehr hat. Diesen Zustand befindet Adorno jedoch als äußerst unbefriedigend. Jener Zustand ist jedoch das Ergebnis von historischen und gesellschaftlichen Entwicklungen. Deswegen kommt Adorno zu der Lösung, dass das Gute wieder in die Welt gebracht werden muss. Seine Folgerung lautet daher:

**Die Gesellschaft muss verändert werden!**

Es muss eine Gesellschaftsform gefunden werden, in der jeder glücklich werden kann. Letztendlich hält Adorno an den metaphysischen Theorien fest und erklärt sie nicht für falsch, sie müssen jedoch umgesetzt werden und eine Veränderung der Gesellschaft bewirken. Wer-

den die Theorien realisiert, dann bedeutet dies wiederum das Ende der Metaphysik, da die Theorien dann überflüssig werden.

## Philosophischer Abend

FABIAN WERNER

Gegen Ende der Akademie stand noch ein weiterer Höhepunkt an. Wir Philosophen bekamen die Chance, den anderen Teilnehmern der Science Academy mit einem Philosophischen Abend das Verhältnis von Philosophie und Neurowissenschaften näher zu bringen.

Dr. Jan Slaby von der Universität Marburg hielt einen Vortrag, der uns zu mehr Information verhelfen sollte. Die Neurowissenschaften sind in letzter Zeit dadurch, dass sie einen Weg gefunden haben, Gedanken und Gefühle im menschlichen Gehirn zu erforschen und zu erklären, immer mehr in den Fokus des öffentlichen Interesses geraten und haben die Philosophen mit ihren Argumenten in Bedrängnis gebracht und kritisiert. Diese waren bisher diejenigen, die sich mit dem menschlichen Denken beschäftigten.

Im Vortrag wurden hauptsächlich die Ergebnisse der Neurowissenschaften thematisiert, die es zu einiger Aufmerksamkeit in den Medien gebracht haben. So können Neurowissenschaftler zum Beispiel messen, ob und inwiefern ein Teil des Gehirns aktiv ist, und Vermutungen darüber anstellen, wofür dieser Teil zuständig ist. Ein Boulevardmagazin schreibt dazu: „Bald ist Gedankenlesen Wirklichkeit“.

Davon sind die Neurowissenschaften aber noch ungefähr so weit entfernt wie die Gebrüder Wright von der Mondlandung. Dennoch behaupten einige von ihnen, die Philosophie und vor allem die Metaphysik, wären komplett veraltet. Einige wenige Neurowissenschaftler behaupten sogar, Metaphysiker sollten sich ausschließlich mit Neurowissenschaften beschäftigen.

Dadurch gestaltete sich der erste Teil des Vortrags der Philosophie gegenüber sehr kritisch und man konnte sich die Frage stellen: Sind Philosophie und Metaphysik überhaupt noch möglich, geschweige denn notwendig und können sie uns besser erklären, was menschliches Leben

ausmacht als die Neurowissenschaften? Das



Dr. Jan Slaby

änderte sich jedoch in der anschließenden Diskussion mit Jan Slaby. Zur durchaus angebrachten Kritik äußerte er, dass er die Philosophie keinesfalls als überholt ansehe. Es sei zwar so, dass die Philosophen immer weiter verdrängt werden, was jedoch keineswegs gut oder fortschrittlich sei. Neurowissenschaftler und Philosophen sollten stattdessen zusammenarbeiten, um bessere Ergebnisse zu erzielen. Mittlerweile hat sich sogar ein ganzer Teilbereich der Philosophie gebildet, der sich mit dem Gehirn und mit den Neurowissenschaften beschäftigt: die Neurophilosophie. Dagegen konnten die Neurowissenschaften kaum eine philosophische Theorie vollkommen widerlegen, wenn man einmal von Aristoteles' Ansicht absieht, Gefühle würden im Herzen entstehen und das Gehirn wäre nur Kühlorgan.

Es stellte sich natürlich auch die Frage, ob man als Neurowissenschaftler noch an die Existenz einer Seele glauben könne. Die Antwort lautete, dass man natürlich daran glauben könne. Die Neurowissenschaft hat ihre Existenz weder widerlegt noch bewiesen und wird es

voraussichtlich auch nicht tun. Durch neurowissenschaftliche Forschung erfährt man nur, was sich im Gehirn abspielt, jedoch nicht, ob eine Seele existiert oder nicht. Die Grundfragen der Philosophie nach der Ursache hinter allem und nach unserem Selbstverständnis als Menschen können weder von der Philosophie noch von den Neurowissenschaften abschließend und eindeutig beantwortet werden.

## „Philosophen“-beschreibungen

MELANIE ROSNER, SANDRA WELTE

### Philipp Awounou ...

... erkannte man bis vor Kurzem an seiner charakteristischen Haarpracht. Obwohl er den FCB unterstützt, ist er superlieb, total lustig, ziemlich kitschig und spricht zwar kein bayrisch, dafür aber seinen eigenen Dialekt, badenserisch.

### Frederik Benzing ...

... war der ernsthafte Kritiker unter uns, der alles hinterfragte und durch seine lustigen Kommentare oder Wortwitze die Atmosphäre auflockerte. Nach den zwei Akademiewochen war er außerdem zusammen mit Wendelin ein wahrer Profi in Slack-Line.

### Doris Bretz ...

... auch bekannt als Drois war die emotionalste unter uns, vor allem bei Referaten und Auftritten. Mit ihrem süßen Lächeln und ihrer Offenheit überzeugte sie jedoch jedes Mal. So auch beim Talentwettbewerb, wo sie mit ihrer grandiosen Tanzeinlage das Publikum begeisterte.

### Sophia Egger ...

... erscheint auf den ersten Blick etwas ruhig, doch stille Wasser sind ja bekanntlich tief. Da sie an vielen Dingen sehr interessiert ist und sich schnell für Dinge begeistert, wirkte sie zum Beispiel auch in der Theater KüA bravourös mit.

### Laura Pendl ...

... ist unser kleiner Sonnenschein. Durch ihr offenes Wesen verbreitet sie stets gute Laune und auch bei ihrem Auftritt mit der Combo

versetzte sie das Publikum in Begeisterung. Bei Laura trifft eindeutig der Spruch „klein aber oho“ zu.

### Melanie Rosner ...

... die sportliche Tänzerin, die gerne lacht (selbst über die dümmsten Witze) ist immer gut drauf und aktiv, so half sie auch bei der Vorbereitung des Bergfestes mit. Wenn sie gerade nicht klettert oder auf Sommerakademien geht, engagiert sie sich sozial, was sich an ihrer Hilfsbereitschaft zeigt.

### Felix Streicher ...

... fällt vor allem durch seinen Kleidungsstil auf, zum Beispiel mit seiner (wirklich tollen) grünen Hose. Er bringt viel Farbe in allerlei Hinsicht, auch durch seine gut durchdachten Beispiele, in unseren Kurs, nicht zuletzt durch seine Haare. Auch die Parties wären ohne seine lustige Art nicht das gewesen, was sie waren.

### Akschaya Vithyapathy ...

... auch Akschi genannt, ist zwar eher ruhig und nachdenklich, dafür aber immer zu allen total nett und zuvorkommend. Ihr musikalisches Talent brachte sie in die Musik KüA an der Geige ein.

### Sandra Welte ...

... ist mit ihrer tollen Handschrift und ihrer perfekten Kommasetzung ein wahres Deutschgenie. Sie ist sehr hilfsbereit und immer für einen da, trotz ihrer eher ruhigen Art. Außerdem strickt sie außerordentlich GENIAL.

### Fabian Werner ...

... ist der eindeutige Beweis dafür, dass ein Mensch sich von fünf Litern Eistee am Tag ernähren und dabei auch noch total viel lachen kann. Wie zum Beispiel am PhiloAbend sagt er, was er denkt, wenn es angebracht ist. Gemeinsam mit Wendelin bildet unser „Kleiner“ das Dreamteam was Körpergrößen angeht.

### Wendelin Wiedemer ...

... unser „Riese“ liebt Diskussionen und überzeugt dabei fast alle. Ohne seine Kreuzworträtsel wären die Pausen für ihn und dann auch für uns unüberbrückbar gewesen. Auf den Parties

übte er sich gemeinsam mit Felix des Öfteren im Head Banging.

## Fazit

### **„Philosophie ist das allerernsteste . . .**

Nach diesem Motto gestaltete sich der Philosophiekurs. Hitzige Diskussionen, tolle Vorträge und komplizierte Lektüren waren an der Tagesordnung. Philosophen wie Kant, Hegel usw. brachten uns mit ihren Aussagen nicht selten an den Rand der Verzweiflung. Diesen Problemen stellten wir uns selbstverständlich mit größtem Elan und Diskussionsfreude. Die Arbeitsatmosphäre und der lockere Umgang unserer Kursleiter Philip, Lea und Hannah trugen dazu bei, dass die beiden Wochen auf der Science Academy ein unvergessliches Erlebnis wurden, an das wir uns gerne zurückerinnern werden.

### **. . . aber so ernst nun auch wieder nicht.“(T. W. Adorno)**

Auch das Ende des Zitates von Adorno spielte im Kurs eine tragende Rolle. Lustige Kommentare von Seiten der Teilnehmer, aber auch von Seiten der Leiter (Philip: „Ist noch tEdA?“) hellten den Kursalltag merklich auf. So kam es, dass Tamagotchies, Sägenbäume oder Kekskrümel genauso Inhalt unseres Kurses waren wie die transzendente Einheit der Apperzeption (tEdA) und ein empirisches Subjekt.

Letzten Endes bleibt uns nur noch zu sagen: „Ob Schweinshaxe oder Weißbier – ist doch wurschd, aber ob Subjekt oder Objekt keinesfalls!“

## Mikrogravitation mit Raketen



### Wir ...

Wir, der Mikrogravitationskurs, das sind 11 Teilnehmer plus zwei Leiter plus ein Schülermentor. Wenn wir alle zusammen vom Dach springen würden, kämen wir alle gleichzeitig am Boden an – zumindest, wenn man den Luftwiderstand nicht beachtet. Aber auch sonst haben wir so einiges gemeinsam. Uns verbindet der Spaß am Tüfteln und an der Physik sowie das Interesse an Raketen.

Auch in unseren Freizeitaktivitäten fanden sich viele Gemeinsamkeiten. Unsere sportlichen Fähigkeiten halfen uns, das Sportfest zu gewinnen, und auch die Musik verbindet uns. Während der Akademiezeit entwickelte sich ein Teamgeist, der uns noch mehr zusammenschweißte. Jeder von uns hatte diesen Kurs als Erstwahl, und keiner hat das bereut.

### ... en detail ...

**Andreas** war unser Kameraspezialist und trug somit viel dazu bei, dass wir bei der Abschlusspräsentation gute Filme präsentieren konnten. Falls das gesamte Team einmal mit einem Problem dastand, war oft nur eine einfache Frage an den genialen Andreas vonnöten, der das Problem, an dem sich alle den halben Tag lang die Zähne ausgebissen hatten, dann in Sekunden einfach und praktisch zu lösen wusste. Ansonsten half er auch tatkräftig bei der Entwicklung des Antriebsmoduls und war mit großer Begeisterung bei den Tests dabei.

**Annika** war immer, wirklich immer gut gelaunt und hatte noch bis tief in die Nacht gute Ideen für ihre Experimente. Zudem war

Annika die Rettung unseres Kurses, da sie sich rechtzeitig um die Leitergeschenke kümmerte. Als Dank wurde ihr die Erkenntnis geschenkt, dass ein Trichter ein Loch hat. Mit Lili und Tobias gehörte sie zu den Geigern, die bei ihren Auftritten für Begeisterung sorgten – typisch Mikro!

**Christina** oder besser Christiane, denn sie hat in den zwei Wochen einen neuen Namen bekommen. Sie war auch immer Ansprechpartnerin für den Fallschirm und erklärte immer wieder mit Begeisterung, wie der Gummi „wegfatz“. Außerhalb des Kurses engagierte sie sich in der Theater-KüA und bot am Abschlussabend eine tolle Vorstellung.

**Denis** hielt uns oft mit seinen Späßen auf Trab. Der größte Schreckensmoment war jedoch, als er sich beim Spielen mit einer Schere fast den Finger absäbelte. Er war immer mit vollem Einsatz dabei und half tatkräftig beim Antriebsmodul und bei der Außenhaut mit. Bei unserer phänomenalen Raketenabschussshow war Denis der Mann an der Luftpumpe bei unserer Aquariane Alpha – und das trotz eines Fingerverbandes.

**Lilian** sorgte während der Akademie mit ihrem musikalischen Talent für Begeisterung. Und als Flight Commander des dritten Starts war sie die Verantwortliche für einen sicheren Flug unserer Aquariane 680. Auch diese Aufgabe löste sie mit Bravour. Sie ist auch ein fröhlicher Typ, sodass es in unserem Kurs immer etwas zum Lachen gab. Bei der Entwicklung und Fertigung des Experimentiermoduls half sie auch tatkräftig mit und trug so viel dazu bei, dass wir so tolle Filme hatten.

**Lynton** faszinierte uns mit seinen selbst gemachten Zeichentrickfilmen. Mit seinem Actionfilm *ULTIMATE ANNIHILATOR* gewann er den verdienten zweiten Platz des Talentwettbewerbs beim Bergfest. Er sorgte mit seinen humorvollen Bemerkungen auch in angespannten Situationen für gute Laune (*Balsaholz ist von der Ur-*

*waldrodung her gesehen ja nicht so korrekt.*) Er fertigte die Hauptskizze unserer Raketen an und half damit uns allen, nicht den Überblick zu verlieren.

**Maria** war ein unverzichtbarer Bestandteil der Experimentiergruppe und des gesamten Kurses. Sie trug mit einer unfassbaren Sackhüpfen-Rekordzeit beim Sportfest erheblich zu unserem Sieg bei. Sie betrachtete die Dinge oft aus anderen Perspektiven und fand auf diese Weise Fehler oder Mängel, die andere Kursteilnehmer übersehen hatten. Die gesamten zwei Wochen hindurch war sie unglaublich motiviert und erschien schon sehr früh im Kursraum, sodass am Ende keine Zeit mehr für ihre Nach(t)isch-KüA blieb.

**Robin** übernahm als unser Computerspezialist die Rolle des CapCom (Capsule Communicator) und wusste immer genau über die Videoaufnahmen Bescheid. Auch beim Bau der Rakete war er sehr engagiert und mit Herz und Seele dabei. Er half zuverlässig überall dort, wo er gebraucht wurde, ohne sich dabei in den Vordergrund zu drängen. Als es galt, das Sportfest zu gewinnen, war er eine große Stütze. Außerhalb des Kurses war er oft im Sportbereich zu finden, falls er nicht an der Mathe-KüA teilnahm.

**Sandra** war unsere größte Hoffnungsträgerin beim Sportfest. Sie war – wenn sie denn nicht zu spät kam – während der Kursstunden meistens in der Fallschirmgruppe anzutreffen. Dort half sie tatkräftig mit reichlich guter Laune und guten Ideen, wenn sie sich nicht von gewissen anderen Teilnehmern ablenken ließ, oder ihr Dutzende von leeren Cola-Mix-Flaschen nicht den Blick versperren.

**Steffen** war sehr sportlich. In seiner Freizeit baut er Flugzeugmodelle, was ihm natürlich bei der Arbeit mit dem Balsaholz sehr zugute kam und so dem ganzen Team half. Auch beim Sportfest trug er viel zum Sieg bei. Außerhalb der Kurszeit spielte er oft Volleyball, was er auch in Markdorf im Verein spielt. Als Flight Commander der Aquariane Sky-Eye stell-

te er zusammen mit seinem Team einen neuen Höhenrekord auf und verschaffte uns ein geniales Video. Steffen war auch immer für einen Spaß gut.

**Tobias** begeisterte uns mit seinem schönen Geigenspiel. Da er das Hector-Seminar besucht, kannte er schon unsere Kursleiter. Er brachte viel Fachkompetenz mit in die Rakete ein. Auch beim Sportfest überzeugte er mit einer guten Gummistiefelweitwurf-Weite und trug zu unserem Gesamtsieg bei. Seine Computerkenntnisse waren maßgeblich für die ansprechende Gestaltung unserer Abschlusspräsentation verantwortlich.

**Lukas** war unser Schülermentor. Er war sehr engagiert und unterstützte uns, wo es ging. Dabei übernahm er oft den Job des Photographen, um unsere Erlebnisse zu dokumentieren. Auch als Arzt wies er gewisse Fertigkeiten auf, als er den Finger von Denis verbinden musste. Ansonsten konnte er uns auch bei vielen anderen Fragen helfen. Als er dann am letzten Tag Geburtstag hatte, feierten wir das natürlich gebührend.

**Jörg** hatte stets einen Sinn für Humor und stürzte uns oft mit seinen ironischen Bemerkungen und Fragen in große Verwirrung. Er steckte uns mit seiner Begeisterung für die Physik an und trieb uns somit zu Höchstleistungen. Auch am Bergfest stellte er wieder seinen Humor unter Beweis, indem er die typischen Fehler, die bei Präsentationen gemacht werden, zusammen mit Georg in einer Aka-akademie-demie-Präsentation durch den Kakao zog.

**Georg** wusste immer, wo es langgeht. Er hat uns immer mit großem Elan unterstützt, leider aber manchmal auch, indem er uns das Wort im Mund herumdrehte. Auch sonst machte er es uns nicht leicht: So mussten wir beim Sportfest seinen Bus mit ihm am Steuer den Berg hochziehen. Ansonsten half er uns sehr viel und war immer zur Stelle, wenn es ein Problem gab. Man darf sich freuen, dass er der nächste Akademieleiter werden wird.

## Unser Kursziel und die Umsetzung

ROBIN HUTMACHER,  
ANDREAS WALDVOGEL

Ziel unseres Kurses war der Bau einer wiederverwendbaren Rakete, in der wir Experimente in Schwerelosigkeit durchführen konnten. Um eine lange Experimentierzeit zu erreichen, sollte unsere Rakete möglichst hoch fliegen. Das erforderte zunächst einen starken Antrieb und ein möglichst geringes Gewicht sowie einen stabilen Flug. Für die Experimente, die in der Rakete mit einer Kamera aufgenommen werden sollten, stand nur wenig Platz zur Verfügung. Beim Bearbeiten sämtlicher Ziele musste natürlich immer auf den Zeitplan geachtet werden, und auch eine übermäßige Geldverschwendung war nicht vorgesehen.

Die Arbeit im Kurs gliederte sich in drei Bereiche. Im Vorfeld der Sommerakademie bereitete jeder Kursteilnehmer ein Referat zu verschiedenen Themen aus dem Gebiet der Raumfahrt vor. Um die physikalischen Grundlagen der Mikrogravitation zu verstehen und einen Einstieg in die Raketenphysik zu bekommen, bestand ein weiterer Teil unserer Kursarbeit aus Theorie-Einheiten. Die meiste Zeit verbrachten wir mit der Planung und Umsetzung unseres Raketenprojekts.

Wir hörten täglich ein bis zwei Referate unserer Kursmitglieder, die unser Wissen über die Pioniere der Raumfahrt, Raketentypen, Satelliten, das amerikanische Apollo-Programm und die russische Raumfahrt erweiterten. In Verbindung damit lernten wir, auf unsere Wortwahl zu achten und einen originellen Einstieg zu wählen. Lyntons Fechtversuche werden uns nie vergessen lassen, auf unsere Gestik zu achten. Auch umgangssprachliche Füllwörter wie „eben“ oder „relativ“ sollten eigentlich relativ vermieden werden. Dies erfuhr auch die ganze Akademie durch einen Vortrag unserer Kursleiter beim Bergfest, als sie nur die Wörter „Aka“, „Demie“, „eigentlich“ und „relativ“ benutzten. Des Weiteren ist eine Quellenangabe, bei Internetseiten sogar mit exakter Uhrzeit, unabdingbar.

Bei vielen Vorträgen waren die Anfänge zu

verbessern (à la: „Ich mache heute meinen Vortrag über ...“). Insgesamt wurden wir durch die Referate sowie die Vorträge bei der Rotation und der Abschlusspräsentation in diesem Thema geübt und konnten auch viel Wissen mitnehmen.

Um unsere Rakete und die Physik dahinter auch verstehen zu können, waren in den ersten Tagen Theoriestunden nötig. Unser Thema war die Kinematik, auch Bewegungslehre genannt, in deren Rahmen wir auch den freien Fall bearbeiteten.



So erfuhren wir auch, dass im freien Fall Mikrogravitation herrscht. Des Weiteren lernten wir zu verstehen, was Galilei schon vor langer Zeit erkannt hatte. Dieser stellte fest, dass alle Gegenstände, egal welche Masse sie haben, gleich schnell fallen, wenn man vom Luftwiderstand absieht. Dazu machten wir einen Versuch, bei dem wir einen Stahl- und eine Papierkugel fallen ließen und diese exakt gleich schnell fielen. Um herauszufinden, dass sich Körper im freien Fall gleichmäßig beschleunigten, banden wir Muttern an eine Schnur, die dann beim Fallenlassen in gleich großen Intervallen auf dem Boden aufkommen sollten.

Mit solchen und anderen Aufgaben wurde uns der Stoff anschaulich von unseren Kursleitern vermittelt. Für Spannung sorgte auch die Aufgabe, ein Papier unter einem 2-Eurostück wegzuziehen, ohne dass dieses umfiel. Derjenige, der es schaffte, durfte es behalten. Dies schaffte aber auch noch gefühlte Stunden später niemand, außer unserem Kursleiter Jörg, der bestimmt heimlich geübt hatte.

Mit dem entsprechenden Vorwissen machten wir uns an die konkrete Realisation unserer



Rakete. Früh war klar dass, wir sie in Module aufteilen wollten. Dies erforderte eine Aufteilung in effizient arbeitende Gruppen.

Denis, Lynton, Robin und Steffen beschäftigten sich mit dem Antrieb sowie der Konstruktion der Raketenaußenhaut. Christina, Sandra und Tobias entwickelten ein Rettungssystem mit Fallschirmen. Die Experimente waren das Thema von Annika, Lilian, Maria und Andreas. Datenübertragung und Auswertung wurden auf später verschoben, da sie zu dem Zeitpunkt noch nicht nötig waren.

Wir lernten schnell, dass die Absprache unter den Teams von großer Bedeutung war, damit jeder über die Arbeit der Anderen Bescheid wusste und zum Schluss alles zusammen passte.

Beim Anfertigen von ersten bemaßten Zeichnungen und exakten Materiallisten war konzentriertes und effizientes Arbeiten gefordert. Nachdem erste Ideen zustande gekommen waren, hatten wir für deren Umsetzung einen großen Werkraum mit allem, was wir brauchten, zur Verfügung. Bei der Arbeit darin erlernten wir auch viele handwerkliche Tätigkeiten wie



die Verarbeitung verschiedener Materialien und den Umgang mit den Maschinen. Denis zum Beispiel lernte den Umgang mit Scheren. Dies leider erst nach seinem Unfall.



Gegen Ende der Akademie wurde der Druck, eine Rakete, die für unsere Forschungszwecke geeignet ist, fertig zu stellen, immer größer, und so wurde immer härter gearbeitet und auch die abendliche Freizeit des Öfteren für Kurszwecke geopfert. Schließlich war unsere erste Forschungsrakete fertig, die Aquariane 1.1.

Da diese nicht so flog, wie wir es uns vorgestellt hatten, lernten wir, mit Rückschlägen umzugehen und aus Fehlern zu lernen. Beim Bau unserer zweiten Rakete mussten wir aufgrund der geringen Zeit unter großem Druck arbeiten, was im Nachhinein betrachtet auch eine Bereicherung darstellte.

Unsere neue Rakete, die Aquariane 680, hatte aufgrund ihres minimierten Gewichtes im Vergleich zur ersten Rakete eine längere Flugzeit, was die Durchführung von Experimenten ermöglichte. Die Videos dieser Experimente analysierten wir mit einem Computer, wodurch

wir unsere Kenntnisse über die Arbeit mit Videobearbeitungsprogrammen vertieften.

Selbstständigkeit war ein fester Bestandteil unserer Kursarbeit. Die Kursleiter standen uns mit ihrem Fachwissen und Tatkraft zur Seite und halfen uns mit Tipps beim Bau. Zwar hatten wir am Anfang Schwierigkeiten mit der Absprache, doch wir lernten und arbeiteten zum Schluss Hand in Hand. Auf diese Weise entwickelte unsere Gruppe einen solchen Ehrgeiz, dass in den letzten Tagen nur die Bettruhe und die Notwendigkeit der Anwesenheit einer Aufsichtsperson verhinderten, dass wir Tag und Nacht an unserer Rakete arbeiteten.

Die Krönung unserer zweiwöchigen Arbeit war die Vorstellung der Kursarbeit am letzten Tag. Wir sperrten den Sportplatz ab, besorgten uns Helme und ein Megaphon und begannen um exakt 18:17:30 Uhr mit der Demonstration einiger unserer Raketen. Um dem Publikum, bestehend aus Akademieteilnehmern, Familien und Kursleitern, die Entwicklung unserer Rakete zu zeigen, starteten wir zuerst eine normale Plastikflasche, welche sich noch wild drehte und kaum Höhe erreichte.

Anschließend zeigten wir ihnen einen schönen Flug unserer Aquariane Sky-Eye, bevor wir zum absoluten Höhepunkt kamen: Wir schossen vor dem begeisterten Publikum unser aller Stolz, die Aquariane 680 zu einem hohen und spektakulären Flug in den Himmel. Nachdem sie sicher von den Fallschirmen abgebremst worden war, applaudierte das Publikum voller Begeisterung, und wir waren alle sehr zufrieden mit unserem Werk.

## Schwerelos?

DENIS WIECHERT, STEFFEN WINKLER

Was passiert, wenn es kein Oben und Unten mehr gibt? Um genau diese Frage zu untersuchen, hatten wir uns für diesen Kurs entschieden. Auf der Erde ist Oben und Unten immer klar definiert. Die Schwerkraft hält uns zudem davon ab, über 5 Meter hoch zu springen. Ohne Schwerkraft wäre dies kein Problem. Auch viele tägliche Aktivitäten wären ohne Schwerkraft nicht möglich. Wie könnte sich zum Beispiel ein Auto fortbewegen, wenn es sich nicht mehr auf

dem Boden befindet? Was macht eine Pflanze, wenn sie nicht mehr weiß, wo Oben und Unten ist? Was passiert mit der Luftblase in einer Wasserwaage, die ansonsten immer oben schwebt?

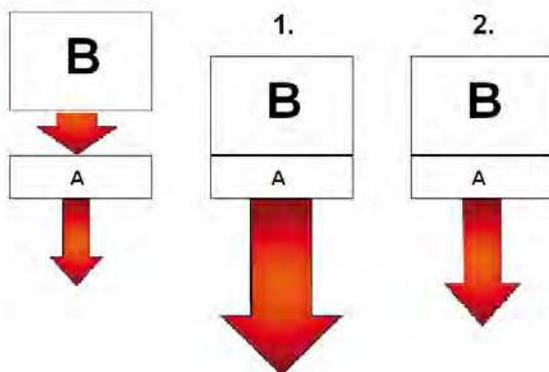
### Doch was ist Mikrogravitation überhaupt?

Hier auf der Erde sagt uns die Schwerkraft, wo Oben und Unten ist. Sie zieht uns Richtung Boden. Dieser übt eine Gegenkraft aus, sodass wir nicht immer weiter in Richtung Erdkern gezogen werden. Diese Kraft spüren wir an unseren Füßen, und somit wissen wir, wo Unten ist. Wenn sich der Boden aber gleichschnell mit uns nach unten bewegen würde, dann würde auch der Druck auf unsere Füße aufhören, und wir könnten kein Unten mehr fühlen. Somit hätte Oben und Unten keine Bedeutung mehr. Es herrscht Schwerelosigkeit. Da die Gravitation aber auch – wenn auch sehr schwach – zwischen den Objekten eines Experiments wie auch den Wänden wirkt, spricht man besser von Mikrogravitation.

### Körper im freien Fall

Wir hatten einige Experimente durchgeführt, bei denen wir Metall- und Papierkugeln, die gleich groß, aber nicht gleich schwer waren, fallen gelassen haben.

Das hatte sich bereits Galileo Galilei überlegt. Bis dahin galt die Annahme, dass Körper mit mehr Masse auch schneller fallen. In einem seiner Gedankenexperimente überlegte er sich, dass man zwei unterschiedlich schwere Körper übereinander fallen lassen sollte.



Für den Ausgang des Experiments gibt es zwei Möglichkeiten. Die erste ist, dass der schwerere Körper von oben den leichteren Körper unten einholt und sich dann mit ihm zu einem noch schwereren Körper verbindet. Der zusammengesetzte Körper müsste dann noch schneller fallen, da dieser mehr Masse besitzt.

Die zweite Möglichkeit ist, dass der untere, leichtere, langsamere Körper den oberen, schwereren, schnelleren Körper bremst. Dann würde der zusammengesetzte Körper langsamer zu Boden fallen als der Schwerere alleine.

Beide Varianten sind unter der Annahme, dass massereichere Körper schneller fallen, möglich, stehen aber zueinander im Widerspruch. Folglich muss diese Annahme falsch sein, und alle Körper müssen gleich schnell fallen. Zumindest, wenn man vom Luftwiderstand absieht.

### Mikrogravitationsexperimente ...

#### ... in einem Fallturm

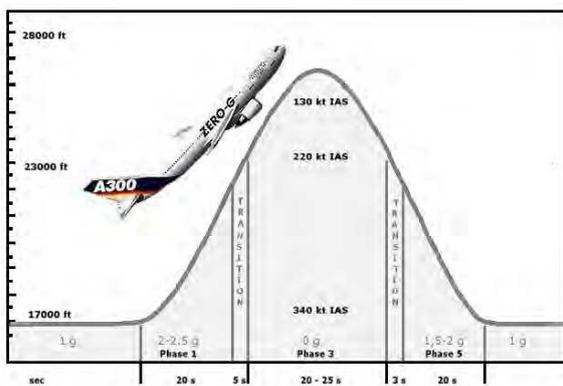


Fallturm in Bremen (Quelle: DLR)

Der Fallturm in Bremen hat eine 123 Meter hohe Fallröhre. Diese kann evakuiert werden, um den Luftwiderstand auszuschalten. Wenn das Experiment von oben fallen gelassen wird, erreicht man eine Fallzeit von ca. 5 Sekunden. Um diese Zeit zu verlängern, kann man das Experiment mit einer Schleuder vom Boden bis ganz nach oben katapultieren. Auf diese Weise erreicht man eine Mikrogravitationszeit von ca. 10 Sekunden. Denn sobald das Objekt die Schleuder verlässt, ist die einzige wirkende Kraft die Gewichtskraft, und diese ist, da sie auf alle Teile der Rakete gleich wirkt, wieder nicht spürbar.

... beim Parabelflug

Der Parabelflug ist ein spezielles Flugmanöver, bei dem das Flugzeug eine Parabel fliegt. Dazu gibt der Pilot zuerst Vollgas und zieht das Flugzeug nach oben. Danach werden die Triebwerke soweit heruntergefahren, dass sie nur noch die Luftreibung ausgleichen. Auf diese Weise erreicht man eine Mikrogravitationszeit von ungefähr 25 Sekunden. Anschließend werden dann die Triebwerke wieder hochgefahren, und das Flugzeug wird wieder in die Waagrechte gezogen. Dieser Vorgang wird bei einem Flug ungefähr 25-mal wiederholt.



Schema der verschiedenen Phasen bei einem Parabelflug (Quelle: <http://upload.wikimedia.org>)

... in einer Forschungsrakete

Um noch längere Mikrogravitationszeiten zu erreichen, kann man eine Forschungsrakete starten. Eine der stärksten Forschungsraketen ist die Castor 4B-Höhenforschungsrakete, die einen

Durchmesser von 1,02 Meter hat und 9,20 Meter lang ist. Mit ihrem Startschub von 450 kN kann sie bis zu 720 kg Nutzlast auf eine Maximalhöhe von 850 km bringen. Zum Vergleich: Die ISS kreist in einer Umlaufbahn auf ca. 350 km Höhe. Mit einer solchen Forschungsrakete kann man bis zu 12 Minuten und 40 Sekunden dauernde Mikrogravitation erreichen. Die Experimentierkapsel kann nach dem Wiedereintritt wiederverwendet werden.



REXUS3-Forschungsrakete auf der Startrampe (Quelle: DLR)

... in einer Raumstation

Da man aber auch in knapp 13 Minuten keine Kristalle züchten oder das Wachstumsverhalten von Pflanzen studieren kann, führt man solche Experimente auf einer Raumstation durch. Eine Raumstation befindet sich im „freien Fall“ um die Erde herum. Da sie über viele Jahre hinweg ununterbrochen in Betrieb bleiben kann, bieten sich hier die besten Bedingungen für langfristige Experimente.



Die internationale Raumstation ISS (Quelle: NASA)

## Vorversuche

MARIA REUTER, ANNIKA WIEST

Um unsere Konstruktionspläne zu optimieren und um uns mit der Funktionsweise und dem physikalischen Hintergrund der Raketen auseinanderzusetzen, waren zahlreiche Vorversuche nötig.



Erste Flugversuche

## Antrieb

Unser Ziel war es, eine wiederverwendbare Kaltwasserrakete zu bauen. Dazu verwendeten wir eine handelsübliche Cola-Flasche, in der ein hoher Überdruck erzeugt werden konnte, da sie eine sehr stabile Wand besaß. Das Verhältnis zwischen Wasser und Luft musste optimiert werden: Wir ermittelten das Verhältnis von zwei Teilen Luft zu einem Teil Wasser.

Bei zahlreichen Testflügen erprobten wir unsere Startrampe, auf der die Rakete aufgesteckt und ausgelöst werden konnte. Die Cola-Rakete geriet jedoch ins Trudeln und drehte sich im Flug. Zur Stabilisierung des Fluges befestigten wir drei kleine Flügelchen aus foliertem Papier, sogenannte Finnen, an unserem Prototyp. Im Flug drehte sich die Rakete nun durch den höheren Luftwiderstand der Finnen um. Die nächsten Raketen, die wir abschossen, waren gekaufte Plastikwasserraketen mit angebrachten Finnen und befüllbarer Spitze. Ließen wir diese mit leichter Spitze fliegen, so kippte sie schon beim Start. Durch das Gewicht in der Spitze wurde das Trägheitsmoment vergrößert, weil die Masse nun weiter vom Drehpunkt entfernt war. Der Schwerpunkt lag weiter oben, und die Rakete startete gerade und stabil.



Unsere Versuchsraketen für die Vorversuche

Wir hatten dann die Idee, Zuckerwasser an Stelle von Leitungswasser zu verwenden, um den Rückstoß noch weiter zu vergrößern. Unsere Überlegung war dabei, dass unsere Rakete aufgrund der höheren Dichte von Zuckerwasser höher fliegen würde. Nach einigen Testflügen stellten wir fest, dass sich die Flughöhe nicht wesentlich änderte, sondern dass das Zucker-

wasser nur klebrige Rückstände hinterließ. Deshalb verwarfen wir diese Idee wieder.

### Maximale Nutzlast

Um die maximale Nutzlast in Erfahrung zu bringen, ließen wir eine Cola-Rakete mit unterschiedlich schweren Steinen an der Spitze fliegen. Maximal ließen sich 600 g zuladen, ohne dass die Flugdauer zu kurz für die Experimente wurde. Das Gewicht musste berücksichtigt werden, was sich auch später beim Bau unserer Aquariane 1.1 als Problem herausstellen sollte.

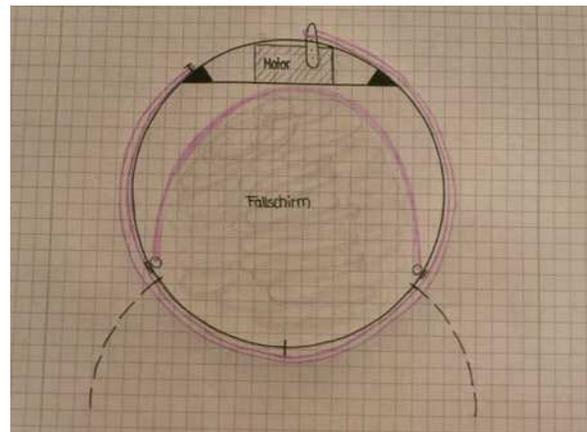


Die maximale Nutzlast muss ermittelt werden

### Fallschirm

Wir hatten uns zum Ziel gesetzt, dass unsere Rakete wiederverwendbar sein sollte. Das bedeutete, dass die Rakete durch einen Fallschirm gebremst kontrolliert landen sollte. Zentrale Fragen stellten sich bezüglich des Materials und der Größe des Fallschirms, damit die Rakete rechtzeitig abgebremst wurde. Der Fall-

schirm durfte nicht zu schwer sein und musste im dafür vorgesehenen Fallschirmmodul Platz haben. Letztendlich sollte er zuverlässig ausgelöst werden können und sich im richtigen Moment öffnen. Vom Auslösemechanismus hatten wir mittlerweile schon konkrete Vorstellungen. Deshalb konnten wir genaue technische Zeichnungen anfertigen.



Der Auslösemechanismus funktionierte folgendermaßen: Ein ferngesteuerter Servomotor öffnet eine Tür im Fallschirmmodul der Rakete, sodass die Fallschirme herausgeschleudert werden und sich entfalten. Also führten wir Fallexperimente von der Feuerleiter des LSZU1 durch: Steine, die so schwer waren wie unsere Rakete, wurden mit verschiedenen Fallschirmen fallen gelassen. Einige der Fallschirme waren spezielle Plastikfallschirme, andere selbst gemachte aus Mülltüten.

Nun musste herausgefunden werden, wie sich der Fallschirm am schnellsten öffnete. Dabei erwies sich die Faltung der Fallschirme als sehr kritisch. Nach mehreren Falltests mit einem großen und mehreren kleinen Fallschirmen entschieden wir uns dafür, drei kleine Fallschirme zu verwenden. Zudem würde die Rakete auch sicher landen, falls ein Fallschirm nicht auslösen würde.

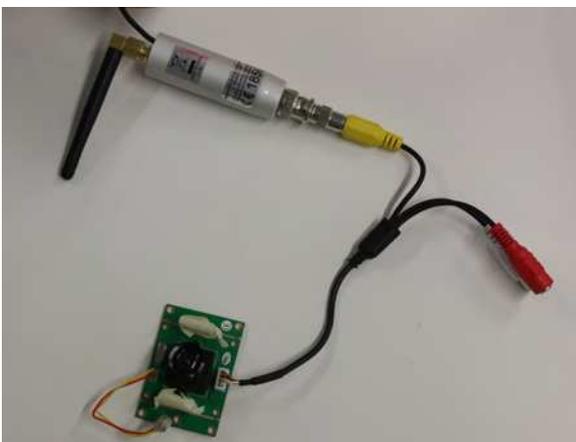
Die Vorüberlegungen zeigten die Notwendigkeit, ein originalgetreues Modell unseres Fallschirmmoduls zu bauen, mit dem wir Fallversuche von der Feuerleiter durchführten. Dabei erwies sich, dass die Schnüre an den Fallschirmen vom Hersteller schlecht angenäht worden waren und schnell rissen und wir sie alle noch einmal nachnähen mussten.



Das Verhältnis von Gewicht zu Fallschirmgröße muss ermittelt werden

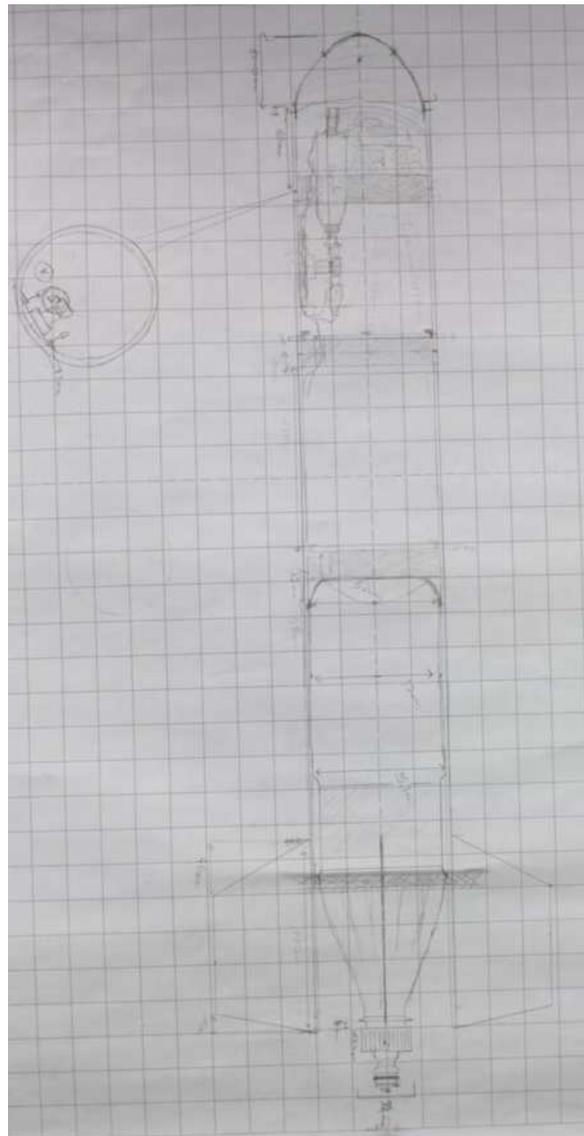
### Kamera

Um die Experimente unter Mikrogravitation später auswerten zu können, sollten sie mit einer Video-Kamera aufgenommen werden. Uns standen zwei Kameras zur Verfügung: eine mit Infrarotbeleuchtung und auswechselbaren Objektiven, welche nur schwarz-weiße Bilder aufnahm, und die andere mit eingebautem Sender und Farbaufnahme. Die Einstellungen wie zum Beispiel die Gegenstandsweite und die jeweilige Schärfe der beiden Kameras mussten experimentell ermittelt werden. Außerdem maßen wir das Sichtfeld der beiden Kameras aus.



Kamera und Sendeeinheit

Der Sender der Kamera sollte die Filme zum Empfänger in der Bodenstation senden. Anfangs stellte sich heraus, dass das Funknetz des LSZU den Funkkontakt zwischen Rakete und Empfänger störte. So musste dieses vor jedem Start ausgeschaltet werden. Als schwierig erwies sich die Verschaltung der verschiedenen Energiequellen für Kamera und Sender, weil diese unterschiedliche Spannungen brauchten. Auch das Gewicht der Batterien musste berücksichtigt werden.



Technischer Bauplan der Aquariene 1.1

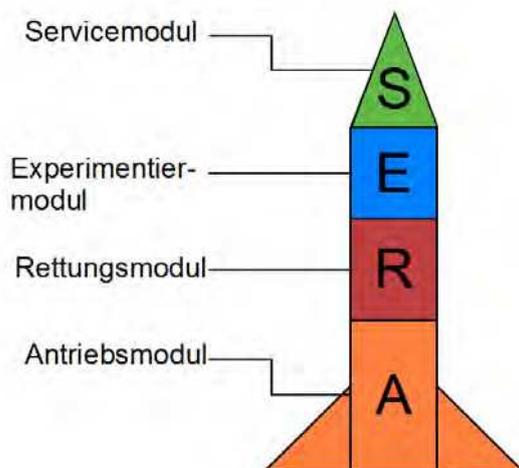
Die Ergebnisse der Vorversuche und die einzelnen Skizzen wurden zu einer großen technischen Zeichnung zusammengefügt, die zur Grundlage für den Bau unserer Rakete wurde.

## Unsere Raketen

LYNTON ARDIZZONE, TOBIAS HOHL

### Aufbau

Die erste Frage beim Bau unserer Forschungsrakete war, wie sie wohl aufgebaut werden würde. Es wurde überlegt, die Rakete modular zu konstruieren und die Module dann zum Schluss zusammenzufügen, damit Batterien und Experimente zwischen den Flügeln einfach und schnell ausgewechselt werden können. Also bildeten wir Gruppen für die notwendigen Module. Diese waren das Antriebs-, das Rettungs-, das Experimentier- und das Servicemodul. Dass das Servicemodul in die Spitze kam, hatte einen bestimmten Grund, denn es trug wegen des hohen Gewichts auch zu einem stabileren Flug bei.



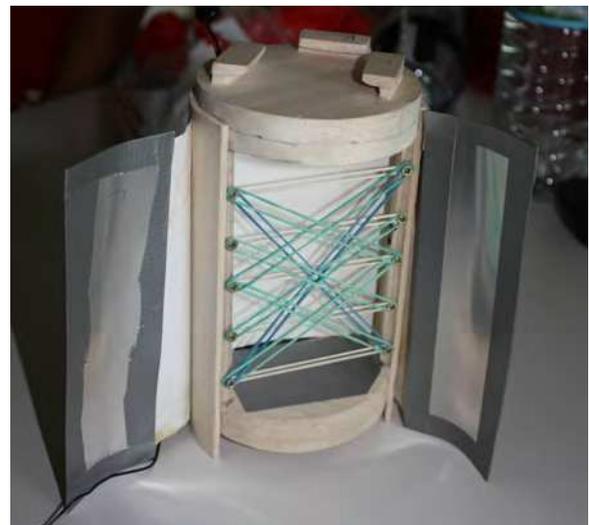
### Das Antriebsmodul

Wie schon in den Vorversuchen festgelegt verwendeten wir eine Wasserrakete als Antrieb. Wir entschlossen uns, eine Außenhaut aus Balsaholz um die Flasche zu bauen, an der dann auch die Finnen zur Flugstabilisierung befestigt werden konnten. Balsaholz ist ein äußerst leichtes, aber doch recht widerstandsfähiges Tropenholz, welches deshalb auch im Flugzeugmodellbau verwendet wird. Es kann aufgrund seiner Stabilität auch in sehr dünnen Schichten verbaut werden. Die einzelnen Module sollten

durch ein Stecksystem verbunden werden, sodass man die gesamte Rakete in die vier Module zerlegen konnte.

### Das Rettungsmodul

Ohne dieses Modul wäre die Rakete ziemlich sicher nach der ersten Landung nicht mehr verwendbar gewesen. Demnach musste das Rettungsmodul zuverlässig funktionieren. Mit Haken und Schrauben wurden Gummibänder im Fallschirmmodul gespannt. Die drei Fallschirme befestigten wir mithilfe eines Karabinerhakens am Boden des Moduls. Dann wurden die Fallschirme zusammengefaltet und gegen die Gummibänder in das Modul gepresst. Das Modul besaß eine Doppeltür, die die Fallschirme am Herausgeschleudertwerden hinderte.



Das Fallschirmmodul mit Luke, Gummis und Türen

Die zwei Türen wurden mit Stoffscharnieren am Modul befestigt und durch ein weiteres Gummiband zugehalten. Dies wurde zwischen einer Schraube und dem Ausleger eines Servomotors auf der Außenseite des Moduls um die Außenwand und über die Türen gespannt. Ein Servomotor dreht sich nicht wie herkömmliche Elektromotoren im Kreis, sondern macht nur eine kurze Bewegung, also zum Beispiel ein Stück vor oder zurück. Mithilfe einer herkömmlichen Modellbaufernbedienung konnten wir den Empfänger im Fallschirmmodul vom Boden aus ansteuern, welcher den Servomotor aktivierte, sodass das Gummi vom Ausleger abschnalzte. Die Fallschirme wurden aus der

Luke geschleudert und entfalteteten sich.



Die Rakete mit sich entfaltenden Fallschirmen

### Das Experimentiermodul



Das Wasserwaagenexperiment in der Führung des Moduls

Im Experimentiermodul sollten sämtliche Experimente durchgeführt und gefilmt werden. Das jeweilige Experiment wurde auf einer Experimentierplatte befestigt und in eine Führung eingeschoben, sodass es von der Kamera, welche an der Innenwand des Moduls montiert war, aufgenommen werden konnte.

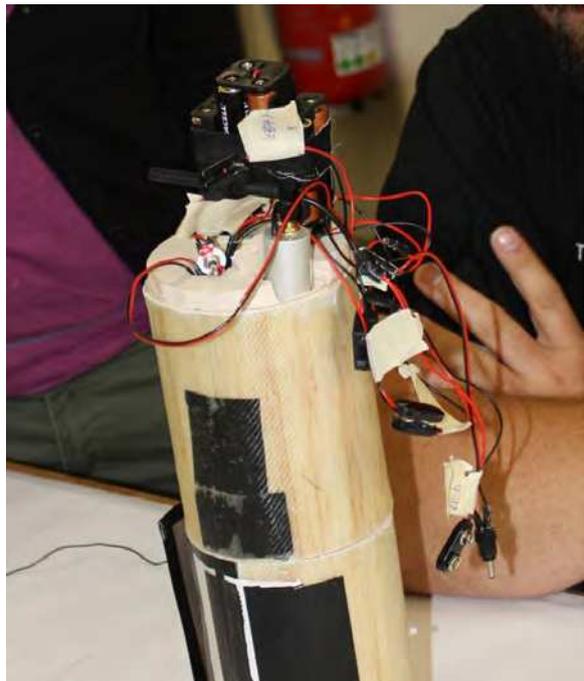
Der Film wurde dann per Sender in der Kamera

und Empfänger auf der Erde an den Laptop unseres Capcom (Capsule Communicator) Robin gesendet.



Die Kamera im Experimentiermodul

### Das Servicemodul



Die Kabel zur Stromversorgung und die Batterien

Im Servicemodul in der Spitze der Rakete befand sich die Energieversorgung. Mittels eines seitlichen Schalters konnte man die Versorgung an- und ausschalten. Schließlich mussten die Kamera, deren Sender, der Servomotor im Fallschirmmodul sowie der Gravitationsensor, wel-

cher bei Mikrogravitation leuchtet, mit Energie versorgt werden. Außerdem benötigten die einzelnen Bauelemente unterschiedliche Spannung, weshalb eine komplizierte Schaltung der Batterien entworfen werden musste. Das Servicemodul musste außerdem gepolstert werden, da die Rakete mit der Spitze zuerst am Boden aufkommen würde.

### Die Aquariane SkyEye

Beim Besuch in Lampoldshausen bauten einige Kursteilnehmer eine einfache Rakete aus PET-Flaschen. Diese Raketen hielten keinem größerem Druck als 5 bar stand und besaßen zudem keinen funktionierenden Fallschirm, weshalb sie sich nicht für unsere Mikrogravitationsexperimente eigneten. Es wurde im Kurs jedoch entschieden, eine dieser Raketen wegen ihrer hohen Stabilität und der sehr ruhigen Flugbahn für Außenbordaufnahmen während eines Fluges zu verwenden. Dazu wurde die sehr robuste Kamera mit der Blickrichtung nach unten an die Außenseite der Rakete geklebt und mit Schaumstoff gepolstert. Die Batterien wurden im oberen Drittel der Rakete in Schaumstoff eingebettet. Bei den Flügen dieser Raketen entstanden trotz Bildstörungen einige sehr eindrucksvolle Videos, von denen sich das Publikum bei der Abschlusspräsentation begeistert zeigte.



Blick aus der Aquariane SkyEye während des Fluges. Auf der Wiese erkennt man die Bodenmannschaft.

Die in Lampoldshausen aus Gummi gegossene Spitze der Aquariane SkyEye war stabil und

leicht und wurde daher nach dem Filmen der Flüge abmontiert und für die Aquariane 680 wiederverwendet.

### Die Aquariane 1.1



Die fertige Aquariane 1.1 vor dem Nachtstart

Bei der Aquariane 1.1 wurde zunächst 2 mm dickes Balsaholz um die Zwischenböden der einzelnen Module gebogen. Wenn man Balsaholz in Wasser einweicht, lässt es sich entlang der Faser um sehr enge Kurven biegen. An das untere Ende des Antriebsmoduls wurden dann mithilfe von kleinen Leisten die vier Finnen geklebt, deren Größe durch Vergleiche mit anderen Raketen ermittelt wurde. Um die Stabilität zu erhöhen, wurden sämtliche Module mit einer Schicht aus GFK überzogen. GFK ist die Abkürzung für glasfaserverstärkter Kunststoff, umgangssprachlich auch Fiberglas genannt. Man versteht darunter einen Verbund aus einem Kunststoff (bei uns Epoxydharz) und Glasfasern. GFK hält extrem hohen Zugkräften stand und wird deshalb beispielsweise auch im Flugzeugbau verwendet.

Die fertige Rakete wog insgesamt 1,1 Kilogramm. Das Gewicht war für die Namensgebung verantwortlich. Wie in Vorversuchen festgestellt, betrug das eigentliche Maximalgewicht für eine angemessene Höhe ungefähr die Hälfte, und beim Start der Rakete herrschte große

Enttäuschung unter den Kursteilnehmern, dass die Rakete nur sehr niedrig flog.

## Die Aquariane 680

Wenige Tage vor der Abschlusspräsentation mussten also noch wichtige Überlegungen durchgeführt werden, wie man das Gewicht der Rakete radikal reduzieren könnte. Anders als in der Aquariane 1.1, bei der eine große Kamera und ein schwerer Sender für das hohe Gewicht mitverantwortlich waren, bauten wir in die zweite Rakete eine wesentlich kleinere Kamera mit integriertem Sender ein, die wir nachträglich bestellt hatten. Da diese Kamera auch weniger Spannung benötigte, konnten wir noch mehr Gewicht bei der Energieversorgung sparen. Als Nachteil erwies sich jedoch die Beleuchtung, da die erste Kamera integrierte Infrarot-LEDs besaß. Deshalb musste eine Seite des Experimentiermoduls aus durchsichtigem Plastik gefertigt werden. Außerdem besaß die neue Kamera ein viel kleineres Sichtfeld, sodass Experiment und Position der Kamera neu aufeinander abgestimmt werden mussten. Auf den schweren glasfaserverstärkten Kunststoff konnte verzichtet werden, da 3 mm dickes Balsaholz verwendet wurde. Dies sparte ebenfalls einiges an Gewicht ein, sodass die fertige Rakete nur noch 680 Gramm wog, und somit fähig war, in eine angemessene Höhe vorzustoßen.

Da das gesamte System noch nie als solches getestet worden war, und da dies unsere letzte Chance für einen Start vor der Abschlusspräsentation war, waren vor dem ersten Start der Aquariane 680 alle sehr gespannt. Würde die Helligkeit für eine gelungene Aufnahme ausreichen? War die Reichweite der Funkübertragung wirklich hoch genug? Herrschte der Zustand der Mikrogravitation lange genug, dass das Experiment stattfinden konnte? Würden die Fallschirme auslösen?

Pure Begeisterung war die Reaktion, als wir sahen, wie hoch die Rakete flog, und dass wir das aufgenommene Video sogar ohne Zeitlupe und digitale Veränderungen unseren Zuschauern beim Vortrag präsentieren konnten.



Startphase der Aquariane 680

## Die Experimente

LILIAN HEERE

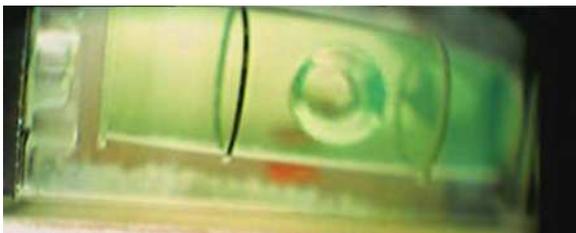
Wie die Wissenschaftler in einer „echten“ Forschungsrakete führten auch wir Experimente in unserer Wasserrakete durch. Wegen der geringeren Flughöhe mussten wir uns hierbei auf Experimente beschränken, die in einer Zeitspanne von 2–3 Sekunden ablaufen können. Alle waren vor dem ersten Start der Aquariane 680 sehr gespannt. Würde man etwas erkennen? Würde es hell genug sein? Würde der Zustand der Mikrogravitation lange genug herrschen, dass das Experiment stattfinden kann? Als wir die ersten Videos sahen, waren wir begeistert. Die Experimente funktionierten auf Anhieb, und die Bilder waren so gut, dass wir sie sogar ohne Zeitlupe und digitale Bearbeitung auswerten und unseren Zuschauern beim Vortrag präsentieren konnten.

## Die Libelle

Eines der eindrucksvollsten Experimente ist unsere Libelle. Keine Angst, Tierversuche waren bei uns verboten. Als Libelle bezeichnet man neben dem Insekt auch das mittlere Bauteil der Wasserwaage, in dem eine Luftblase in einer Flüssigkeit schwimmt. Die Oberflächenspannung bewirkt, dass die Oberfläche der Luftblase möglichst klein wird. Der geometrische Körper mit der kleinsten Oberfläche ist die Kugel, weshalb die Luftblase ohne weitere Kräfte die Form einer Kugel annehmen müsste. Tatsächlich aber wird sie aufgrund des Auftriebs gegen die obere Wand der Libelle gedrückt und linsenförmig verformt. Wir vermuteten, dass sich die Blase bei Mikrogravitation zur Kugel formen würde. Die Bilder zeigen, dass wir richtig vermuteten.



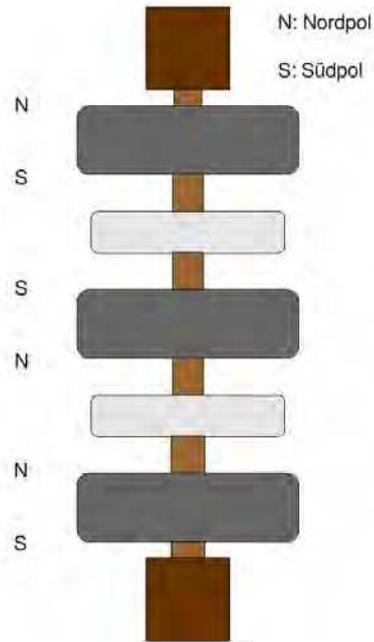
Bei wirkender Schwerkraft erscheint die Luftblase linsenförmig



Die Luftblase wird bei Mikrogravitation kugelförmig

## Das Magnetexperiment

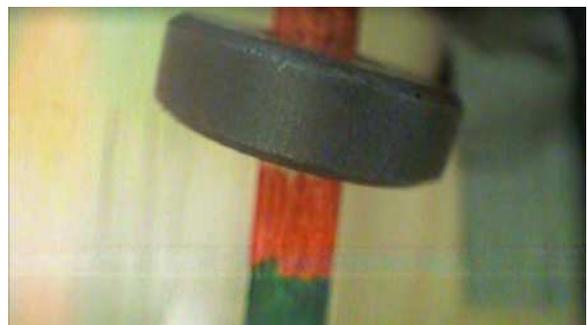
Bei diesem Experiment sind drei Magnete auf einer Stange aufgereiht. Die Pole sind so gerichtet, dass sich die Magnete abstoßen. Ohne weitere Kräfte hätte sich der oberste Magnet also ganz oben, der mittlere in der Mitte und der unterste ganz unten auf der Stange befinden müssen. Da die Schwerkraft allerdings gegen die magnetischen Kräfte wirkt, befindet sich der oberste Magnet nur knapp über der Mitte.



Skizze des Magnetexperiments. Die hellgrauen Scheiben sind Schaumstoffplättchen

Wir vermuteten, dass sich, wäre die Schwerkraft ausgeschaltet, die Magnete über die ganze Stange verteilen würden. Wir fertigten also eine Markierung an, indem wir Linien um die Mitte herum anzeichneten.

Wenn unsere Vermutung stimmte, würde der mittlere Magnet bei der Mikrogravitation genau zwischen den von uns rot gezeichneten Linien schweben. Genau das sah man auch auf unseren Videos. Außerdem sah man deutlich, dass die Schaumstoffringe, die sich zur Polsterung zwischen den Magneten befanden, frei schwebten.



Der mittlere Magnet richtet sich aus

## Die Sanduhr

Das dritte von uns durchgeführte Experiment war das Sanduhr-Experiment. Wir wollten das „Rieserverhalten“ des Sandes in der Mikrogravitation beobachten. Dafür nahmen wir eine kleine Zahnputz- und Sanduhr. Das Knifflige bei diesem Experiment war das Positionieren der Kamera, da wir genau die Stelle der Sanduhr im Bild haben wollten, wo man den Sand hinunter rieseln sah. Außerdem befand sich in der Sanduhr nur Sand für 3 Minuten. Deshalb musste die Rakete bis kurz vor der Startsequenz auf dem Kopf gehalten werden. Wir mussten uns mit den Startvorbereitungen beeilen, da uns buchstäblich die Zeit davon rann. Zum Glück war dann noch genug Sand in der Sanduhr, und so konnten wir beobachten, dass der Sand aufhörte zu rieseln, und dass der Sand im unteren Teil der Sanduhr frei schwebte.



Bild der Sanduhr auf dem Boden

Wir hatten noch weitere Experimente vorbereitet, die wir aber wegen Zeitproblemen nicht durchführen konnten:

## Das Schnappdeckelglas mit Sprudel

Hier vermuten wir, dass sich die Oberfläche des Wassers wieder aufgrund der Oberflächenspannung wölbt. Bei dem mit Sprudel gefüllten Glas wollen wir die Luftbläschen beobachten. Das Problem hierbei ist, die Kamera so einzustellen, dass man die Bläschen erkennen kann.



Bild vom Schnappdeckelglas

## Das schwingende Pendel

Dieses Experiment besteht aus einem Faden, der an einer Schraube befestigt ist, und an dem eine Mutter hängt. Damit wollten wir das Pendelverhalten in der Mikrogravitation untersuchen. Das klingt einfach, bringt jedoch viele Schwierigkeiten mit sich. Einerseits sollte die Schnur lang sein, damit das Pendel nicht zu stark abgebremst wird. Andererseits muss das Experiment miniaturisiert werden, um in unsere Rakete zu passen. Ein weiteres Problem ist, das Pendel auf der Startrampe kontrolliert anzustoßen. Das Pendel schwingt ja nur deshalb hin und her, weil es von der Schwerkraft abgebremst und wieder beschleunigt wird. Deshalb

vermuten wir, dass es sich bei Mikrogravitation im Kreis dreht.

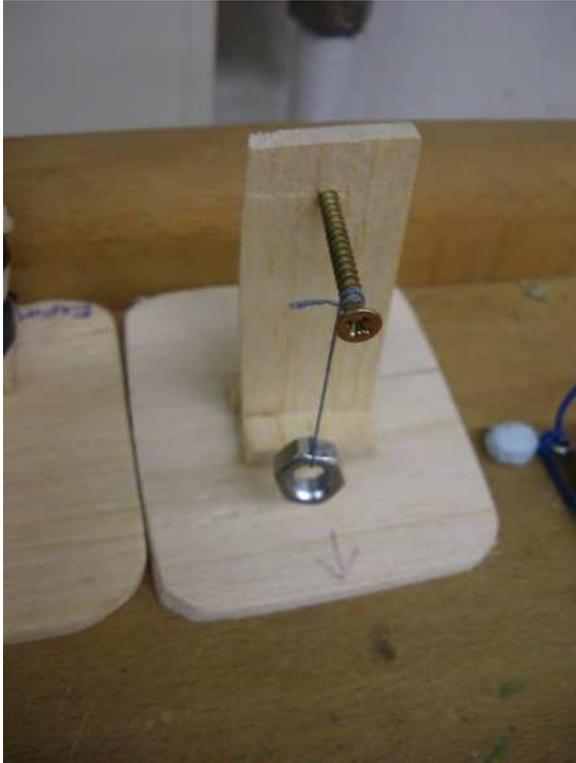


Bild vom Pendel

Durch unsere Experimente haben wir einen kleinen Einblick in die Phänomene der Mikrogravitation bekommen. Es ist verblüffend, wie viele Dinge sich ohne den Einfluss der Schwerkraft anders verhalten.

## Im Wald von Lampoldshausen

CHRISTINA KUHNLE, SANDRA WACKER

Während unserer ganzen Kursarbeit haben wir viel Zeit im Werkraum und in unserem Kursraum verbracht. Am 4. 9. 2009 stand aber eine kursspezifische Exkursion auf dem Tagesplan. Und was hätte sich besser angeboten, als ein Besuch beim nahegelegenen Standort des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR).

An diesem Tag machten wir uns schon morgens auf den Weg zum DLR-Standort Lampoldshausen. Das DLR betreibt dort ein Testzentrum für Raketentriebwerke. Alle Raketentriebwerke müssen verschiedene Tests bestanden haben,

bevor sie in den Einsatz kommen. In Lampoldshausen wird sogar das Triebwerk Vulcain getestet, mit dem die europäische Rakete Ariane 5 angetrieben wird. Wir waren also ziemlich neugierig, was wir dort wohl zu sehen bekommen würden. Als wir nach kurzer Fahrtzeit in Lampoldshausen ankamen, wiesen uns unsere Leiter schon darauf hin, dass wir auf dem Gelände nicht fotografieren dürften. Da es sich bei diesem Testzentrum um ein sicherheitsrelevantes Objekt handelt, müssen diverse Vorschriften beachtet werden, da wir schließlich Spione sein könnten. Nach diesem ersten Sicherheitshinweis gingen wir dann zum Eingang und wurden dort auch direkt vom Portier aufgehalten. Das gesamte Gelände ist von einem Zaun mit Stacheldraht umgeben, und man darf es nur mit einem Mitarbeiterausweis oder, wie wir, mit einem Besucherausweis betreten.

## School\_Lab

Auf dem Gelände sind wir dann sofort zum School\_Lab geführt worden. Das ist ein extra für Schüler geschaffenes Programm des DLR. Dort halten Wissenschaftler Vorträge über verschiedene Themen für Schülergruppen. Die Schüler können ihre Fragen stellen und auch eigene Praxisversuche machen. Es gab verschiedene Themen, zu denen wir in Gruppen eine kleine Einführung bekamen und dann auch selber experimentieren und forschen durften. So gab es zum Beispiel einen Mitarbeiter des DLR, der uns Informationen und Erläuterungen über die Raketentechnik gab. Bei ihm durften wir dann auch selbst Modellraketen aus Flaschen bauen und sogar Startversuche durchführen. Da dieses Thema sehr gut zu unserem Kursthema passte, nutzten wir die Gelegenheit und fragten nach Tipps und Ratschlägen für unsere eigenen Raketen.

Eine andere Gruppe konnte Experimente in einer Vakuumkammer machen. Außerdem gab es noch eine kleine Einführung in das Infrarotlicht und das aktuelle SOFIA-Projekt, bei dem ein Weltraumteleskop in einem Flugzeug montiert wurde.

Unser gesamter Kurs wurde in 3 Gruppen aufgeteilt, und wir bekamen die Gelegenheit, uns



in zwei Durchgängen insgesamt zwei verschiedenen Themen zu widmen. Zwischen den zwei Durchgängen hatten wir die Gelegenheit, in der Kantine des DLR zu Mittag zu essen, eine Gelegenheit, die wir natürlich sofort nutzten. Der Weg dorthin war zwar etwas lang, da das Gelände ziemlich groß ist und die Kantine etwas abseits liegt, aber die Bewegung war eine willkommene Abwechslung. Manche der Mitarbeiter fahren sogar mit dem Fahrrad zum Essen. Gut gestärkt machten wir uns dann auf den Rückweg zur zweiten Runde.

## Museum und Gelände

Nach unserem Aufenthalt im School\_Lab bekamen wir noch eine kurze Führung durch ein kleines Museum des DLR, das für den bevorstehenden Tag der offenen Tür vorbereitet war. In dem Museum sind Teile von Raketen ausgestellt, unter anderem Originalteile der Ariane und sogar Bauteile aus Raumschiffen des Apollo-Programms. Nach der Museumsführung ging es nach draußen, wo wir bei einem Rundgang das Gelände des DLR gezeigt und erklärt be-

kamen. Wir hätten fast einen echten Test des Vulcain-Triebwerks miterleben dürfen, aber er wurde leider kurz vorher noch abgesagt. Wir bekamen einen Überblick über das weiträumige Gelände, mit all seinen Versuchseinrichtungen. Wir kamen an dem evakuierbaren Prüfstand für die oberste Stufe der Ariane 5 vorbei und erfuhren zum Beispiel, dass jede Sekunde 2000 Liter Kühlwasser während solch eines Tests nötig sind, oder dass die Wasserstofftanks aus U-Boot-Wracks des zweiten Weltkriegs geborgen worden waren, da sie eine deutlich höhere Druckfestigkeit aufweisen als heutige Tanks.

Alles in allem war dies ein sehr erlebnisreicher und interessanter Ausflug für uns. Auf der Heimfahrt diskutierten wir angeregt unsere Erlebnisse des Tages, und während der folgenden Tage konnten wir einige Tipps in unserer Kursarbeit gut verwenden.

## Rückblick

ANNIKA WIEST

Jaja, unser Mikrokurs, das war etwas unvergessliches. Wir haben viele schöne Dinge erlebt. Hier noch einige unserer Gedankengänge nach diesen 2 Wochen.

In unserem Kurs war es anders als in der Schule: Wir arbeiteten gemeinschaftlich in der Gruppe und verstanden uns super. Jeder half mit, wo er konnte, und keiner drückte sich vor der Arbeit. Deshalb schreckten wir auch vor Überstunden nicht zurück, so dass wir oft zu spät zum Abendessen kamen und auch mal auf die abendliche KüA-Schiene verzichteten. Über die Wissenserweiterung hinaus hatten wir im Kurs die Gelegenheit, unsere Präsentationstechniken und unseren Vortragsstil zu verbessern.

Viel Spaß hatten wir vor allem beim Sportfest, wo wir uns als Gruppe gegenseitig anfeuerten und mit ganzem Körpereinsatz den Sieg errangen, zum Beispiel als wir unsere T-Shirts auszogen (wenigstens manche von uns), um damit mehr Wasser zu transportieren. Es herrschte bei allen Kusteilnehmern eine Bombenstimmung.

Die Krönung unserer Kursarbeit war eindeutig der spektakuläre Raketenstart am letzten Tag,

bei dem wir alle mitfieberten und schließlich zusammen feierten, als dann alles glatt lief und unsere Aquariane 680 butterweich im Gras landete. Lehrreich und interessant gestaltete sich die nächtliche Himmelsbetrachtung, bei der wir die Sternbilder des Sommerhimmels erklärt bekamen und Satelliten beobachten konnten.

Die Zeit in Adelsheim und vor allem die Teamarbeit in unserem Mikrokurs war einfach unvergesslich und aufregend, und dieses spezielle Akademiefeeling war unbeschreiblich und einzigartig. Wir haben bei der Akademie viel über uns selbst und unsere Persönlichkeit herausgefunden und etwas für unser Leben gelernt. Die geschlossenen Freundschaften werden noch weit über die Akademie hinaus bestehen, und wir können wirklich alle bestätigen, dass es ein Leben vor und ein Leben nach der Akademie gibt, wie es uns Ulrike schon am Eröffnungswochenende versprochen hatte. Wir freuen uns schon auf das kursinterne Nachtreffen, bei dem wir uns hoffentlich schon bald wieder sehen. Denn so eine schöne Zeit will man nicht vergessen, sondern immer wieder daran anknüpfen.

Wir wollen uns hier noch einmal bei unseren Kursleitern für ihr Engagement und ihre Unterstützung bedanken.

Es war einfach relativ ;- ) genial!

## Kurs 6 – TheoPrax

### Einleitung/Vorstellung

LISA KOHLER, KAI-LI YAN

Vor 13 Jahren wurde TheoPrax im Fraunhofer Institut für Chemische Technologie entwickelt. TheoPrax ist eine Lehr- und Lernmethodik, die ein Gleichgewicht zwischen Theorie und Praxis herstellt. Ihr Ziel ist es, mithilfe von Projektarbeit mit Ernstcharakter Schüler zum Lernen zu motivieren. Die TheoPrax-Methodik beinhaltet das Arbeiten im Angebot-Auftrags-Verhältnis an industriellen oder wirtschaftlichen Themen in einem betreuten Team. Die Vision ist dabei, dass Schüler, Lehrer und Auftraggeber auf der gleichen Augenhöhe miteinander arbeiten.



Wir, die Teilnehmer des TheoPrax-Kurses hatten einen echten Auftraggeber, die Firma Endress+Hauser Messtechnik GmbH & Co KG. Endress+Hauser ist ein weltweit tätiger Anbieter von Automatisierungslösungen und Sensorik. Um sich bei der jüngeren Generation bekannt zu machen, haben sie sich zur Verfügung gestellt, uns bei der Science Academy zu unterstützen. Somit kann die Firma gleichzeitig Nachwuchs für ihr Berufsbild gewinnen und uns neues Wissen vermitteln.



### Unsere Kursleiter

**Dörthe Krause** aus Karlsruhe-Durlach

Dörthe entwickelte zusammen mit Professor Peter Eyerer die TheoPrax-Methodik und gründete die TheoPrax-Stiftung. Jetzt ist sie die Leiterin des TheoPrax-Zentrums im Fraunhofer ICT. Auch die Jahre zuvor hat sie schon den

TheoPrax-Kurs bei der Science Academy geleitet. Sie war immer hochmotiviert und hatte zu jeder Zeit ein offenes Ohr für uns. Sie brachte uns an unsere Grenzen und schob dann kleine Spielchen zur Auflockerung ein. Dank ihr haben wir nie den Faden verloren und versanken auch nicht im Chaos.

**Simon Budjarek** aus Karlsruhe-Durlach

Simon unterrichtet an der Realschule in Walldorf die Fächer Mathe und Sport. In seiner Freizeit treibt er auch leidenschaftlich Sport. Deshalb leitete er neben dem Kurs auch die Sport-KüA, die ein guter Ausgleich zum Kurs war. Simon war für jeden Spaß zu haben. Aber am Sportfest war er zutiefst enttäuscht von unserem Ergebnis, da wir Letzte wurden. Im Kurs lieferte er uns jede Menge gute Ratschläge. Er war unsere Teeversorgung und brachte am Anfang der Sommerakademie einen großen Teevorrat mit, über den wir alle dankbar herfielen. In der Mitte der Akademie sorgte er dafür, dass uns Zucker, Tee und Zitronensaft nicht ausgingen und besorgte dabei gleich einen Vorrat an Süßigkeiten.

**Andreas Widmann** aus Balingen

Andy war unser gutgelaunter Schülermentor. Er half uns an allen Ecken und Enden, so gut es ging und blieb auch, wenn es mal nicht klappte, optimistisch. Er selbst war vor zwei Jahren im TheoPrax-Kurs der Science Academy. Er unterstützte uns, indem er z. B. eine ganze Kiste voller Legosteine mitbrachte, die wir für das Bauen unseres Modells verwenden durften.

Dörthe, Simon und Andy standen uns mit vielen informationsreichen Präsentationen zur Seite, in denen wir erfuhren, worauf es im Projektmanagement ankommt. Sie waren es auch, durch die wir oft zu spät zum Essen kamen (manchmal waren wir aber auch selbst schuld, da wir unsere Arbeit unbedingt noch vor der Mittagspause fertigstellen wollten). Deshalb stellen wir eine Regel auf, in der Pünktlich-



keit gefragt war (diese Regel wurde aber nicht immer eingehalten).

Schon beim Eröffnungswochenende hat sich unser TheoPrax-Kurs in 3 Gruppen aufgeteilt: Die Ätzgruppe mit dem Namen „Chemical Nature“, die A/D-Wandler-Gruppe, die sich „Transformers“ nannte und die Gruppe „µPower“ mit dem Thema Mikrocontroller. Jede Gruppe ernannte schon bei der Gruppenbildung einen Teamsprecher, der Kontakt zum Auftraggeber (Endress+Hauser) aufnahm.

### **Chemical Nature:**

#### **Felicitas Kuch**

Feli war eine sehr motivierte Teamsprecherin. Dabei spornte sie ihre Gruppe mit ihrem Eifer an. Wenn gerade kein Kurs war, war sie im Theaterbereich tätig und zeigte uns ihr Talent fürs Schauspielen am Abschlussabend.

#### **Luisa Ladel**

Luisa war eine der beiden Kichertanten des TheoPrax-Kurses. Sie war immer gut drauf und gehörte zu den Süßigkeitenspendern. Aber auch sie wusste, wann es ernst zu sein galt und trug zu guten Projektergebnissen bei. Im Orchester, das am Abschlussabend gespielt hat, wirkte sie als Geigenspielerin mit. Und abends setzte sie ihre Sprachkenntnisse in der Chinesisch-KüA ein.

#### **Clemens Winter**

Clemens war ein eher ruhiges, aber produktives Mitglied der Gruppe. Trotz seiner teilweise ernsten Art war er für viele Späße zu haben.

Im musikalischen Bereich engagierte er sich als Fagott-Spieler.

### **Sina Ziegler**

Sina war immer am Laptop im Einsatz. Sie machte sich mit kreativen Einfällen ans Werk. An ihrem 15. Geburtstag, der während der Akademie war, schenkten wir ihr einen selbstgebackenen Kuchen. Ihre Freizeit verbrachte sie damit, für den Abschlussabend in der Band als Gitarristin zu proben.



### **Transformers:**

#### **Alice Theiß**

Alice war eine sehr pflichtbewusste Gruppensprecherin, die immer voll bei der Sache war. Sie versuchte, Chaos zu verhindern, was ihr auch sehr gut gelang. War sie einmal an ihrer Arbeit, konnte sie nichts aus der Ruhe bringen und bei Problemen half sie immer mit guten Ideen weiter.

#### **Lisa Kohler**

Lisa war eine begeisterte Tänzerin und übte auch zwischendurch, wenn sie bei der Arbeit eine kurze Pause einlegen musste, mit Alice die Schritte aus der Tanz-KüA. Während der Kursarbeit war sie jedoch immer bei der Sache.

#### **Lukas Scheuerle**

Lukas war immer aktiv. Er brachte sich rege in Diskussionen oder Ähnliches ein. Er war auch ein sehr engagierter DJ beim Bergfest und am Abschlussabend. Manchmal unterhielt er uns

mit witzigen Präsentationen, die er auf seiner Festplatte dabei hatte.

### Moritz Scham

Moritz hat viel Allgemeinwissen, welches er oft und gerne einbrachte und uns damit weiterhalf. Er hatte außerdem viele gute Ideen, die wir für unser A/D-Wandler-Modell gebrauchen und umsetzen konnten. Ansonsten arbeitete er pflichtbewusst und versuchte sich manchmal am Laptop. Ihn brachte fast nichts aus der Ruhe.



### μPower:

#### Kai-Li Yan

Kai-Li war unsere Kichertante Nr. 2. Sie hat viel Humor und brachte sich als Gruppensprecherin sinnvoll in die Teamarbeit ein. Als Gegenspielerin trug sie beim Abschlussabend zur Unterhaltung bei und war auch in vielen anderen Bereichen aktiv. Da sie Chinesin ist, leitete sie zusammen mit Luisa die Chinesisch-KüA. Dort lernten wir einfache Ausdrücke wie nǐ hǎo (hallo).

#### Lukas Gutzweiler

Lukas war der Ruhepol des Kurses. Doch er ist auch ein sehr guter Schauspieler und Grimassenschneider, womit er zur Auflockerung der Stimmung beitrug. Aus diesem Grund verbrachte er oft seine Freizeit in der Theater-KüA, welche am Abschlussabend ein Theaterstück zeigte.

### Simon Bultmann

Simon war der Informatikspezialist der Gruppe. Er programmierte just for fun das Demoboard, das Endress+Hauser uns geliehen hatte, um Sina eine Geburtstagsüberraschung zu bereiten. Außerdem spielte er in der Combo und auch im Bläserensemble als Klarinetttist mit. Er war durch und durch zielorientiert, verlor sich aber manchmal in anderen Themengebieten, die ihn sehr interessierten. Sein riesiges Fachwissen erleichterte das Arbeiten und Recherchieren.

### Sebastian Kaltenbach

Sebastian war unser Computerfachmann. Er kannte sich super mit Animationen aus, was uns viel Arbeit ersparte, da wir in diesem Bereich nicht viel recherchieren mussten. Aus diesem Grund hatte seine Gruppe es ihm zu verdanken, dass sie so schnell fertig wurde und noch viel Zeit für Feinheiten hatte. Diese Gruppe legte am wenigsten Überstunden ein. Sebastian gehörte zu den Ruhigeren der Gruppe und war außerhalb des Kurses ein absoluter Tischtennisprofi, der sein Wissen gerne weitergibt. Er leitete auch an einem Nachmittag die Tischtennis-KüA.



## Vorstellung der Themen

MORITZ SCHAM, CLEMENS WINTER

Mikrocontroller!?! – es ist wie bei den Europaabgeordneten: Irgendwie hat man schon mal davon gehört, aber was das genau ist – keine Ahnung. Doch wenn man sich ein bisschen mit dem Thema beschäftigt, bekommt man recht schnell eine Vorstellung, um was es geht.

Man merkt jedoch auch rasch, dass das Thema sehr umfangreich ist. Deshalb haben wir von Endress+Hauser drei Themenstellungen bekommen, die alle mit dem „Überthema“ Mikrocontroller zu tun haben.

### **1. Thema: Darstellung und Erklärung eines AD-Wandlers:**

Beim Thema Analog-Digital-Wandler ging es darum, die komplexen Vorgänge innerhalb eines AD-Wandlers mithilfe eines selbst gebauten Modells anschaulich darzustellen. Zusätzlich sollte ein Lehrmodul gefertigt werden, das den AD-Wandler so interessant und anschaulich wie möglich erklärt. Beides soll von Endress+Hauser dazu benutzt werden, Azubis den AD-Wandler zu erklären. Zusätzlich können dies dann auch Lehrer benutzen, um ihre Schüler mit dem A/D-Wandler bekannt zu machen.

### **2. Thema: Visuelle Darstellung des inneren Aufbaus eines Mikrocontrollers, mit der das Interesse von Jugendlichen am Thema Mikrocontroller geweckt werden soll:**

Bei der visuellen Darstellung eines Mikrocontrollers sollte eine moderne Animation in Powerpoint erstellt werden, die den Arbeitsablauf eines Mikrocontrollers erklärt. Dies sollte dann für Laien verständlich sein.

### **3. Thema: Erstellung einer schriftlichen „Schritt für Schritt“-Broschüre für Jugendliche, welche die Arbeitsanweisungen und Sicherheitshinweise zur Herstellung von Platinen verständlich für Jugendliche erklärt:**

Beim dritten Thema ging es darum, das Verständnis bei Jugendlichen für das Thema Platine zu erhöhen. Dafür sollten wir eine Broschüre schreiben, mit der in diesem Thema unerfahrene Leute (z. B. Auszubildende, Schüler, ...) selbst eine Platine herstellen können. Dafür muss die Broschüre leicht verständliche Arbeitsanweisungen enthalten, die die Leser über mögliche Gefahren bei den verschiedenen Arbeitsschritten aufklären. Des Weiteren soll eine Auswahl der am häufigsten verwendeten Ätzarten benannt werden und Tipps gegeben werden, wie man die beim Entwickeln und Ät-

zen verwendeten Materialien entsorgt.

## **A/D-Wandler**

ALICE THEISS, LUKAS SCHEUERLE

Unsere Gruppe hatte die Aufgabe, ein Modell eines A/D-Wandlers zu bauen, welches für Jugendliche verständlich und leicht nachbaubar sein sollte. Dazu sollte ein Lehrmodul angefertigt werden, mit Erklärung der genauen Vorgänge. Wir wussten schon, dass ein A/D-Wandler analoge in digitale Signale umwandelt, doch erst einmal musste geklärt werden: Wie funktioniert das überhaupt? Was genau sind eigentlich analoge und digitale Signale, und was um Himmels Willen ist der Aliasing-Effekt? Bevor wir also mit unserem Modell beginnen konnten, mussten diese Fragen geklärt werden.

Ach ja, da fällt uns gerade ein, wir haben uns ja noch gar nicht vorgestellt. Wir, das sind Lisa Kohler, Lukas Scheuerle, Moritz Scham und Alice Theiß. So, jetzt, da wir das geklärt hätten, kommen wir zurück zum Thema:

Wir recherchierten und klärten (fast) alle theoretischen Fragen in der Zeit vom Eröffnungs-Wochenende bis zur Akademie. Und dann, am 28. 8. 2009, konnte unsere Arbeit endlich so richtig beginnen.

Zuerst einmal präsentierten wir den anderen Teilnehmern aus unserer TheoPrax-Gruppe unsere zusammengetragenen Ergebnisse. Dabei konnten sich die Gruppenmitglieder noch einmal gegenseitig helfen, wenn man etwas nicht verstanden hatte – getreu dem Motto „Einer für alle, alle für Einen“.



Im Laufe der nächsten Tage erfuhren wir viel über Projektmanagement und begannen, unser eigenes Projekt von vorne bis hinten durchzuplanen:

Wir entwarfen einen Projektstrukturplan. Dieser beinhaltet alle Arbeiten, die für das Erreichen des Projektziels nötig sind. Diese Arbeiten fassten wir in Arbeitspakete zusammen und erstellten einen Zeit- sowie einen Kostenplan.

Die nächste Aufgabe war das Erstellen des Angebots für den Auftraggeber Endress+Hauser. Nachdem wir dieses abgeschickt hatten, waren wir natürlich alle erst einmal aufgeregt, ob wir denn den Auftrag erhalten würden, oder ob wir unser Angebot noch einmal überarbeiten müssten. Wie so häufig trat Letzteres ein, und wie die anderen Gruppen mussten auch wir unser Angebot noch einmal überarbeiten. Das lohnte sich allerdings, denn nach der Überarbeitung wurde unser Angebot schließlich angenommen, und wir konnten mit der Umsetzung unseres Projekts beginnen.

Nachdem wir die Feinrecherche über den A/D-Wandler beendet hatten, begannen wir mit der Ideensammlung für ein Modell, welches einfach zu bauen sein musste, aber trotzdem alle technischen Aspekte beinhaltete. Das jedoch war leichter gesagt als getan.

Anfangs dachten wir viel zu kompliziert, und erst Dörthe brachte uns mit einem „Kuckucks-Ruf“ so langsam auf den richtigen Weg, aber noch standen wir ganz am Anfang.

Kevin, ein ehemaliger TheoPraxler und ein Experte auf dem Fachgebiet des A/D-Wandlers, erklärte uns die einzelnen Bauteile und das einfachste A/D-Wandler-Verfahren (davon gibt es nämlich mehrere). Daraufhin hatten wir eine konkrete Idee, wie unser Modell aussehen sollte: Wir wollten aus Lego die verschiedenen Bauteile des A/D-Wandlers darstellen. Da diese miteinander kommunizieren, dachten wir, dass diese als Legomännchen darstellbar sind.

Da wir nun einen festen Plan im Kopf hatten, begannen wir auch gleich mit der Umsetzung. Und das machte allen einen Menge Spaß. Andy's Legobaukasten hatte nämlich eine Menge lustiger Figuren zu bieten, da gab es z. B. Dumbledore, Harry Potter und Darth Vader, welche in unserem Modell allerdings keine Ver-



wendung fanden. Wir verbrachten nicht wenig Zeit damit, uns durch seinen Legokasten zu wühlen und unsere „Arbeitertruppe“ des A/D-Wandlers, die z. B. aus den Zählerzwillingen oder der Komparatorlady bestand, zusammenzustellen.

Aus welchen Bauteilen besteht denn der A/D-Wandler? Hier gibt es den Taktgeber, den Komparator, den D/A-Wandler, die UND-Schaltung, Zähler Nr.1 und Nr.2 und den Speicher. Dann spielen noch die Eingangsspannung und die Referenzspannung eine wichtige Rolle.

Wollten wir alle Bauteile erklären, wäre das ein Kurs für sich, deshalb greifen wir uns – stellvertretend für alle – zwei Bauteile heraus, deren Funktion wir im Folgenden etwas näher erklären.

Fangen wir mit dem **Komparator** an. An dieses Bauteil werden zwei Spannungen (Eingangsspannung und Referenzspannung) angelegt, welche verglichen werden. Wenn die Spannung am ersten Eingang größer ist als die Spannung am zweiten Eingang, schickt der Komparator ein bestimmtes Signal weiter (eine 1). Ist allerdings die Spannung am zweiten Eingang größer, wird ein anderes Signal weiter geschickt (eine 0).

Um das etwas verständlicher auszudrücken, hier noch mal ein einfaches Beispiel:

Ihr seid in einem Freizeitpark und möchtet mit der Achterbahn fahren. Die Eingangsspannung entspricht der Größenbeschränkung und die Referenzspannung seid ihr. Seid ihr größer als die Größenbeschränkung (Eingangsspannung), dürft ihr mit der Achterbahn fahren (eine 1 wird ausgegeben). Seid ihr allerdings zu klein,

müsst ihr draußen bleiben (das entspricht einer 0).

Dieses Signal kommt dann an einem **UND-Gatter** an, welches ein logisches Bauteil ist. Logische Bauteile kann man gut anhand von Alltagssituationen beschreiben.

So geht man nur dann auf eine Party, wenn man Zeit **UND** eine Einladung **UND** Lust hat **UND** eine Party stattfindet. Das Resultat tritt nur dann ein, wenn alle Bedingungen gleichzeitig vorhanden/erfüllt sind. Diese Abhängigkeit wird in der Schaltalgebra als **UND-Funktion** bezeichnet. Wahre Signale werden durch eine 1 und falsche durch eine 0 dargestellt.

Bedingung A	Bedingung B	Ergebnis Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Die oben stehende Funktionstabelle zeigt das Verhalten einer UND-Funktion mit zwei Eingängen in Form einer Wahrheitstabelle. Die Tabelle verdeutlicht noch einmal, dass nur, wenn A und B erfüllt sind, Z auch erfüllt sein kann.



Nach Klärung aller Bauteile und ihrer Funktionen haben wir dann das Modell gebaut. Als es dann fertig war, waren wir alle sehr froh und erleichtert, dass es uns so gut gelungen war. Doch noch hatten wir nicht einmal die Hälfte geschafft, denn wir mussten ja noch das Lehrmodul schreiben, das die Grundlagen des A/D-Wandlers beinhalten sollte.

Dafür haben wir uns erst einmal zu jedem Vorgang ein gut verständliches Beispiel ausgedacht



Das fertige Legomodell

und es dann anschaulich und vor allem verständlich formuliert. Und natürlich waren wir auch nicht immer einer Meinung, wie das Eine oder Andere geschrieben werden sollte.

Wie ihr euch sicher schon denken könnt, war unser Kopf zwischendurch mal zu müde, um noch einen klaren Gedanken fassen zu können. Dann begannen wir literweise „Gute-Laune“-Tee zu schlürfen oder, was auch mal vorkam, zu singen oder zu tanzen.



Als wir das Lehrmodul endlich fertig gestellt hatten, mussten wir uns auf unsere Präsentation für den Auftraggeber vorbereiten, bei der drei Vertreter der Firma Endress+Hauser anwesend sein wollten. Außerdem wollte der Mitbegründer von TheoPrax, Peter Eyerer, kommen. Daher waren wir alle ziemlich aufgeregt.

Doch dann lief alles wirklich super und wir waren sehr stolz, als wir unser Lehrmodul und



unser fertiges Modell in Händen hielten. Dafür bekamen wir eine Menge Lob von der Firma Endress+Hauser. Die Arbeit hat uns viel Spaß gemacht, das war uns das Wichtigste.

Jetzt haben wir euch einiges über die Arbeit unserer Gruppe erzählt und hoffen, der Einblick in unsere zweiwöchige TheoPrax-Projektarbeit war für euch interessant.

Wir haben eine Menge über den A/D-Wandler erfahren. Doch wie ist der A/D-Wandler eigentlich in eine Maschine eingebaut? Der A/D-Wandler befindet sich wie der Mikrocontroller auf einer Platine. Wie diese hergestellt wird und was man dabei beachten muss, damit hat sich die nächste Gruppe beschäftigt, die sich im Folgenden vorstellt:

## Chemical Nature

FELICITAS KUCH, LUISA LADEL,  
CLEMENS WINTER, SINA ZIEGLER

Wir, Felicitas, Luisa, Clemens und Sina sind die Gruppe „Chemical Nature“. Sicher fragt ihr euch, wie dieser Name zustande gekommen ist. Das werden wir euch kurz erklären: Zu Anfang hatten wir zwei Themen. Das eine war die Erstellung einer Broschüre zur Herstellung von Leiterplatten. Das zweite Thema beinhaltete die Untersuchung der sicherheitsrelevanten Aspekte beim Ätzvorgang und das Recycling der dort verwendeten Stoffe. Durch dieses Thema kam auch unser Name zustande, da wir uns um Chemie, aber auch um Natur und Umwelt kümmern wollten. Bei unserer Zeitplanung in der Sommerakademie fiel uns aber sehr schnell auf, dass beide Themen für zwei Wochen einfach zu viel waren. Also strichen wir das zweite

Thema, doch unseren Namen behielten wir. Es war nämlich sehr schwer, einen anderen passenden Namen zu finden. Von „die Ätzgruppe“ bis zur „One-Boy-Group“ hatten wir uns (fast) alles überlegt.

Während der Sommerakademie galten wir als die „ruhige Gruppe“, zeigten aber einen steten Fortschritt und gaben gegen Ende auch richtig Gas, sodass alle staunten.

Doch neben dem ganzen Praktischen mussten wir uns natürlich auch in die Theorie einarbeiten. Was zum Beispiel ist überhaupt eine Platine?

Stellt euch vor, man müsste einzelne Bauteile auf einem Festkörper (eine Platte) mit Kabeln verbinden. Ein ganz schönes Durcheinander! Dies vermeidet man, indem man einen nichtleitenden Festkörper (z. B. Kunststoff) mit leitendem Material (z. B. Kupfer) beschichtet. Diese Platte wird zunächst belichtet, dann entwickelt und schließlich geätzt. Dadurch wird der Großteil des Kupfers entfernt, sodass nur noch bestimmte leitende Bahnen übrig bleiben. Diese ersetzen die Kabel. Das Ganze nennt man dann Platine oder Leiterplatte.

Um ätzen und entwickeln zu können muss man wissen, wie gefährlich die benötigten Chemikalien sind. Dafür gibt es R/S-Sätze.

Dabei bedeutet das R „risk“, also Gefahr, und das S „safety“, also Sicherheit. Die R-Sätze geben euch Auskunft über die Gefahren, die mit den jeweiligen Chemikalien verbunden sind. Die S-Sätze geben euch Sicherheitsratschläge, um die Gefahren zu vermeiden oder wenigstens zu verringern.

Ein paar konkrete Beispiele:

R 21 Gesundheitsschädlich bei Berührung mit der Haut

S 30 Niemals Wasser hinzugeießen

R/S-Sätze wie diese findet ihr ganz einfach im Internet. Sie sind meist mit verschiedenen Gefahrensymbolen am Etikett der Chemikalie angegeben.

Auf dem Bild seht ihr das Sicherheitsetikett von Natriumhydroxid, einer Chemikalie, mit der wir u. a. gearbeitet haben.

So, und nachdem ihr über unser Thema etwas



Theorie gehört habt, geht es nun langsam zum Praktischen über.

Denn jetzt machen wir mit den Versuchen weiter. Bevor wir damit angefangen haben, mussten wir uns überlegen, wie wir unsere Versuche planen wollten. Denn wir hatten absolut keine Ahnung, wie wir belichten, entwickeln und ätzen sollten und vor allem, wie lange das dauert. Da hieß es ausprobieren! Deshalb haben wir uns zusammengesetzt und folgende Parameter für das Belichten festgelegt:

1. Entfernung der UV-Lampe zur Platine (fällt bei einer Belichtung durch die Sonne weg)
2. Umgebung
3. Belichtungsdauer

Um den Überblick über alles zu behalten, war es sinnvoll, das Ganze in einer Tabelle zu protokollieren.

Dann war es endlich soweit – wir setzten unsere Pläne in die Tat um. Wir teilten uns in zwei Gruppen auf und belichteten die Platinen nach den zuvor gewählten Parametern. Die eine Gruppe belichtete die Platinen mit der UV-Lampe in der Toilette, denn diese war fensterlos, weshalb wir sie zur Dunkelkammer umfunktionierten. Die andere Gruppe ging nach draußen, um die Platine von der Sonne belichten zu lassen.

Die Gruppe in der „Dunkelkammer“ musste jedoch erst die UV-Lampe aufbauen. Eine ziemlich knifflige Angelegenheit, da wir das Stativ erst noch zusammenbauen mussten.



Doch nachdem dies endlich erledigt war, ging es richtig los: Wir arbeiteten schichtweise in der „Dunkelkammer“, um die Platinen 2–20 min zu belichten und zu überwachen. Wir haben zugleich mit verschiedenen Abständen (15 cm bis 50 cm) zwischen Platine und Lampe experimentiert.

Wie schon vorher erwähnt, haben wir unsere Platinen nicht nur drinnen belichtet, sondern auch in die Sonne gelegt. Denn diese strahlt auch reichlich UV-Licht ab. Da wir vermuteten, dass die Sonne weniger UV-Licht abstrahlt als die UV-Lampe, war die Belichtungszeit hier länger – zwischen 30 Minuten und 5 Stunden.

Wir hatten folgende Idee: Wenn wir die Platine in eine Alu-Schüssel legen, reflektiert die Schüssel die Strahlen so, dass die UV-Einstrahlung gebündelt wird. Gesagt, getan!

Was dabei allerdings herausgekommen ist, erzählen wir euch später.

Nach dem Belichten ging es mit dem Entwickeln weiter. Mit Kittel, Schutzbrille und Handschuhen ausgerüstet mussten wir in den Che-

mieraum umziehen, um dort unsere Experimente weiterzuführen. Und warum? Weil mit den Chemikalien, die wir für das Entwickeln und Ätzen brauchten, nicht zu spaßen ist. Beide sind nämlich ätzend. Deshalb mussten wir nach den Richtlinien der R/S-Sätze arbeiten.



Bei der Arbeit im Labor

Heutzutage gibt es auch fertige Ätzsets, in denen Entwickler und Ätzmittel schon vorhanden sind. Das erspart viel Zeit, die in unserem Kurs knapp war, weshalb ein solches bei uns zum Einsatz kam. Den Entwickler haben wir in einem Liter destilliertem Wasser gelöst, dann die Platinen für ca. eine Minute eingetaucht und anschließend mit Wasser abgespült.

Nach dem Entwickeln kamen die Platinen nun ins Ätzbad. Wir lösten das Ätzmittel Natriumpersulfat in einem halben Liter warmem Wasser. Die Lösung gaben wir in eine Plastikschale, in die wir die Platinen legten. Die Schale musste während des Ätzvorgangs dauernd bewegt werden, sodass das Ätzmittel gleichmäßig ätzen konnte. Wir rechneten damit, dass der Ätzvorgang insgesamt etwa 10 bis 15 Minuten dauern würde, aber da hatten wir uns gründlich verschätzt, denn die Platinen waren erst nach über einer Stunde fertig geätzt!

Und nicht nur das: Von unseren zwölf Platinen wurden nur zwei vollständig geätzt, und bei vier weiteren wurde die Oberfläche der Platinen nur leicht angeätzt. Bei den anderen passierte gar nichts. Doch trotzdem brachte uns dieser Versuch weiter, wie wir noch berichten werden.

Jetzt hatten wir unsere Ergebnisse „im Kasten“, d. h. fertig geätzt. Aber wer Abfall produziert,



Platinen im Ätzbad

muss auch wieder aufräumen! Die Chemikalien dürfen nicht einfach in den Abfalleimer geworfen werden. Man muss sie neutralisieren. Dazu haben wir die Entwicklerflüssigkeit filtriert und den Rückstand in eine Feststofftonne gegeben. Den Rest („Filtrat“) haben wir mit verdünnter Salzsäure neutralisiert und in den „wässrigen Abfall für Säuren und Basen“ gegeben.

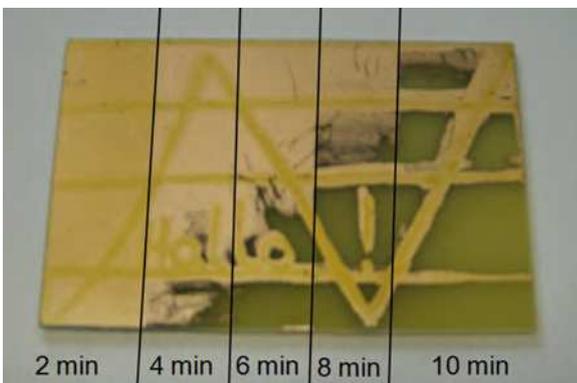
Die Ätzflüssigkeit mussten wir mit Natriumhydrogencarbonat neutralisieren und ebenfalls in den „wässrigen Abfall für Säuren und Basen“ geben.

Nachdem wir die Chemikalien nun ordnungsgemäß entsorgt hatten, machten wir uns an die Auswertung der Ergebnisse. Bei den Platinen, die unter der UV-Lampe belichtet wurden und bei denen nichts geätzt wurde, waren wir uns schnell einig, dass die Belichtungszeit zu kurz war. Denn auf den Platinen sah man zwar das Muster des Layouts, das später auf der Platine zu sehen sein sollte, jedoch wurde das Kupfer kein bisschen weggeätzt.



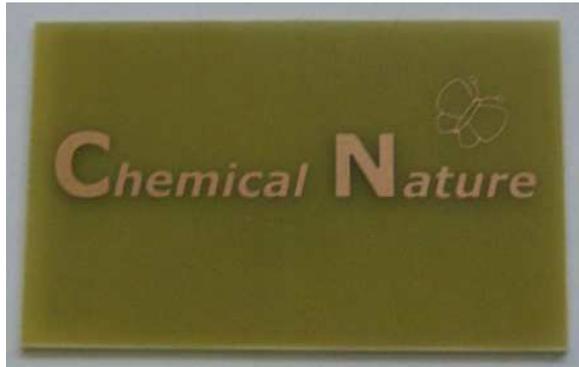
Also schlussfolgerten wir, dass die Fotoschicht nicht lange genug belichtet wurde, sodass der Entwickler sie nicht entfernen konnte. Bei den Platinen, die von der Sonne belichtet wurden, mussten wir lange überlegen, warum sie nicht das gewünschte Ergebnis brachten. Sogar Dörthe konnte uns nicht weiterhelfen. Wir vermuteten jedoch, dass sie ebenfalls zu kurz belichtet wurden und dass außerdem UV-Licht an Stellen kam, an denen es eigentlich nichts zu suchen hatte, d. h. die Stellen, die vom Layout abgedeckt waren.

Dennoch konnten wir vor allem anhand einer Platine sehr genau feststellen, was die ideale Belichtungsdauer und was der beste Abstand zur UV-Lampe war.

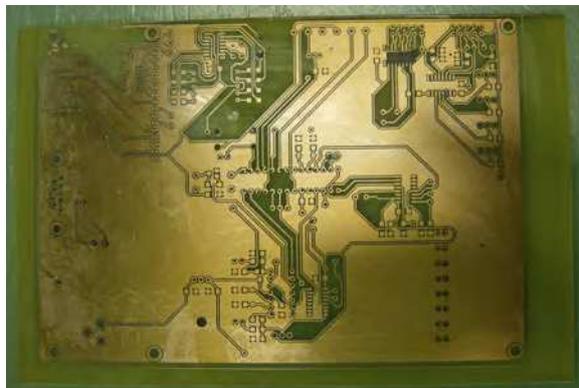


Dies half uns dann auch bei unserem zweiten Versuch. In diesem ätzten wir die Gruppenlogos der drei Gruppen in eine Platine. Außerdem machte Andy noch eine Platine mit Geburtstagsglückwünschen für seine Mutter, da sie am Wochenende Geburtstag feierte und er noch kein Geschenk hatte.

Kleine Anmerkung, wie schon gesagt: Normalerweise nutzt man Platinen nicht, um Muster oder Logos zu verewigen, sondern, um sich ein Kabelgewirr zu ersparen. Auf dem folgen-



den Bild seht ihr eine in dieser Form von Endress+Hauser verwendete Platine.



Bleibt nur noch eine Frage: Warum haben wir denn so viele Versuche gemacht und alles so genau protokolliert? Es gibt nur eine Antwort darauf:

Wir sollten eine Broschüre für Jugendliche zum Belichten, Entwickeln und Ätzen von Platinen erstellen. Keine leichte Aufgabe! Und vor allem mussten wir es erst selbst „erleben“ um es beschreiben zu können. Als wir schließlich alle Informationen beisammen hatten, fing die Arbeit erst richtig an. Aber keine Sorge. Diese Art von Arbeit macht viel Spaß und gute Laune.

Erst einmal haben wir uns überlegt, wie die Broschüre aufgebaut sein sollte. Dann musste natürlich ein Eye-Catcher her, um die Broschüre anschaulicher und interessanter zu gestalten. So wie Hänsel und Gretel vom Lebkuchenhaus der Hexe angelockt wurden, so sollte diese Broschüre den Leser zum Experimentieren auffordern. Aber wie macht man das? Unsere Köpfe qualmten, als uns plötzlich die Idee kam: Willi, unser TheoPrax-Maskottchen, sollte ein paar Sprüche zum Besten geben und die ganze Sache

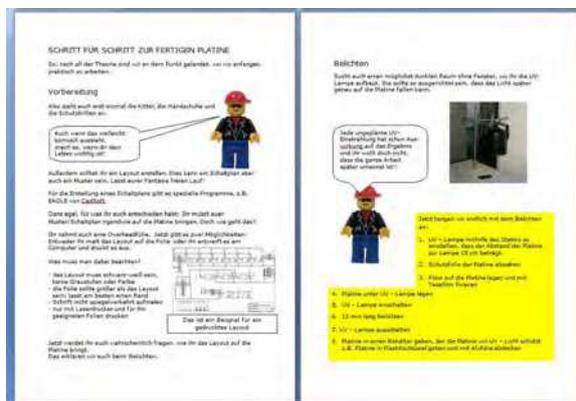
ein bisschen auflockern. Aber wer ist Willi? Das müsst ihr schon selbst herausfinden, denn das ist ein altes TheoPrax-Geheimnis. Jetzt ging es darum, wie wir Willi darstellen. Andy hatte die zündende Idee: Wir liehen uns einfach ein Legomännchen von der A/D-Wandler Gruppe aus. Nun brauchten wir nur noch jemanden, der Willi Fragen stellt: einen Schüler. Auch dieser war schnell aus Legosteinen zusammengesetzt. Auf geht's zum Fotoshooting:



Unsere Figuren waren nicht das Einzige, das die Broschüre „verschönern“ sollte: Wir haben für die „Schritt für Schritt“-Anleitung auch noch gelbe Hinweiskästen eingesetzt. In der folgenden Abbildung seht ihr einen Ausschnitt aus unserer Broschüre.

Außerdem haben wir die Schüler aufgefordert, selbst aktiv zu werden, um sie für das Thema zu motivieren.

Doch das alles hilft nichts, wenn der Text auf Fachchinesisch geschrieben ist. Also war auch ein angemessenes Sprachniveau wichtig. Das Ganze hat uns viel Spaß gemacht, und was dabei herausgekommen ist, kann sich durchaus sehen lassen.

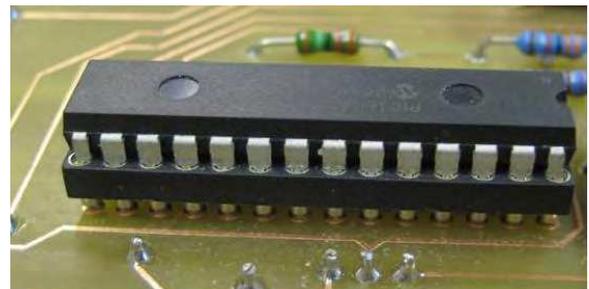


Jetzt wisst ihr, was wir alles erreicht haben und könnt euch unsere Arbeit hoffentlich besser vorstellen. Nun zeigt euch aber auch noch unsere

dritte Gruppe, was sie erarbeitet hat. Ihr Thema hat auch ein wenig mit unserem zu tun, da das Bauteil, das sie erklären sollten, sich für gewöhnlich auf einer Leiterplatte befindet, aber lest selbst ...

### µPower

LUKAS GUTZWEILER, SEBASTIAN KALTENBACH, SIMON BULTMANN



Der Mikrocontroller ist in fast jedem elektronischen Gerät enthalten und wird dennoch kaum beachtet. Das ist aber ziemlich ungerechtfertigt, denn er ist das Gehirn eines solchen Gerätes und spielt somit für dessen reibungslose Funktion eine entscheidende Rolle. Der Mikrocontroller analysiert und bewertet eingehende Daten und reagiert entsprechend darauf. So wählt er zum Beispiel bei einer Waschmaschine nach dem Drücken eines Knopfes das gewünschte Waschprogramm aus oder gibt nach einem Aufprall im Auto dem Airbag das Signal, sich zu öffnen.



All diese Aufgaben bewältigt er jedoch nicht von selbst. Er benötigt ein Programm, in dem

festgelegt ist, wie er die eingehenden Daten verarbeiten und gegebenenfalls darauf reagieren soll. So ein Programm besteht aus vielen einzelnen elementaren Befehlen, wie zum Beispiel einer Addition, dem Abspeichern eines Wertes oder dem Vergleich eines Wertes mit einem anderen. Unsere Aufgabe war es zu erklären, was bei einem solchen Befehl im Inneren des Mikrocontrollers abläuft, und dies in einer für Jugendliche ansprechenden und verständlichen Form. Wir sollten dies mithilfe einer PowerPoint-Präsentation realisieren.

Doch zuerst einmal, wer „wir“ überhaupt sind: „Wir“, das sind Kai-Li Yan, Sebastian Kaltenbach, Simon Bultmann und Lukas Gutzweiler. Von der Teambildung an bis zum Beginn der Science Academy recherchierten alle Gruppenmitglieder über einzelne Bauteile des Mikrocontrollers.

Während dieser Zeit nahm Kai-Li Kontakt zu Herrn Paul und Herrn Krause von der Firma Endress+Hauser auf, die uns bereitwillig unsere Fragen beantworteten. Das Schuljahr ging zu Ende, und im Ferientrübels fiel die Kommunikation unter uns Teammitgliedern immer schwerer.



Quelle: Fraunhofer ICT

Doch dann war er da, der von uns allen so lang ersehnte und teilweise auch leicht gefürchtete Tag: Freitag, der 28. August 2009. Die 7. Science Academy in Adelsheim hatte begonnen. Endlich sahen wir uns alle wieder und tauschten uns erst einmal über unsere Probleme und Ergebnisse aus. An den ersten Tagen stellten wir die Resultate unserer Recherche zusammen und erfuhren jede Menge Theorie über die Planung eines Projekts. Wir machten uns gleich daran, dies auf unser Projekt anzuwenden und es komplett durchzuplanen.

Wir erstellten nun ein Angebot, welches unseren Auftraggeber über unsere Planungen und Ziele informieren sollte. Schon nach wenigen

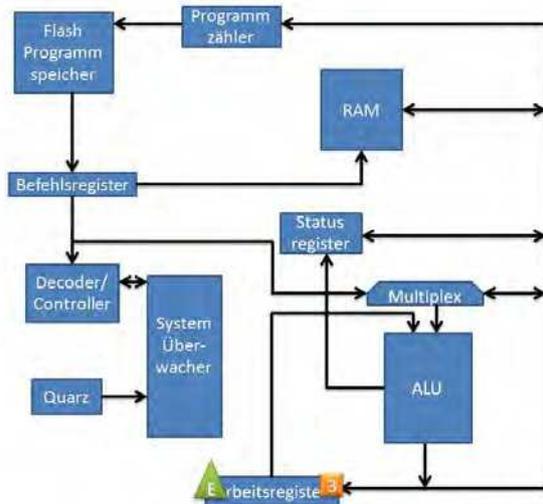
Tagen schickten wir dieses Angebot an Endress+Hauser, um den erhofften Auftrag zu erhalten. Doch wir bekamen die Nachricht zurück, dass wir unser Angebot noch ein wenig verbessern und einzelne Punkte genauer erklären müssten. Daher konnten wir uns schon früh an Überstunden gewöhnen. Doch es lohnte sich! Das nachgebesserte Angebot wurde akzeptiert, wir erhielten den Auftrag auf „Grundlage unseres Angebotes“ und konnten endlich richtig loslegen.

Zuerst sammelten wir Informationen über die einzelnen Bausteine des Mikrocontrollers. Dann erst begannen wir mit der eigentlichen Animation. Als Übersicht über die Bauteile nahmen wir zunächst das Blockdiagramm des Mikrocontrollers, das uns Endress+Hauser zugeschickt hatte. Bei der Rotation zeigten wir den anderen Akademieteilnehmern die erste von uns erstellte Visualisierung. Es stellte sich heraus, dass diese Version noch deutlich zu unübersichtlich und zu schwer verständlich war, weil sie zu viele Informationen auf einmal enthielt.

Also machten wir uns daran, die Präsentation zu überarbeiten und einfacher sowie übersichtlicher zu gestalten. Wir erstellten einen komplett neuen und verständlicheren Übersichtsplan der Bauteile und entschieden uns dafür, Informationen nach und nach erscheinen zu lassen, nicht wie in der ersten Version alle auf einmal. Die einzelnen Bauteile sind in der Animation als blaue Kästen dargestellt und außerdem mit ihrer Funktion beschriftet.

Die Datenleitungen zwischen den einzelnen Bauteilen, das sog. „Bussystem“, stellten wir mit Pfeilen dar. Über diese Leitungen werden die Daten von einem Bauteil zum anderen geschickt. In der Animation sind das orange Quadrate, in denen der Datenwert steht. Die Signale, die den Ablauf steuern, stellten wir als grüne Dreiecke dar. Sie werden aus den im Programmspeicher gespeicherten Befehlen im Decoder/Controller erstellt. Die ALU führt die eigentlichen Rechenoperationen durch wie z. B. die Addition von zwei Werten.

Die Werte werden vom RAM und aus dem Arbeitsregister zur ALU geschickt. Zwischenergebnisse, mit denen gleich weitergerechnet wird, werden im Arbeitsregister gespeichert. Die End-



Übersichtsplan der Bauteile des Mikrocontrollers

ergebnisse werden in das RAM geschrieben.



Addition in der ALU

Nach langer und intensiver Arbeit konnten wir bei der Abschlusspräsentation Endress+Hauser unser Ergebnis überreichen: Eine CD-ROM mit der Visualisierung einer Addition innerhalb des Mikrocontrollers, sowie eine schriftliche Erklärung, in der die einzelnen Schritte der Animation noch einmal genauer erklärt werden. Mit dieser Visualisierung, so hoffen wir, kann die Firma Endress+Hauser in Zukunft Jugendliche über das Thema Mikrocontroller informieren

und sie dafür begeistern.

## Projektmanagement – Ein Rezept für ein gelungenes Projekt

LUISA LADEL, SINA ZIEGLER, KAI-LI YAN

Um ein so komplexes, anspruchsvolles und langwieriges Projekt starten zu können, braucht man folgende Zutaten:

- unsere erfahrenen, hilfs- und zu Überstunden bereiten Kursleiter
- unseren lustigen, immer gut gelaunten Schülermentor Andy
- uns natürlich
- gaaaaaanz viele Süßigkeiten, Tee & Sonnenblumenkerne
- und nicht zu vergessen: das PROJEKTMANAGEMENT!

Jedes Projekt durchläuft in seiner Zubereitung folgende vier Phasen:

Start- und Definitionsphase, Planungsphase, Umsetzungsphase und Abschlussphase.

**Start- und Definitionsphase:** Hier fängt alles an. Denn zu jedem Projekt gehört ein Thema und natürlich das Erreichen eines Projektziels. Wir hatten gleich drei Themen und bildeten drei Teams, die schon am Anfang eine Menge Recherche zu bewältigen hatten.

**Planungsphase:** Wie das Wort schon sagt, wird in dieser Phase das Projekt geplant. Hier lernten wir auch zum ersten Mal, wie ein Projekt strukturiert ist und begriffen, was Projektmanagement genau bedeutet. Um unser neu angeeignetes Wissen gleich auszuprobieren und für unsere Projekte zu üben, bekamen wir die Aufgabe, ein 4-Gänge-Menü eines Lieferservices zu planen. Doch dahinter steckte viel mehr Arbeit, als wir gedacht hatten.

Erst einmal durften wir uns überlegen, was man für einen Lieferservice eines 4-Gänge-Menüs überhaupt braucht und was man alles erledigen muss.

Wir schrieben jede noch so kleine Kleinigkeit auf, um ja nichts zu vergessen und ordneten

sie dann nach Themengebieten. Diese kleinen Schritte sammelten wir in Arbeitspaketen, die anschließend in einem Strukturplan festgehalten wurden.

In unserem Beispiel sind das unter anderem die Fragen um:

- das Geschirr
- den Transport
- die Zutaten
- die Menüfolge
- ...

Diese Arbeitspakete ordneten wir dann in einem Zeitplan so an, dass wir mit allem fertig wurden, um das Essen rechtzeitig zu unseren Kunden Simon und Dörthe bringen zu können.

Danach hielten wir in einem Kostenplan fest, was wir für Ausgaben hatten. Dabei mussten außer den Lebensmitteln auch Transport, Personal, Strom und andere Güter, die wir für die Zubereitung eines Essens brauchten, mit einbezogen werden. Die Summe der Beträge wird dem Kunden nach Beendigung des Projektes als Rechnung vorgelegt. Natürlich nur, wenn man auch den Auftrag dafür erhalten hat.

Nun ist die Planungsphase schon fast abgeschlossen, denn jetzt haben wir alles, um ein Angebot erstellen zu können. Beim Lieferservice braucht man dies vielleicht nicht unbedingt, aber bei einem Projekt wie unserem ist es ein Muss. Im Angebot wird der potenzielle Auftraggeber über das Thema, unsere Zielsetzung, unsere geplanten Projektergebnisse, unseren Struktur-, Zeit- und Kostenplan usw. informiert. Wenn der Auftraggeber einverstanden ist, erteilt er uns den Auftrag, was für uns einem Startschuss in die Umsetzungsphase gleichkam.

**Umsetzungsphase:** Gerade in dieser Phase kann es kritisch werden, da es viele schwer kalkulierbare Risiken gibt.

Es könnte zum Beispiel passieren, dass wir die Zeit zu knapp kalkuliert haben. In diesem Fall hätten wir ein kleines Problem, das es zu lösen gilt. Ein paar Vorschläge wären: nicht zu trödeln, die Dekoration wegzulassen oder den Kunden ein bisschen länger warten zu lassen – was allerdings nicht zu empfehlen ist.

Eine weitere kleine Panne wäre, wenn das Auto liegen bliebe, wir zu spät oder gar nicht mehr kämen und der Kunde folglich sauer ist. Um das zu vermeiden, führten wir schon in der Planungsphase eine Risikoanalyse durch. Wir stellten zum Beispiel die Frage, wie wahrscheinlich eine Autopanne wäre. Bei einem neuen Porsche ist das wohl weniger der Fall, aber wenn das Auto schon einige Jahre auf dem Buckel hat und gelegentlich aussetzt, ist die Panne schon sehr viel wahrscheinlicher. Deshalb sollte man sich vielleicht ein Ersatzauto beschaffen. Auf diese Art lassen sich Risiken reduzieren oder „Notfallpläne“ aus der Tasche ziehen, wenn doch etwas passiert.

**Abschlussphase:** Während dieser Phase mussten wir in unserem richtigen Projekt die Abschlusspräsentation vorbereiten und natürlich auch halten. Außerdem haben wir einen Abschlussbericht für unseren Auftraggeber Endress+Hauser geschrieben, der nach der Präsentation an Herrn Krause, einen Vertreter dieser Firma, übergeben wurde. Aber auch wir haben etwas bekommen, für das sich unsere Überstunden gelohnt haben: Ein Zertifikat vom Fraunhofer Institut für Chemische Technologie und natürlich, was viel wichtiger war als das Zertifikat, das Aneignen von vielem neuen Wissen mit viel Spaß.

Nach der Abschlusspräsentation gab es noch ein Feedback für uns Teilnehmer, in dem wir zusammen darüber diskutierten, ob wir das Projekt erfolgreich mit Gewinn für uns und den Auftraggeber abgeschlossen haben und wie wir uns während des ganzen Projektes gefühlt hatten.

Wenn ihr euch an unser Rezept gehalten habt, solltet ihr jetzt theoretisch Folgendes haben:

- 2 stolze Kursleiter
- einen noch immer gut gelaunten Schülermentor
- einen zufriedenen Auftraggeber
- 12 glückliche Kursteilnehmer
- ein gelungenes Projekt
- und Unmengen an leeren Süßigkeitenverpackungen!

## Fazit

LUKAS GUTZWEILER, SIMON  
BULTMANN, SEBASTIAN KALTENBACH

Die 14 Tage waren für uns sehr abwechslungs- und lehrreich. Wir lernten viel Theorie, wie z. B. über das Projektmanagement, aber auch der praktische Aspekt kam nicht zu kurz. So bauten wir unter anderem von Endress+Hauser zur Verfügung gestellte Regensensoren. Die gelernte Theorie konnten wir auch gleich praktisch anwenden, indem wir das neu Gelernte auf unsere Projekte übertrugen. So mussten wir abwägen, wie die begrenzte Zeit einzuplanen war und welche Wichtigkeit die einzelnen Teilaspekte des Projekts haben sollten. Natürlich wollten wir in der begrenzten Zeit zum bestmöglichen Ergebnis kommen. Deshalb konnten wir nicht alle Aufgaben aus dem Zeitplan erledigen, sondern waren gezwungen, weniger wichtige Teilaspekte zu streichen, um die wichtigeren Aufgaben gründlich erledigen zu können. Unser Zeitplan wurde also ständig überarbeitet.

TheoPrax ist wohl der einzige Kurs, in dem die Teilnehmer die Richtung und das Ziel selbst vorgeben und nicht die Kursleiter. Außerdem macht ein reales Projektthema, also eine Fragestellung, zu der es noch keine Lösung gibt, den Kurs einzigartig. Die Zusammenarbeit mit einem Auftraggeber, der gespannt auf Ergebnisse wartet, war für alle Teilnehmer eine neue Erfahrung. In der letzten Phase vor der Abschlusspräsentation nahmen wir in unserem Eifer, das bestmögliche Ergebnis zu erreichen, auch Überstunden in Kauf, die aber keineswegs unangenehm waren, sondern wie auch der Rest der Gruppenarbeit harmonisch verliefen.

Bei so viel Teamarbeit und eigener Verantwortung für das Projekt verbesserten wir auch unsere „soft skills“, also unsere sog. „überfachlichen Kompetenzen“. Wir lernten, im Team zu arbeiten, Konflikte zu lösen, aufeinander einzugehen und vieles mehr, was die Arbeit in der Gruppe sehr erleichterte. Außerdem feilten wir an unserer Präsentationstechnik, um am letzten Tag die Auftraggeber für unsere Lösungen begeistern zu können. Wir haben aber nicht nur eine Menge gelernt, sondern auch viel Spaß gehabt. So lautete z. B. eine der von uns erstellten Kursregeln „Einmal täglich herzlich

lachen“. Und da wir immer pflichtbewusst und regeltreu sind, erfüllten wir diese Regel teilweise um 500 % mehr.



Ganz herzlich möchten wir uns bei unseren Kursleitern Dörthe Krause und Simon Budjarek sowie bei unserem Schülermentoren Andreas Widmann für die schöne, lehrreiche, interessante, lustige und in allen Punkten angenehme Zeit bedanken, aber auch bei der Firma Endress+Hauser für die Möglichkeit der Zusammenarbeit.

## Kursübergreifende Angebote – KüAs

### Theater-KüA

LUKAS GUTZWEILER, MARKUS  
SCHLIFFKA

#### Besetzung:

Mrs. Smith:	Christina Kuhnle
Mr. Smith:	Lukas Gutzweiler
Mrs. Martin:	Sophia Egger
Mr. Martin:	Markus Schliiffka
Mary:	Felicitas Kuch
Feuerwehrmann:	Lukas Heizmann

### Eugene Ionesco: Die kahle Sängerin

„Die kahle Sängerin“ ist ein absurdes Theaterstück, hat also keine richtige Handlung und keine sinnvolle Aussage.



Mary treibt ihr Unwesen

Der Vorhang öffnet sich. Mrs. und Mr. Smith, ein englisches Ehepaar, sitzen in ihrem Wohnzimmer. Er liest Zeitung, sie stopft Socken und redet über die wichtigen Dinge ihres Alltages: Über das Essen und den Arzt. Er schnalzt ab und an zustimmend. Dann beteiligt er sich am Monolog seiner Frau. Die beiden verlassen die Bühne, werden aber gleich vom herrischen und allgegenwärtigen Dienstmädchen Mary informiert, dass Besuch vor der Tür wartet. Mrs.

und Mr. Smith gehen von der Bühne ab, um sich umzuziehen. Derweil betreten die Gäste, Mrs. und Mr. Martin das Zimmer. (Bild Martins) Die beiden Martins glauben, sich schon einmal gesehen zu haben, wissen aber nicht, wo und wann. Sie stellen fest, dass sie viele Gemeinsamkeiten haben und sogar verheiratet sind. Mary jedoch deckt den Fall auf und erklärt dem Publikum, dass nichts ist, wie es scheint: „Mein wahrer Name ist Sherlock Holmes!“ Sie beschließt zudem, die Gäste fürs Erste in ihrem Glauben zu lassen, während Mrs. und Mr. Smith auftreten, die den Gästen erst mal Vorwürfe machen, weil diese zu spät sind. Es läutet an der Tür. Doch auch nach mehrmaligem Nachschauen findet Mrs. Smith niemanden vor. Es kommt erneut zum Streit, bis schließlich Mr. Smith die Tür öffnet und den Feuerwehrgewaltigen vorfindet, der nach einem kurzen Wiedersehen mit seiner Geliebten Mary auch schon wieder verschwindet.



Streit zwischen den Smiths

Sofort nach seinem Abgang kommt es zum Streit zwischen beiden Paaren. Man wirft mit durchaus unterhaltsamen „Weisheiten“ (wie z. B. „Man muss im Leben durchs Fenster schauen“ oder „Marianne, Arschbankett“), mit Stühlen, Tischen und Schüsseln um sich, bis zuletzt beide Paare aufeinander stürzen und sich zu Boden ringen. Das Licht geht aus.

Das Licht geht an. Mrs. und Mr. Martin sitzen im zerstörten Wohnzimmer. Er liest Zeitung, sie stopft Socken und redet über die wichtigen Dinge ihres Alltages. Er schnalzt ab und an zustimmend. Ein Mann betritt die Bühne und erkundigt sich nach der kahlen Sängerin. Die Antwort: „Sie trägt immer noch die gleiche Frisur!“

Die Proben waren für uns Beteiligte sehr lustig, da Sebastian und Elisabeth viele Übungen und Spiele mit uns machten, die uns sehr gut auf die Aufführung am Abschlussabend vorbereiteten. So mussten wir erst einmal lernen, einander in einem Raum wahrzunehmen und laut und deutlich zu sprechen. Auch konnten wir unserer Kreativität freien Lauf lassen, da beim absurden Theater so gut wie alles möglich ist!



Das Paar Martin findet sich

Da wir zwar normale Kleidung tragen, das Ganze jedoch so absurd wie möglich gestalten wollten, fiel uns die Wahl der Kostüme nicht leicht. Deshalb wunderte sich wohl so mancher Zuschauer über Mrs. Martin, die in Gummistiefeln und Regenmantel über die Bühne lief, während ihr Mann aus dem Badeurlaub zu kommen schien.

Es war immer schön, nach der stellenweise ziemlich anstrengenden Kursarbeit zu den Proben zusammenzukommen. Doch schon erschreckend bald hieß es: „Morgen ist Aufführung! Zeit, den Text zu können!“

Die Aufregung, die wir alle vor der Aufführung hatten, löste sich, als der Vorhang geöffnet wurde und wir die Teilnehmer mit ihren Verwandten, unsere Kursleiter und Schülermentoren im

Publikum sahen. Zum Glück saß der Text und es gelang uns zudem, ein wenig zu improvisieren. (Die Regie ist dabei hinter der Bühne fast gestorben!)

Ganz herzlich möchten wir uns bei den beiden KüA-Leitern Elisabeth und Sebastian bedanken, die es geschafft haben, mit unserer kleinen, bunt gemischten Truppe ein tolles und erfolgreiches Stück auf die Beine zu stellen.

## Physik-KüA

ROBIN LOCHBAUM, FLORIAN SURE

Die Physik-KüA fand unter der Leitung von Hans Geerds, dem Konrektor des Eckenberg-Gymnasiums im Raum 111 statt. Er bot seine insgesamt fünf verschiedenen Projekte in zwei Schienen an, sodass, auch wenn man in einer verbindlichen KüA war, es meistens noch möglich war zur Physik-KüA zu gehen.

### Das Doppeldeckerflugzeug

Das erste Projekt in der Physik-KüA war das Doppeldeckerflugzeug aus Kupferdraht. Zum Beginn der KüA bekamen wir eine Einführung wie man lötet und einen Bauplan des Flugzeugs. Nun mussten wir die verschiedenen langen Drähte so hinbiegen, dass sie die einzelnen Teile des Flugzeugs, wie Flügel oder Propeller, bildeten. Anschließend konnten wir mit dem Löten beginnen, was anfangs zwar ungewohnt und etwas schwierig war, aber man kam mit der Zeit in den Rhythmus. Auch war am Anfang noch viel Teamwork nötig, weil es öfters nicht so einfach war die Teile zusammenzulöten. Da wir alle noch nicht so gut löten konnten und nicht fertig wurden, gab es das Angebot, dass wir, wenn eine Physik KüA mal nicht voll ist, es fertig stellen konnten. Und am Ende hatten doch alle Teilnehmer ein Flugzeug mit drehbarem Propeller.

### Die Nervensäge

Die Nervensäge war ein Projekt, das seinen Namen redlich verdient hatte. Die Nervensäge ist eine Schaltung mit einem Lautsprecher und



Unser Doppeldeckerflugzeug

einem Metallschalter, die, wenn man den Metallschalter betätigt, einen kontinuierlich steigenden Ton von sich gab, den man nach einer Weile einfach nicht mehr hören konnte. Bei der Nervensäge bekamen wir am Anfang ein Holzbrett, auf den wir einen Schaltplan gelegt haben. In diesen Schaltplan haben wir Reißzwecken eingedrückt und die Bauteile und Kabel angelötet. Am Ende haben wir noch die Batterie fest gemacht und unsere Nervensäge ausprobiert. Wenn etwas nicht funktioniert hat, stand Hans Geerds uns natürlich zur Seite und konnte uns schon nach spätestens einer Minute zeigen, wo der Fehler lag.



Die Nervensäge

### Die LED-Taschenlampe

Bei dem dritten Projekt der Physik-KüA hatten wir zum ersten Mal eine kleine Theorie-

stunde. Es ging um die Entwicklung des Lichts, vom Lagerfeuer, über Petroleumlampen, bis zur LED und der Halogenlampe. Danach ging es wieder runter in den Praxisraum mit den Plätzen zum Lötten, um selbst eine LED-Lampe zu basteln. Wir bekamen alle eine vorgefertigte Platine und die jeweiligen Bauteile für die LED-Lampe. Wir mussten die Bauteile einstecken, umbiegen und festlöten. Allerdings gab es auch hier des Öfteren Probleme, weil zum Beispiel der Schalter das einzige Bauteil war, welches man andersrum einlöten musste. War man mit der Lampe fertig, konnte man sie testen und wenn sie funktionierte musste man sie nur noch in eine Plastikhülle drücken und fertig.



Die LED-Taschenlampe

### Das Morsegerät

Beim Morsegerät bekamen wir ebenfalls eine kleine Theorieeinführung und ein Blatt mit den Morsecodes. Danach gab es wie immer eine Bauanleitung und die Bauteile. Diese mussten dann auf der Platine festgelötet und verkabelt werden. Daraufhin mussten wir die Platine noch auf ein Holzgestell schrauben und fertig war unser eigenes Morsegerät mit einem einstellbaren Widerstand, durch den man die Tonhöhe bestimmen konnte.

### Die Peilsenderjagd

Zur Peilsenderjagd traf man sich das einzige mal draußen. Es gab insgesamt vier Peilempfänger, der alle vier Peilsender empfangen konnte.



Unser Morsesender

Die vier Peilsender piepsten in unterschiedlichen Morsezeichen, zur besseren Unterscheidung. Außerdem sendeten sie auf unterschiedlichen Frequenzen, damit man sie nicht alle auf einmal hören konnte. Nachdem alle Gruppen losgegangen waren, ging es darum so schnell wie möglich alle vier Peilsender zu finden. Die Entfernung eines Peilsenders erkannte man an der Lautstärke des Tons. Die schnellste Gruppe bekam zur Belohnung einen kleinen Preis.

## „Fit for Life“

PATRICIA KEPPLER

Bei „Fit for Life“ habe ich mir anfangs überlegt: „Hm ... – was die da wohl machen?“ Weil ich so neugierig bin, bin ich dann tatsächlich hin gegangen. Und ich muss sagen, es hat mir wahnsinnig Spaß gemacht und ich bin froh, dass ich mitgemacht habe.

Bei unserer ersten Übung, dem „Eierfall“ hatte jedes Team die Aufgabe „seinem“ rohen Ei einen Namen und eine Gestalt zu geben. Anschließend mussten wir es so verpacken, dass es sicher aus dem 1. Stock des LSZU 1 geworfen werden konnte ohne kaputt zu gehen. Die Verpackung durften wir nur aus Naturmaterialien herstellen. Im Anschluss haben wir uns darüber ausgetauscht, was uns als Teams jeweils so erfolgreich gemacht hat und wo die Unterschiede zu unseren sonstigen Gruppenerfahrungen liegen.

Bei einer anderen Übung sollten wir uns ge-

genseitig als Kaufladen beschreiben. Das heißt, wir haben uns überlegt, welcher Laden uns einfällt, wenn wir den anderen beobachten, was wir in diesem Laden kaufen könnten, wie es dort aussähe und auch wie wir uns als Kunden dort fühlen würden. Die Beschreibungen der anderen waren verblüffend stimmig. Bei der Übung „Warmer Regen“ hat jeder von uns von allen, die dabei waren, ein Feedback bekommen. Wir haben ähnlich einer kleinen Laudatio alle guten Eigenschaften aufgeschrieben und diese dann der betreffenden Person vorgelesen.

Ich konnte mich während dieser Zeit immer total gut auf mich selbst einlassen und mich selbst und auch anderen öffnen, und es hat mir gut getan zu hören, was andere von mir denken und wie sie mich einschätzen. Auch habe ich viel Selbstvertrauen getankt und Freundschaften intensiviert. Das mag vielleicht absurd klingen, doch ich hatte hier wirklich ein Gefühl von Willkommensein und vollkommener Freundschaft. Alles in allem glaube ich, dass „Fit for Life“ allen, die mitgemacht haben, wahnsinnig Spaß gemacht hat und dass wir alle sehr viel für unser Leben mitgenommen haben.

## Chinesisch-KüA

LUISA LADEL, KAI-LI YAN

Während einer Abend-KüA-Schiene fand im Eckenberg-Gymnasium eine Chinesisch-KüA statt. Die Leiterinnen waren Luisa Ladel und Kai-Li Yan aus dem TheoPrax-Kurs. Es kamen ungefähr 15 Leute, die sich für diese Sprache interessierten und sich nicht von der Fremdartigkeit der Sprache zurückschrecken ließen.

彩虹

Das Akademiemotto „Regenbogen“ auf Chinesisch.

Wir unterhielten uns über das Zahlensystem, das sich vom Deutschen in manchen Punkten unterscheidet, und die Standardformulierungen bei einer Begegnung wie z. B. die Begrüßung,

die Frage nach Alter und Herkunft und auch das Verabschieden.

Uns wurden die einzelnen Begriffe vorgesprochen, was lustig war, da die Aussprache ziemlich schwierig ist. Auch wurden einzelne Zeichen an die Tafel geschrieben, die wir versuchten abzuschreiben. Es wurde viel gelacht und die Stunde ging folglich auch sehr schnell vorbei.

## Slackline-KüA

WENDELIN WIEDEMER

Zu dem umfassenden KüA Angebot gehörte auch die Slackline-KüA. Eine Slackline ist ein lose zwischen zwei Punkten gespannter Gurt. Im Gegensatz zu einem Seil beim Seiltanz, das ca. einen Zentimeter breit ist, ist eine Slackline mindestens 2,5 cm breit.



Beim ersten Treffen fanden sich ca. 30 Leute ein, die bald feststellen mussten, dass es gar nicht so leicht ist, sich auf der hin- und herschwankenden Slackline fortzubewegen. Dennoch waren alle mit jeder Menge Spaß dabei, sodass Felix und Tobias auch öfters neben den regulären KüA-Zeiten gebeten wurden, die Slackline aufzuspannen. Und so gelang es allen nach anfänglichen Schwierigkeiten einige Schritte auf der Slackline zu gehen.

## Traumreise

REBECCA ZINSER, NATALIE SANDNER

Jeder Morgen begann mit der Frage „Ist heute wieder Traumreise?“. Diese Frage wurde jeden zweiten Tag mit einem „ja“ beantwortet, was allgemeine Freude hervorrief. Während der 15 Minuten konnten wir uns auf eine Reise begeben, die uns in unterschiedliche Länder, wie Marokko oder Kanada führte. Die selbst gemachten Bilder von Günther wurden mit passender Musik unterlegt. Die Faszination der Bilder verursachten oftmals Kommentare wie „oh“ und „ah“ was die Begeisterung der Traumreisenden widerspiegelte. Es war genau das richtige Mittel um am frühen Morgen wach zu werden und den Tag mit neuer Energie zu bestreiten.

## Die Zeitungs-KüA

MARKUS MURNIK

Morgens 6:47 Uhr in Adelsheim – einem kleinen Ort irgendwo in Baden-Württemberg!

Nebelschleier zwischen den Bäumen, Tau auf dem Rasen und schwache Sonnenstrahlen, die vieles regelrecht zum Glitzern brachten, prägten das morgendliche Bild des Campus in der Akademie. Es lag eine ungewohnte, ja sogar unheimliche Stille in der noch sehr kühlen Luft.

Doch urplötzlich wurden die ersten Teilnehmer schon um 6:50 Uhr durch ihre kreischenden Wecker aus dem Schlaf gerissen! Nun hieß es „husch husch“ aus dem warmen Bett, ab Richtung Bad und dann unter die geliebten und teilweise sehr coolen (im wahrsten Sinne des Wortes) Duschen – anschließend, so leise wie möglich, über die Gänge schleichen, die Treppe hinunter gehen und dann zum Sofa im LSZU 1.

Die Erklärung für diese Reihe von Phänomenen ist eigentlich total simpel: Einmal mehr hieß es für ein paar Teilnehmer: Auf zur Zeitungs-KüA!

Während viele noch gemütlich in ihren Betten schlummerten, beschäftigten wir uns morgens von 7:30–8:00 Uhr bereits damit, die zuvor bestellten Zeitungen zu durchstöbern und anschließend die interessantesten, wichtigsten und

witzigsten News aus aller Welt im Plenum zu präsentieren.



Das Journalistenteam bei der täglichen Zeitungsrecherche.

Bevor die Arbeit allerdings losging, fragten wir uns jedes Mal, wie viele Zeitungen heute wohl gekommen waren und ob überhaupt eine für uns im Briefkasten bereitlag. Anfangs war die Welt noch in Ordnung ... da haben wir ungefähr vier Zeitungen bekommen. Aber im Laufe der Zeit gab es Lieferschwierigkeiten; das heißt, dass es im Durchschnitt nur zwei Zeitungen pro Tag gab (die anderen trudelten erst später im Leiterbüro ein)! Den Tiefpunkt erlebten wir dann sonntags. Eigentlich hatten wir hier gut vorgesorgt und mit der „Bild am Sonntag“ unser Probeabo bestellt, aber daraus wurde nichts. Und genau deshalb fand die ZeitungsküA am Sonntag leider nie statt. Einzig und allein die Fußballergebnisse konnten wir durch Radio und iPod Touch in Erfahrung bringen.

Aber nun zurück zum alltäglichen ZeitungsküA-Geschäft.

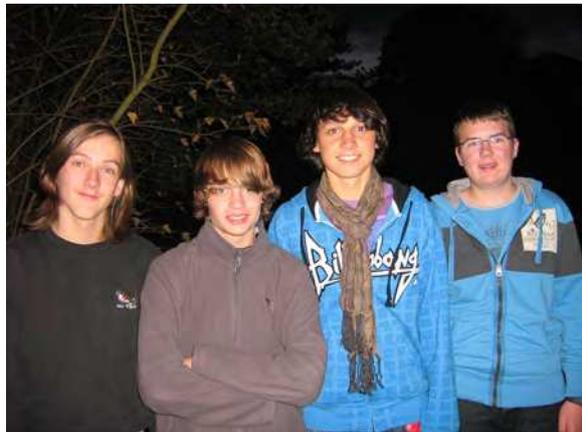
Als wir mit unserer Nachrichtenrecherche fertig waren, trafen wir uns mit den anderen Teilnehmern beim Frühstück und dann ging es ab ins Plenum, um die gesamte Akademie über das Neueste aus der Welt zu informieren. Jeden Tag hieß es dann: „So, und jetzt bitten wir die ZeitungsküA nach vorne“ – und das Wort hatten erst einmal wir.

Jeder von uns hat während der zwei Akademiewochen bestimmte Themenblöcke aus den Zeitungen übernommen:

Moritz kümmerte sich um die deutsche In-

nenpolitik. Hier ging es hauptsächlich um die Vorkommnisse und Wahlen in den einzelnen Bundesländern und somit um das Abschneiden der verschiedenen Parteien kurz vor der alles entscheidenden Bundestagswahl. Schon zu diesem Zeitpunkt zeichnete sich ein nicht so gutes Wahlergebnis für die SPD ab.

Sebastian dagegen, setzte sich mit der Außenpolitik auseinander. Immer wieder gab es zahlreiche Nachrichten in Bezug auf den Irak, oder Meldungen aus Afghanistan (hier ein mehr oder weniger amüsanter Beispiel: Afghanistan hat die Drogenproduktion von Opium reduziert! Aber nicht etwa aus vernünftigen Gründen, sondern weil zu viel Opium im Umlauf war, sodass die Preise drastisch sanken und sich das Geschäft nicht mehr richtig lohnte).



Lukas warf immer ein wachsames Auge auf die Wirtschaft, sowohl in Deutschland, als auch in fernerer Ländern. Häufig ging es hier um die Banken, über neue Investitionen im Zuge der Weltwirtschaftskrise oder um den Staatshaushalt in Deutschland allgemein.

Ich, Markus, beschäftigte mich mit den Sport-News und spielte anschließend noch den Wetterfrosch. Ab und zu gab es noch kurze Meldungen zu ein paar kuriosen Vorkommnissen in der Welt. Hier zwei kurze Beispiele: 1. Der Rapper Ludacris verschenkte 20 Autos an Bedürftige. 2. Ein Mann aus Florida entdeckte beim Trinken seiner Cola in der Dose einen toten Frosch! Lecker, oder? So viel hierzu.

Im Sport gab es während der Akademiezeit verschiedene Ereignisse. Zum einen die alltägliche Fußball-Bundesliga, allerdings auch ein Länderspiel. Zum anderen fand gerade die Frauen-

Europameisterschaft in Finnland statt, und Deutschland gewann diese souverän. So brach schon frühmorgens im Plenum großer Jubel aus. Auch die deutschen Volleyballer spielten bei der Europameisterschaft, und im Tennis war gerade für Federer und Co. Kräftemessen bei den US-Open angesagt!

Insgesamt konnte also jeder im Plenum etwas aus seinem Lieblingsgebiet in unserem Vortrag wiederfinden!

Abschließend lässt sich sagen, dass uns Vieren die Zeitungs-KüA wahnsinnig viel Spaß gemacht hat und wir uns nun ernsthaft Gedanken darüber machen müssen, später einmal journalistisch tätig zu werden.

Dann wird es für uns auch in einigen Jahren jeden Morgen noch heißen: Ab zur Zeitung und anschließend die Menschen informieren!

Ganz zum Schluss möchten wir uns natürlich noch bei unseren KüA-Leitern Andy und Tobias dafür bedanken, dass sie uns schon frühmorgens mit Rat und Tat zur Seite standen!

## Tanz-KüA

LIOBA RATH, SOFIE KOBER

Jeden Abend um 20–21 Uhr war in der Turnhalle noch richtig was los: Die Tanz-KüA fand wieder statt. Die Leiter, Lukas Heinzmann (genannt Äffchen) und Kevin Sommer (der DJ), hatten von Langsamer Walzer über Salsa zu Freestyle alles im Gepäck. Sowohl Tänzer als auch Anfänger kamen voll auf ihre Kosten, wenn uns Lukas entweder die Grundschriffe oder schon weiterführende Figuren zeigte. Die Astro-Leiterin Cecilia zeigte uns in zwei Stunden die Grundschriffe der Tänze Salsa und Merengue. So waren wir bestens auf einen eventuellen Spanien-Besuch vorbereitet. Da eigentlich immer Jungenmangel herrschte, sprangen auch schon mal erfahrene Tänzerinnen als Jungenerersatz ein. Die Tanz-KüA hatte von allen KüAs wohl den meisten Andrang. Es drängte sich an den ersten Abenden fast die gesamte Akademie in die Turnhalle. Da allerdings immer mehrere KüAs gleichzeitig stattfanden, kam es einmal auch auf einen „Rekord“ von 4 Teilnehmerinnen. Ihren Höhepunkt hatte die Tanz-

KüA am Bergfest, als ein interakademieischer Tanzwettbewerb stattfand. Gewonnen haben die vorakademieischen Nichttänzer Maria und Akschaya. In der Tanz-KüA haben wir sehr viel gelernt, und auch so mancher hat dort seine wahre Tänzernatur entdeckt. Vielen Dank an Lukas (Äffchen), Kevin und Cecilia!

## Tischtennis-KüA

SEBASTIAN KALTENBACH

Da in Adelsheim die Möglichkeit zum Tischtennis spielen während der KüA-Schienen reichlich gegeben war und auch genutzt wurde, wurde eines Tages von Sebastian Kaltenbach eine Tischtennis-KüA angeboten. In dieser wurde unter Anleitung das Tischtennis Spiel der Teilnehmer verbessert. Doch schnell wurde dabei klar, dass noch kein Meister vom Himmel gefallen ist. Zum Glück stellte sich aber dadurch unter den Teilnehmern keine Resignation ein und 2 Stunden vergingen mit viel Spaß wie im Flug. Diese gelungene KüA verdanken wir aber nicht nur der guten Atmosphäre, sondern auch dem Wetter. Dank Windstille erreichte so der Tischtennisball auch das gewollte Ziel und wurde nicht „vom Winde verweht“.

## Jogging-KüA

JOHANNES SCHURR

Morgens, 7 Uhr. Gleich geht's los, zum Joggen. Entweder mit Lukas, Lea oder auch mit Felix als Begleiter hieß es, zwischen 20–30min durch den Wald zu joggen. Dabei ging es darum, fit für den folgenden Tag und immun gegen die kalten Duschen zu sein. Anfangs lag die „Mitjogger“-Zahl bei ca. 5–8 Teilnehmer, gegen Ende der Akademie waren wir aber stark deziert auf 2 Mitjogger. Den meisten war es einfach zu früh am morgen. Mir übrigens auch.

## Mondabende

ROBIN LOCHBAUM

Im Internationalen Jahr der Astronomie wird noch ein weiteres großes Jubiläum gefeiert,

denn zum ersten Mal hat vor 40 Jahren am 20. 7. 1969 ein Mensch seinen Fuß auf den Mond gesetzt: Neil Armstrong. Um dies zu feiern, gab es zwei Themenabende zum Thema Apollo-Missionen.

## 1. Mondabend: Erste Mondlandung

Beim ersten Mondabend feierten wir vor allem die erste Mondlandung mit der Apollo 11. Am Anfang erzählte uns Georg vom Raketenkurs etwas über die Geschichte der Raketen und der Raumfahrt. Er begann mit den ersten Raketen der Deutschen unter Leitung von Werner von Braun und es reichte bis hin zur Bedeutung der Raumfahrt im Kalten Krieg. Am Ende hörten wir etwas von dem Apollo 11-Projekt und seiner Bedeutung für die Raumfahrt. Anschließend berichtete Cecilia aus dem Astronomiekurs etwas über die Bedeutung der Apollo 11-Mission für die Astronomie.

Sie erklärte, dass mit Hilfe der Mondgesteinproben endlich der Streit über die Mondentstehung beendet werden konnte, denn eine Untersuchung ergab, dass das Gestein zum einen Teil aus irdischem und zum anderen Teil aus einem anderen, eisenhaltigerem Material bestand. Ebenso wurde es möglich mit Hilfe eines von den Astronauten aufgebauten Spiegels die Entfernung vom Mond zur Erde zu bestimmen.

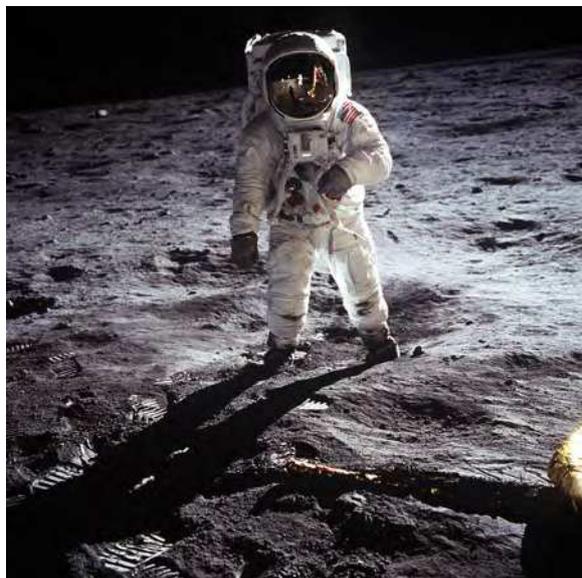


Zum Schluss sagte sie, dass die Mondlandung ein Vorreiterprojekt für eine Marslandung sein könnte. Am Ende zeigte Robin, ebenfalls aus dem Astronomiekurs, wo sich die einzelnen Landeplätze der Apollo-Missionen befanden. Umrahmt wurde der Abend von Photos und kurzen

Filmausschnitten. Mit viel Humor berichteten die Astronauten über ihre Aufgaben und ihre Gefühle, aber sie berichteten auch über die weniger angenehmen Dinge, wie zum Beispiel die verunglückte Apollo 13.

## 2. Mondabend: Apollo 13

Ein paar Tage nach dem ersten Mondabend bot der Astronomiekurs eine KüA an, bei der es um die verunglückte Apollo 13 und die Wundertaten der drei Astronauten ging.



Insgesamt waren die beiden Mondabende sehr interessant, und durch die Vorträge bekamen wir einen recht guten Einblick in die Apollo-Missionen.

(Bilder: NASA)

## Krebs-KüA

MORITZ LÖFFLER, AKSCHAYA  
VITHYAPATHY

Obwohl es während der Akademie 2009 keinen rein biologischen Kurs gab, kamen wir Biologieinteressierten über die von Markus Herrmann angebotene Krebs-KüA schließlich doch in den Genuss zweier interessanter Abende. Diese verschafften uns Einblicke in einen für uns bis dahin nur wenig bekannten Bereich der Biologie.

## Der erste KüA-Abend

Was den ersten Krebs-KüA-Abend betrifft, ging es zunächst einmal darum, einen Überblick über das Thema Krebs zu bekommen. Wir sammelten Begriffe, die mit dieser Krankheit in Verbindung gebracht werden und versuchten, sie unter Anleitung unseres KüA-Leiters genauer zu erklären.

Solche Begriffe waren beispielsweise Vererbung, Mutationen, Krebsentstehung, Therapie, UV-Strahlung, Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (=PAK), ... Schließlich kam es dann zu einer angeregten Diskussion, bei der sowohl durch Vereinigung unseres bereits vorhandenen Wissens, als auch durch Markus ausführliche Erklärungen die Grundlagen für unsere weitere KüA-Arbeit geschaffen wurden. Zusammenfassend konnten wir am Ende des ersten Abends auf diese neuen Erkenntnisse zurückblicken: Als Folge einer Mutation (=Erbsprung) kann es zur ungehemmten Zellteilung innerhalb eines Gewebes kommen (=Hyperplasie) – ein Tumor/eine Geschwulst entsteht. Mit der Zeit verliert oder verändert das betroffene Gewebe zudem noch seine Funktion (=Dysplasie). Mutationen werden durch sogenannte Mutagene ausgelöst. Mutagene können zum einen Stoffe (z. B. PAK), aber auch Strahlungen (z. B. UV-Strahlung) sein. Seit einigen Jahren weiß man, dass bestimmte Krebsarten wie Gebärmutterhalskrebs von Viren verursacht werden können.

Zwar verfügt der Körper über ein komplexes System, um beim Kopieren der DNS entstehende Fehler zu beheben, jedoch kommt dieses bei zu vielen solcher Fehler nicht mehr hinterher. Dabei kann es dann zu Mutationen kommen. Bei Tumoren unterscheidet man grundsätzlich zwischen gutartigen (benignen) und bösartigen (malignen) Tumoren, wobei letztere auch als Krebs bezeichnet werden. Das Problem bei malignen Tumoren liegt darin, dass sie Tochtergeschwülste (Metastasen) in anderen Organen des Körpers ausbilden. Deshalb ist es auch besonders wichtig, solche Tumore frühzeitig zu erkennen, bevor sich Krebszellen abspalten, sich über den Blutkreislauf im Körper bewegen und sich schließlich an einem anderen Ort ansiedeln können.

Doch auch von gutartigen Tumoren geht eine Gefahr aus, wenn sie an Stellen wie dem Gehirn entstehen, wo sie durch den von ihnen ausgeübten Druck großen Schaden anrichten können. Zudem lassen sich Tumore im Gehirn nur schwer operativ entfernen. Bei malignen Wucherungen unterscheidet man noch einmal zwischen nicht soliden Tumoren (z. B. Leukämie) und soliden Tumoren. Solide Wucherungen befallen entweder Epithelzellen (Lunge, Darm, Brust, Prostata, ...), wobei es sich um ein sogenanntes Karzinom handelt, oder das Bindegewebe (Muskel, Knochen, ...), was dann als Sarkom bezeichnet wird.

Zur Vererbung von Krebs ist zu sagen, dass es verschiedene Gene gibt, die die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Krebs erhöhen. Da Krebs jedoch nicht in den Samenzellen entsteht, nimmt die Vererbung von einer Generation zur Nächsten nur einen zweitrangigen Stellenwert in der Krebsforschung ein.

Ohne Behandlung verläuft Krebs oft tödlich, weshalb bald nach der Diagnose je nach Stadium eine spezielle Therapie eingeleitet wird. Grundsätzlich gibt es drei Standardbekämpfungsmethoden. Bei einer Chemotherapie bekommt der Patient Medikamente, die die Krebszellen angreifen und am weiteren Wachstum hindern sollen. Zudem gibt es die Möglichkeit einer Strahlentherapie, die darauf abzielt, die Krebszellen mit radioaktiver Strahlung abzutöten. Die letzte der drei Standardtherapien stellt ein operativer Eingriff dar, bei dem die Tumore, sofern es möglich ist, entfernt werden. Oftmals werden diese drei Therapien miteinander kombiniert. Da die Krebsforschung nach wie vor auf Hochtouren läuft, werden zahlreiche alternative Heilungsmethoden entwickelt. Auch wenn man hierbei nur langsam vorankommt ist der Kampf gegen den Krebs auf keinen Fall aussichtslos.

## Der zweite KüA-Abend

Im zweiten Teil der Krebs-KüA hatten wir nun die Aufgabe, verschiedene Grafiken und Tabellen auszuwerten. In 2er-Gruppen machten wir uns an die Arbeit. Eine Gruppe hatte beispielsweise die Aufgabe die Sterberate der Männer mit der der Frauen zu vergleichen und mögliche Ursachen für die Unterschiede zu notieren.

Dabei erfuhren wir, dass Krebs wahrscheinlich in etwa fünfzehn Jahren zur häufigsten Todesursache in Deutschland werden wird. Eine andere Gruppe sah sich Grafiken zu Krebs in den Entwicklungs- und Industrieländern an und versuchte sinnvolle Schlussfolgerungen zu ziehen. Am Ende trugen wir uns gegenseitig noch die Ergebnisse vor.

Fazit: Die Krebs-KüA hat uns alle sehr gut informiert und über das große Thema Krebs aufgeklärt. Wir hatten großen Spaß daran, unser eigenes Wissen in die KüA-Arbeit mit einfließen zu lassen und am zweiten Abend eigenständig Tabellen auszuwerten. Obwohl es sich bei Krebs um eine gravierende Krankheit handelt, kommt die Diagnose Krebs heute keinem Todesurteil mehr gleich, denn in der Regel ist Krebs mit der passenden Therapie, viel Kraft und vor allem mit Unterstützung von Außen zu überstehen.

Vielen Dank, Markus, dass du uns allen zwei interessante, spannende, aber auch Mut machende Abende ermöglicht hast.

## Sportfest – Motivation Pur

LAURA PENDL

Der fünfte Tag der Science Academy und für uns die einmalige Chance, uns nach aller geistiger Anstrengung in den Kursen beim Sportfest auch mal körperlich zu betätigen. Jeder Kurs bildete ein Team und es standen sechs (akademie-)olympische Disziplinen für uns auf dem Programm. Es kam hauptsächlich auf Schnelligkeit oder Feingefühl und an, aber auch ein gewisses Maß an Einfallsreichtum und Muskelkraft war gefragt.



So lautete zum Beispiel eine extrem simple Aufgabe, einen Kleinbus den Hügel hinaufzuschieben bzw. zu ziehen – je schneller desto besser. Es wurde zu den längsten Metern unseres Lebens!

Beim Eierlauf war mehr Geschick gefragt. Der kurze Parcours ging die Treppe runter, über einige Hindernisse und anschließend die Treppe wieder hinauf. Auch hier wurde das schnellste Team gesucht und mehr als einmal fiel das „Ei“ (Tischtennisball) vom Löffel und die Stecke musste wiederholt werden.



Die nächste Disziplin forderte von einigen Teilnehmern eine Menge Selbstaufopferung. Wasser musste von einem Kübel in einen etwas weiter entfernt stehenden transportiert werden. Einzige Hilfsmittel: Vorbereitete Schwämme und ansonsten alles, was wir dabei hatten außer Flaschen. Hier wurden dann Turnschuhe, T-Shirts und Socken geopfert, aber auch Mund und Haar mussten als Wassertransportmittel herhalten.

Weiter ging es unten auf dem Sportplatz mit – wer kennt es nicht? – Sackhüpfen. Im Slalom um die Hütchen und dann in einem phänomenalen Sprint über die Ziellinie, angefeuert vom Rest der Mannschaft

Nur wenige Schritte entfernt ging es hoch hinaus beim Gummistiefel – Weitwurf. In dieser etwas ungewöhnlichen Disziplin waren die meisten dann doch eher ungeübt, weshalb der Stiefel meist eine suboptimale Flugbahn beschrieb.

Zum Schluss waren noch einmal unser ganzes Geschick und vor allem unser Einfallsreichtum gefordert. Wir mussten uns alle auf eine Folie stellen und diesen „Fliegenden Teppich“ so

weit wie möglich nach vorne bringen, ohne den Boden zu berühren oder die Folie zu beschädigen. Die Flächengröße der Folie war allerdings nicht so ganz auf die Gruppenzahl der Kurse angepasst und auch so dünn, dass Löcher oder Risse schon fast vorprogrammiert waren.

Die topmotivierten Teams ließen dann den Tag beim gemeinsamen Grillen ausklingen, der erst ganz am Ende von einem Regenschauer unterbrochen wurde. Vorher konnten wir noch die Sieger des Sportfests küren. Der Raketenkurs hatte von allen am besten abgeschnitten und holte sich auch als erster seine Belohnung ab.

Ein riesengroßes Dankeschön an alle, die beim Organisieren von Sportfest und Grillabend mitgewirkt haben; wir hatten alle so großen Spaß, dass es an diesem Tag eigentlich keine Verlierer gab.

## Musik-KüA

LAURA BÖCKER

Die Musik-KüA fand jeden Tag in der ersten KüA-Schiene, also von 13:45–15:45 Uhr statt.

Wir hatten eine große Bandbreite an Instrumenten vertreten: sieben Violinen (Akschaya, Annika, Tobias, Lillian, Kai-Li, Luisa und Tizian), ein Fagott (Clemens), zwei Klarinetten (Hannah und Simon), zwei Querflöten (Linda und Laura) und ein Klavier (Alexander).

Sehr schnell kristallisierten sich dementsprechend ein Bläserquintett und ein Geigenensemble heraus.

Obwohl wir einen Tag freibekamen, um Adelsheim zu „besichtigen“ und auch manche Proben beispielsweise wegen der Wanderung ausfielen, hatten wir genug Zeit, um zu proben.

Die Musik-KüA wurde von Hannah Ochner geleitet, die selbst Klarinette spielt und auch im Bläserquintett mitgewirkt hat.

Doch die täglichen Proben sollten ja auch zu einem Ziel führen. Erreicht wurde dieses bei den beiden Auftritten, am Philosophischen Abend genauso wie am Abschlussabend.

Das erste Mal zeigte die Musik-KüA ihr Können am Philosophischen Abend, den Lili und Tobi, begleitet von Luisa am Klavier, mit den

zweiten Satz aus Johann Sebastian Bachs Doppelkonzert für zwei Violinen, sowie Alexander mit dem Vortrag des ersten Satzes der Klaviersonate „Pathétique“ von Ludwig van Beethoven, einleiteten.

Eine zweite Konzertmöglichkeit bot der Abschlussabend, an dem das Bläserquintett eine Polka von Denes Agay und zwei Sätze aus einem Divertimento von Joseph Haydn spielten und das Geigenensemble gemeinsam mit Clemens als Bass den Pachelbelkanon vortrugen.

Im Rückblick kann man sagen, dass sich das „Nicht-in-die-Stadt-gehen-Können-weil-man-ja-Musik-KüA-hat“ und der Auftritt auf jeden Fall gelohnt haben, weil das gemeinsame Musizieren sehr viel Spaß gemacht hat.

Danke Hannah, dass du die Leitung übernommen und dir die ganze Mühe gemacht hast, damit die Musik-KüA stattfinden konnte, was die Akademie für alle ein Stückchen mehr bereichert hat.

## Nachtwandern auf dem Eckenberg

MARKUS SCHLIFFKA

Vor 400 Jahren richtete Galileo Galilei zum ersten Mal sein Teleskop zu den Sternen und war somit der Erste, der optische Hilfsmittel zur Himmelsbeobachtung verwendete. Im gleichen Jahr veröffentlichte Johannes Kepler seine ersten beiden Planetengesetze. Diese beiden Ereignisse läuteten das Zeitalter der neuzeitlichen Astronomie ein.

Doch die Astronomie ohne optische Hilfsmittel existiert schon seit Anbeginn der Zivilisation und stellt damit eine der ältesten Wissenschaften dar. So konnten fast alle antiken Hochkulturen die fünf hellsten Planeten unterscheiden oder Sonnenfinsternisse vorhersagen. Um sich die Sterne besser einprägen zu können und um ihr Wissen über diese besser vermitteln zu können, fassten die antiken Griechen mehrere Sterne zu Figuren oder Gestalten zusammen, die wir heute als Sternbilder kennen. Außerdem verbanden sie mehrere Sternbilder zu verschiedenen Geschichten aus ihrer Mythologie und Sagenwelt.

Mit den Sternbildern und den Geschichten, die sich um sie ranken, beschäftigten wir uns im Astronomiekurs. Cecilia, unsere Spezialistin auf diesem Gebiet, führte uns in das Reich der griechischen Götter und Helden ein, die uns am Himmel begegnen, und machte uns mit ihren Geschichten vertraut. Spätabends dann konnten wir beim regelmäßigen Sternegucken die Sternbilder in natura betrachten und uns von ihnen faszinieren lassen.

Da wir diese Faszination mit den anderen Akademieteilnehmern teilen wollten, wurden am Montag alle dazu eingeladen, uns bei einer Nachtwanderung zu begleiten, was auf große Resonanz stieß. So starteten am Abend nacheinander fünf Gruppen, die jeweils von zwei Teilnehmern des Astronomiekurses geführt wurden, zu einer kurzen Wanderung. Diese führte sie zu einem Acker, wo bereits große Planen ausgelegt waren, auf die sich die Gruppen legen konnten.

Dann zeigten jeweils die beiden Teilnehmer des Astronomiekurses verschiedene Sternbilder und erzählten die zugehörigen Geschichten, wie man sie sich schon vor tausenden Jahren im antiken Griechenland erzählte: von Zeus und der Nympe Kallisto, die in eine Bärin verwandelt wurde, von dem Sänger Arion, dessen Gesang so schön war, dass ihm deswegen ein Delfin das Leben rettete, und schließlich von der äthiopischen Prinzessin Andromeda, die freiwillig für ihr Land sterben wollte, um die Schuld ihrer Mutter zu tilgen, dann aber in letzter Sekunde vom Helden Perseus gerettet wurde.



Einer Gruppe werden die Sternbilder gezeigt.

Danach konnten alle Teilnehmer noch an zwei Teleskopen den Mond und den Jupiter betrach-

ten, die an diesem Tag schön zu sehen waren. Man erkannte gut die montes, maria und terrae der Mondoberfläche sowie die vier galileischen Monde, die um den Jupiter kreisen. Bei genauerer Betrachtung konnte man auf dem Jupiter sogar dessen markante Wolkenstrukturen erkennen.



Jupiterbeobachtung am Teleskop

Danach wanderten die fünf Gruppen wieder zurück zum Eckenberg-Gymnasium, wobei sich glücklicherweise keine der Gruppen verlor. Diese Nachtwanderung war ein beeindruckendes Erlebnis, an dem sicherlich alle Teilnehmer Freude hatten und an das sie sich gerne erinnern werden.

## Combo

SIMON BULTMANN

Beim ersten Treffen der Musik-KüA bildete sich außer den Ensembles, die eher klassische Stücke spielen wollten, auch noch eine Band – die Combo. Zunächst war unsere Besetzung mit Doris am Kontrabass, Sina und Jonathan, die Gitarre spielten und Simon an der Klarinette recht spärlich. Dennoch konnten wir zum Bergfest „Eight days a week“ von den Beatles spielen. Zum Ende der Akademie kamen nach langem Suchen noch Paddy und Laura als Sängerinnen und Sandra am Schlagzeug dazu. Endlich war unsere Besetzung vollständig. Am Abschlussabend konnten wir so „Eight days a week“ mit Gesang und Rhythmusunterlegung aufführen, was um einiges besser klang, als instrumental. Außerdem übten wir „Suddenly I see“ von K. T. Tunstall, mit dem wir spä-

ter einen richtigen Hit landeten. Da wir keine Noten zu dem Stück hatten, hörten wir uns Melodie und Rhythmus aus dem Original-Lied heraus. Während der Proben ließen wir dann das Lied auf einem Laptop laufen. Da der Akku dabei mehrmals den Geist aufgab, war was jedes Mal zu abrupten Unterbrechungen führte. Und auch die Generalprobe blieb nicht ganz ohne Widrigkeiten: Jonathan sprang vor lauter Enthusiasmus samt Gitarre von der Bühne und riss das Kabel aus dem Mischpult.



Trotz der schwierigen Probebedingungen landete gelang es uns am Abschlussabend, die Menge mitzureißen. Um unseren Auftritt etwas aufzupeppen stellte sich jedes Bandmitglied während des Lieds mit einem kurzen Solo vor.

Betreut wurde die Combo von Andy und Lukas, den Schülermentoren des TheoPrax- und Raketenkurses.

## Bergfest

NATALIE SCHUNCK

Als die Hälfte der Akademiezeit schon fast vorbei war, haben wir unser eigenes Fest für den „Halbzeitabend“ geplant – das Bergfest. Da wir nun in der Mitte der Akademie, „oben am Berg angekommen waren“, durften wir dies auch ausgelassen feiern!

Aber bevor wir den Abend genießen konnten, mussten wir ihn erstmal organisieren. Dazu hat sich eine Gruppe von Freiwilligen gegründet, die sich um Musik, Programm, Dekoration, Essen & Getränke und alles was dazu gehört, gekümmert hat. Die Akademieleitungsassisten-

ten waren so freundlich, uns alles Nötige zu besorgen und auch mit der Technik hatten wir große Hilfe.

Am herbeigesehnten Abend hatte das Organisationsteam noch alle Hände voll zu tun, aber nach einem stärkenden Abendessen war dann alles fertig vorbereitet und unserer Party stand nichts mehr im Weg.

Nach der Begrüßung und Eröffnung um 20 Uhr wurde erstmal etwas Musik gespielt und jeder konnte sich am Buffet mit Essen und Trinken bedienen. Anschließend fand ein Tanzwettbewerb statt, bei dem viele zeigten, was sie in der Tanz-KüA schon alles gelernt hatten.

Bei den weiteren Programmpunkten konnten wir unter anderem über zahlreiche Sketche lachen und auch der Talentwettbewerb „Eckenberg sucht das Supertalent“ kam sehr gut an. Dabei konnten wir beispielsweise dem Philosophie-Kurs beim Rappen oder dem Astronomie-Kurs beim Singen zuhören! Wir hatten außerdem die Möglichkeit unsere Doris Bretz beim Tanzen zu bewundern oder Lynton Arddizone für seine selbst gedrehten Trickfilme zu beneiden. Doch auch bei den Schülermentoren als Dorfbewohner, die zu Y-M-C-A getanzt haben, hatten wir viel zu lachen.



Doch nach den einzelnen Programmpunkten war noch lange nichts vorbei. Unsere DJs Thomas Wiesner und Lukas Scheuerle haben anschließend den richtigen Musik-Mix aufgelegt, sodass für jeden etwas dabei war. Die Stimmung war einfach klasse! Wir haben getanzt und gefeiert, bis niemand mehr konnte.

Irgendwann wurden wir dann auf das Zeitlimit hingewiesen, aber wir konnten uns zum Glück noch eine halbe Stunde extra erkämpfen. Als

diese dann leider auch verstrichen war, waren sich am Ende alle einig: So ein tolles Fest muss auf jeden Fall wiederholt werden!

## Gutenachtgeschichte

NATALIE SANDNER, REBECCA ZINSER

Wie in alten Zeiten gab es vor der Bettruhe eine Gutenachtgeschichte. Anfangs hörte es sich kindisch an, doch die Einstellung der Teilnehmer änderte sich schlagartig. Zeitweise war fast die gesamte Akademie anwesend und lauschte

gespannt den Werken „Novecento“ von Alessandro Baricco und „Die Taube“ von Patrick Süskind.

Wir versammelten uns allabendlich im obersten Stockwerk. Weil es dort auf Dauer kalt und ungemütlich wurde, kamen wir schnell auf die Idee provisorische Sitzgelegenheiten aus Kissen, Decken und auch Matratzen zu bauen. Meist versammelten wir uns viel früher als es begann, da wir es kaum erwarten konnten gemeinsam die dort herrschende familiäre Atmosphäre zu genießen. Matthias war ein sensationeller Vorleser!



## Danksagung

Die JuniorAkademie Adelsheim: Science Academy Baden-Württemberg wäre ohne die Mitarbeit zahlreicher motivierter und engagierter Personen nicht realisierbar. Finanziell wurde die Akademie zunächst von der Landesstiftung Baden-Württemberg und danach von der Robert Bosch Stiftung gefördert. Seit 2006 trägt die Dietmar-Hopp-Stiftung den Hauptteil der Kosten. Auch im kommenden Jahr kann die Akademie auf die großzügige Förderung durch die Dietmar-Hopp-Stiftung bauen. Weiterhin danken wir den ehemaligen Teilnehmern der JuniorAkademie und deren Eltern, die uns durch ihre Spenden unterstützt haben.

Auf administrativer Ebene findet die JuniorAkademie Adelsheim Unterstützung und uneingeschränkte Kooperationsbereitschaft bei: Regierungspräsidium Karlsruhe, Landesakademie für Lehrfortbildung und Personalentwicklung in Bad Wildbad sowie den Deutschen JuniorAkademien Bonn. Namentlich möchten wir unseren Dank an Herrn Dr. Werner Schnatterbeck, den Schulpräsidenten im Regierungspräsidium Karlsruhe, an Herrn Hans-Peter Buggermann, den Vorstandsvorsitzenden der Landesakademie, und an Herrn Volker Brandt aus Bonn richten, der die Deutschen Schüler- und Junior Akademien koordiniert.

Auch in diesem Jahr fanden am Eckenberg-Gymnasium mit dem Landesschulzentrum für Umwelterziehung (LSZU) in Adelsheim während der letzten beiden Wochen der Sommerferien etwa hundert Gäste eine liebevolle Rundumversorgung vor. Für diese logistische Meisterleistung sowie den freundlichen Empfang als auch den offenen Umgang mit allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sei hier stellvertretend Herrn Meinolf Stendebach, dem Schulleiter des Eckenberg-Gymnasiums, Herrn Bürgermeister Klaus Gramlich sowie Baron Louis-Ferdinand Freiherr von Adelsheim besonders herzlicher Dank ausgesprochen.

Trotz der vielen tragenden Säulen bildet aber das Fundament für unser Akademiegebäude die hingebungsvolle Arbeit der Kurs- und KüA-Leiter, der Schülermentoren und der Assistenz des Leitungsteams. Ein besonderer Dank gilt Jörg Richter und Georg Wilke, die wieder für das Layout der Dokumentation verantwortlich waren.

Die Hauptpersonen, die die Akademie zum Leben erweckt haben, sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Ihnen gebührt ein ganz besonderer Dank, ebenso deren Eltern für ihr Vertrauen und nicht minder den Schulen, die sich der Mühe unterzogen haben, eine geeignete Kandidatin oder einen geeigneten Kandidaten vorzuschlagen.