

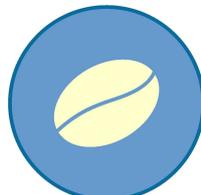


JuniorAkademie Adelsheim

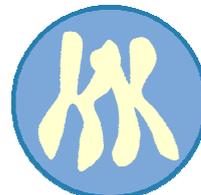
8. SCIENCE ACADEMY BADEN-WÜRTTEMBERG 2010



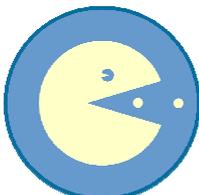
Astronomie



Chemie



Molekulare Genetik



Informatik



TheoPrax



Philosophie

Gefördert von: DIETMAR HOPP STIFTUNG

Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 7 – Schule und Bildung

**Dokumentation der
JuniorAkademie Adelsheim 2010**

**8. Science Academy
Baden-Württemberg**

Träger und Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2010:

Regierungspräsidium Karlsruhe
Abteilung 7 –Schule und Bildung–
Hebelstr. 2
76133 Karlsruhe
Tel.: (0721) 926 4454
Fax.: (0721) 926 4000
E-Mail: georg.wilke@scienceacademy.de
petra.zachmann@scienceacademy.de
www.scienceacademy.de

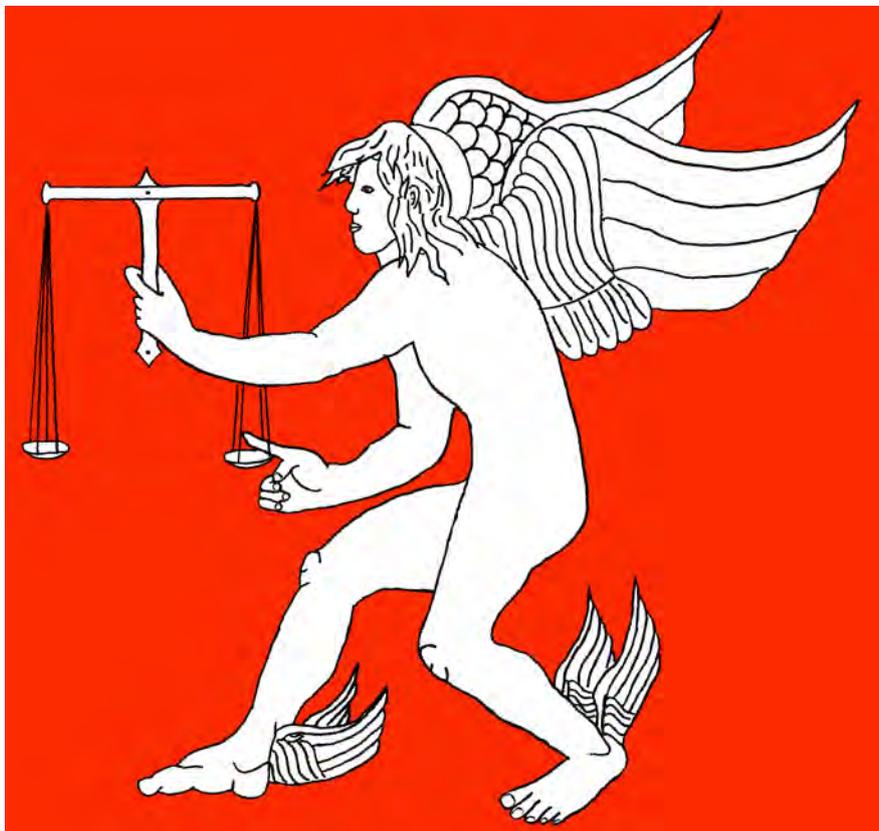
Die in dieser Dokumentation enthaltenen Texte wurden von den Kurs- und Akademieleitern sowie den Teilnehmern der 8. JuniorAkademie Adelsheim 2010 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mit Hilfe von L^AT_EX gesetzt.

Gesamtredaktion und Layout: Jörg Richter
Druck und Bindung: RTB Reprinttechnik Bensheim
Copyright © 2010 Georg Wilke, Petra Zachmann

Vorwort

Zum achten Mal fand in diesem Jahr die JuniorAkademie Adelsheim – Science Academy Baden-Württemberg nun schon statt. Vom Eröffnungswochenende im Juni bis zum Verlassen der Akademie durch *unsere Akademietür* im Oktober wuchsen 72 Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie rund 25 Personen im Kursleitungsteam wie auch eine neue Akademieleitung zu einer großen Einheit zusammen. Es wurde wieder mit viel Motivation und Freude gemeinsam an verschiedenen wissenschaftlichen Fragestellungen gearbeitet, miteinander gelernt und gelebt. Was dabei im Einzelnen entstanden ist und wie es erlebt wurde, findet sich auf den nächsten Seiten.

Das Motto, das uns seit dem Eröffnungswochenende durch die Akademie begleitete, war „Kairos“.



Der griechische Gott Kairos steht für eine besondere, eine günstige Gelegenheit im Leben, die einem neue Möglichkeiten eröffnet und dem Leben eine andere Wendung verschaffen kann. Man muss jedoch darauf hinarbeiten und, wenn Kairos dann auftaucht, ihn selbst am Schopf packen. Verpasst man diesen Moment, so wird man ihn nicht mehr greifen können, denn Kairos hat am Hinterkopf eine Glatze.

Ob nun jedem von uns Kairos begegnet ist, wissen wir natürlich nicht. Sicher ist aber, dass es dafür eine Reihe von Chancen gab. Neben dem Kennenlernen von ganz neuen Arbeitsgebieten ergaben sich enge Freundschaften, die über die Akademie hinausreichen. Es entstanden auch viele

neue Ideen und Projekte, an denen in Zukunft gemeinsam gearbeitet werden soll. Und auch wenn es am Anfang manchmal galt, das ein oder andere Hindernis zu überwinden, so haben viele von uns während der Akademiezeit gelernt, auch dies als Chance zu sehen und daran zu wachsen.



Wir wünschen Euch allen, dass sich viele weitere „günstige Türen“ zeigen und dass Ihr diese auch wahrnehmt.

Viel Spaß und Freude beim Lesen und Schmökern!

Eure/Ihre Akademieleitung

Hülya Erbil

Hülya Erbil

Tabea Tscherpel

Tabea Tscherpel

Georg Wilke

Georg Wilke

Petra Zachmann

Dr. Petra Zachmann

*Mein sind die Jahre nicht, die mir die Zeit genommen.
Mein sind die Jahre nicht, die etwa mögen kommen.
Der Augenblick ist mein, und nehm' ich den in acht,
so ist der mein, der Jahr und Ewigkeit gemacht.*

ANDREAS GRYPHIUS (1616–1664)

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|------------|
| VORWORT | 3 |
| KURS 1 – ASTRONOMIE | 9 |
| KURS 2 – CHEMIE: KOFFEIN – EINE LEGALE DROGE? | 37 |
| KURS 3 – MOLEKULARE GENETIK | 53 |
| KURS 4 – PINBALL, BREAKOUT & FRIENDS | 69 |
| KURS 5 – THEOPRAX | 85 |
| KURS 6 – PHILOSOPHIE 2010 | 105 |
| KÜAS – KURSÜBERGREIFENDE ANGEBOTE | 123 |
| DANKSAGUNG | 137 |

Kurs 1 – Aufbruch zum Mars: Wir erforschen den roten Planeten



Einführung

CECILIA SCORZA, OLAF FISCHER,
VALENTINA ROHNACHER

Kein anderer Planet im Sonnensystem ist erdähnlicher als der Mars. Felsformationen und Wassereis auf der nördlichen Polkappe deuten darauf hin, dass dieser Planet einen noch andauernden Klimawandel durchmacht und in ferner Vergangenheit ein blauer Planet mit Ozeanen und Flüssen gewesen ist. Ob diese feuchte Periode lang genug für die Entwicklung von Leben war, oder warum das Wasser heute auf dem Mars fehlt, das sind Fragen der aktuellen Marsforschung.

Ein Projekt mit derartig großen Fragen kann nur durch ein interdisziplinär wechselwirkendes Team von Spezialisten aus den verschiedensten Wissenschaftsbereichen bewältigt werden. Entsprechend wurden im Kurs Spezialistenteams gebildet. In der Gemeinschaft von je zwei Astronomen, Planetologen, Geologen, Robotikern, Astrobiologen und Raumfahrtingenieuren ha-

ben wir die Erforschung des Mars in Angriff genommen.

Die Astronomen gaben ihr aktuelles Wissen über Aufbau und Entstehung unseres Sonnensystems, die „Heimat“ des Planeten Mars, weiter. Die Planetologen beschrieben den Mars dann näher, wobei die Hinweise auf Wasser auf der Planetenoberfläche besonders interessierten. Das Erforschen des Marsgesteins, dessen Zusammensetzung etwas über die Bedingungen seiner Entstehung aussagt, war die Sache der Geologen. Die Robotiker hatten die Aufgabe, Maschinen zu entwickeln, die in der Lage sind, die Marsoberfläche zum Teil eigenständig zu untersuchen. Die Astrobiologen zeigten, dass einfaches Leben auch heute noch auf dem Mars existieren könnte. Mit den technischen Voraussetzungen für einen bemannten Marsflug und ein Marshabitat befassten sich die Raumfahrtingenieure. Alle Forscherteams stellten ihre Spezialkenntnisse vor und festigten und vertieften diese durch passende Aktivitäten.



Abbildung 1.1: Unsere Forschungsstrategie.

Drei Gruppenarbeitsprojekte öffneten Spielräume für mehr Praxis. Die Kursexkursion führte uns schließlich in den Hauptkontrollraum der ESA (ESOC Darmstadt), von dem aus die Planetenmission Mars Express kontrolliert wurde.

Das Sonnensystem: Heimat des Planeten Mars – Astronomen

VIKTORIA HERTER, MAREN LANZENDORFER

Die Arbeit der Astronomen

Die Astronomen erforschen den Aufbau, die Entstehung und die Entwicklung der Himmelskörper. Die Erkenntnisse beziehen sie dabei größtenteils aus der Beobachtung der Strahlung der Objekte. Körper des Sonnensystems – wie der Mars – können zum Teil auch vor Ort durch Sonden untersucht werden. Die Interpretation der Daten beruht auf der Annahme von der Universalität der Naturgesetze [1].

Aufbau des Sonnensystems

Unser Sonnensystem umfasst verschiedene Objekte, die die Sonne in ihrem Gravitationsfeld umlaufen. Dies sind der Größe nach: Planeten, Zwergplaneten (z. B. Pluto), Asteroiden, Kometen, Meteoroiden sowie Staub- und Gaspartikel. Die acht Planeten (siehe Abb. 2.1),

die Zwergplaneten, die meisten Asteroiden sowie einige Kometenkern befinden sich in einem scheibenförmigen Gebiet. Eine große Zahl von Kometenkernen verteilt sich in Form einer mächtigen Wolkenschale (Oortsche Wolke) nahezu kugelförmig um die Sonne.

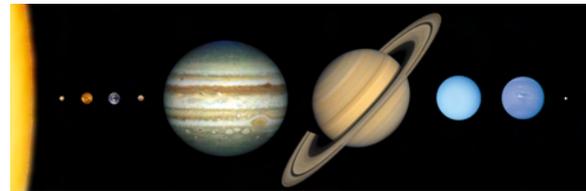


Abbildung 2.1: Sonne, Planeten und der Zwergplanet Pluto (ganz rechts) im Größenvergleich (Quelle: NASA / Lunar and Planetary Laboratory).

Die Planeten kann man entsprechend ihrem Aufbau in zwei Gruppen einteilen, die Gruppe der erdähnlichen und die der jupiterähnlichen Planeten. Die erdähnlichen Planeten bestehen aus schwereren Elementen (für die Erde gilt: Sauerstoff: 32 %, Eisen: 29 %, Silizium: 17 %, Magnesium: 16 %, [2]), die für den Namen „Gesteinsplaneten“ verantwortlich sind. Sie besitzen alle einen metallischen Kern (vor allem Eisen), was zu einer relativ großen mittleren Dichte führt. Ein weiterer Punkt, der maßgeblich zu der Gruppeneinteilung beigetragen hat, war die durchweg kleine Masse von Merkur, Venus, Erde und Mars im Vergleich zu den jupiterähnlichen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun), die alle eine sehr große Masse und einen sehr großen Durchmesser besitzen. Die jupiterähnlichen Planeten nennt man auch „Gasplaneten“, weil sie zu einem Großteil aus leichten Elementen (Wasserstoff und Helium), die wir als Gase kennen, bestehen. Betrachtet man die Bahnlagen der Planeten, so erkennt man, dass die erdähnlichen Planeten im Innenbereich und die jupiterähnlichen Planeten im äußeren Bereich des Planetensystems (Teil des Sonnensystems) anzutreffen sind. Gelegentlich hört man auch die Gruppenbezeichnungen „innere Planeten“ und „äußere Planeten“.

Die nächst kleineren Objekte des Sonnensystems sind die Zwergplaneten. Auch sie haben es neben den Planeten geschafft, durch ihre ausreichende Masse (Eigengravitation) eine näherungsweise kugelförmige Gestalt anzuneh-

men. Weil sie aber nicht fähig waren, alle anderen Körper in ihrer Umlaufbahn einzusammeln oder hinauszukatapultieren, können sie nicht als Planeten bezeichnet werden. Dies gilt auch für Pluto, der noch vor der Neudefinierung des Begriffes „Planet“ im Jahre 2006 als ein solcher zählte.

Die masseärmeren Objekte im Sonnensystem gehören entweder zur Gruppe der Kleinkörper mit den Asteroiden, Kometen und Meteoroiden oder zum interplanetaren Medium, das aus Gas- und Staubteilchen besteht.

In der Gruppe der Kleinkörper sind die Asteroiden die größten Körper mit Durchmessern von durchschnittlich weniger als 50 km. Einige wenige besitzen Durchmesser bis zu 1500 km. Die meisten Asteroiden bewegen sich auf Umlaufbahnen im Asteroidengürtel, der sich zwischen den Bahnen von Mars und Jupiter befindet und im Kuiper-Gürtel jenseits der Bahn des Planeten Neptun.

Kometen, allgemein auch als Schweifsterne bekannt, bilden sich, wenn sich ihre Kerne (Kometenkerne: etwa 1–10 km große „schmutzige Schneebälle“) der Sonne nähern. Unter Welt-raumbedingungen sublimiert dann das Eis des „Schneeballs“. Dies führt zu einer Gashülle und in Verbindung mit dem Sonnenwind zur Ausbildung eines der Sonne entgegengesetzten Schweifes.

Als Meteoroiden bezeichnet man die kleinsten Körper im Sonnensystem. Geraten diese in die Erdatmosphäre, dann können wir sie als Sternschnuppen (Meteore) beobachten. Bei geringer Masse verglühen diese in der Atmosphäre (sie werden zu Staub). Wenn sie etwas größer sind, dann können sie bzw. ein Teil von ihnen den Erdboden erreichen, wo sie mehr oder weniger große Einschlagskrater verursachen (Meteorite).

Entstehung des Sonnensystems

Für die Entstehung unseres Sonnensystems gab es viele Theorien. Inzwischen sind wir aber in der Lage, die Entstehung von Sternen und Planetensystemen in der kosmischen Nachbarschaft der Sonne zu beobachten und können

daher die Entstehung unseres Sonnensystems im Geiste nachvollziehen.

Sie begann vor rund 9 Mrd. Jahren. Eine gewaltige Wolke aus Gas und Staub, die durch Vorgängersterne erzeugt bzw. mit schweren Elementen angereichert wurde, begann sich auf Grund ihrer Eigengravitation zusammenzuziehen. Im Zentrum bildete sich eine Verdichtung, aus der ein junger Stern, unsere Sonne, entstand. Der Großteil der restlichen Materie bildete wegen des enthaltenen Drehimpulses (Schwung in der Rotation) eine Scheibe um die junge Sonne herum. In dieser Scheibe wuchsen zunächst die Staubteilchen bis hin zu kilometergroßen Objekten, den Planetesimalen oder sogenannten Planetenbausteinen. Aus diesen bildeten sich infolge ihrer Gravitation die massiven Urplanetenkörper (siehe Abb. 2.2).



Abbildung 2.2: Die Planetesimale verbinden sich innerhalb ihrer Umlaufbahngebiete zu Planeten. Dabei werden die Umlaufbahnen mehr und mehr „bereinigt“ (Quelle: Pat Rawlings / NASA).

Je größer die Urplaneten waren, desto mehr Gas, welches den größten Teil der Scheibenmasse ausmachte, konnten sie aufsammeln. Während die erdähnlichen Planeten wegen ihrer relativ geringen Masse und des einsetzenden Sonnenwindes ihre Uratmosphären verloren, besitzen die jupiterähnlichen Planeten, die Gesteinskerne von mehreren Erdmassen besitzen, diese noch heute.

Mars: ein Steckbrief

Der Mars ist nach der Venus der Planet, der der Erde am nächsten kommt. Wegen seiner Farbe wird er auch der „rote Planet“ genannt. Die

Griechen verbanden diese Farbe mit dem bei Kriegen vergossenen Blut und benannten ihn nach ihrem Kriegsgott Ares – bei den Römern hieß er Mars. Die zwei Monde des Mars wurden nach den Söhnen des Kriegsgottes benannt und heißen demnach Phobos und Deimos, übersetzt Furcht und Schrecken. Der Planet Mars ist etwa 1,5-mal so weit von der Sonne entfernt wie die Erde. Seine Bahnellipse ist deutlich exzentrischer als die der Erde (siehe Abb. 2.3). Ein Marsjahr dauert 687 Erdentage, da er weiter von der Sonne entfernt liegt. Seine Rotationsdauer (Sol) ist etwa so lang wie die der Erde (Tag). Die Neigung der Rotationsachse ist in etwa gleich. Die der Achsneigung geschuldeten Jahreszeiten fallen in ihrer Ausprägung durch die Abstandsvariation des Mars für die beiden Hemisphären unterschiedlich aus.

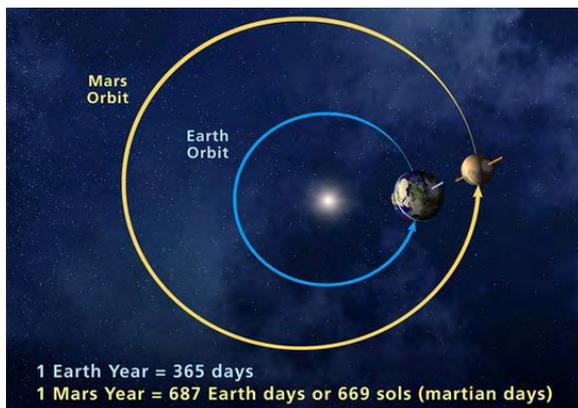


Abbildung 2.3: Die Umlaufbahnen von Erde und Mars im Vergleich (Quelle: NASA).

Der Mars ist deutlich kleiner als die Erde. Er besitzt etwa den halben Radius und ein Zehntel der Masse. Entsprechend kleiner ist die Anziehungskraft des Planeten auf seine Atmosphäre, die vor allem aus Kohlenstoffdioxid besteht. So existiert auf dem Mars der sehr geringe Atmosphärendruck von ca. 6 mbar, auf der Erde beträgt er ca. 1 bar. Im Gegensatz zur Erde besitzt der Mars keine Plattentektonik (mehr?) und auch kein globales Magnetfeld.

Aktivitäten

Nach unseren Präsentationen suchten wir nach Möglichkeiten, dass sich die anderen Kursteilnehmer aktiv mit den astronomischen Inhalten

auseinandersetzen. Zum Aufbau des Sonnensystems baute Viktoria ein maßstabgetreues Modell (ein Maßstab für die Abstände und ein anderer für die Radien) des Sonnensystems mit Bindfaden und Pappscheiben, die die Planeten darstellten. Außerdem stellte sie ein Memory her, bei dem man Steckbriefe zu Bildern der Objekte zuordnen musste, um seine neu erlangten Kenntnisse testen zu können. Das Wissen um die Entstehung des Sonnensystems vertieften wir durch ein Quiz mit Fragen zum Thema und durch ein Puzzle, welches Maren im Zuge ihrer Expertenpräsentation im Vorfeld angefertigt hatte, um uns ihre Präsentationsinhalte auf aktiver Ebene näher zu bringen.



Abbildung 2.4: Die Kursteilnehmer beim Ausüben der Aktivitäten (oben: Memory, unten: Puzzle).

Quellen

- [1] Brockhaus Enzyklopädie, 19. Auflage, 2. Band, Seiten 223–225
- [2] http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Häufigkeiten_chemischer_Elemente
- [3] Backhaus, Udo; Lindner, Klaus: Astronomie Plus, Cornelsen Verlag, Berlin (2005)

Mars und Erde im Vergleich – Planetologen

TIM SÖHNER, DANIEL HAUCK

Wie Planetologen denken

Die Planetologie ist die Wissenschaft, die sich mit den nichtstellaren Himmelskörpern beschäftigt. Ein Planetologe wird bei der Antwort auf die Frage nach Leben auf dem Mars etwas zu seinen grundlegenden Eigenschaften, zu seiner Landschaft, seiner Atmosphäre und zu seinen Bodenschätzen aussagen können. Dabei wird er immer wieder den Vergleich zur Erde suchen, um die Unterschiede besser zu verstehen.

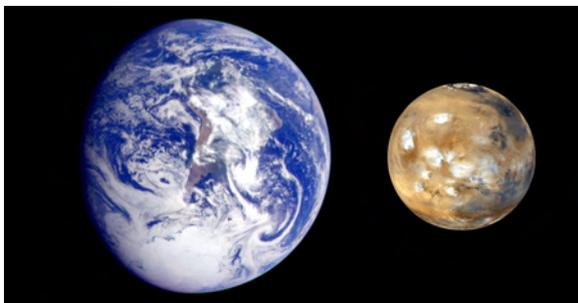


Abbildung 3.1: Mars und Erde im richtigen Größenverhältnis (Quelle: NASA).

Mars und Erde im Vergleich

Eine wichtige Eigenschaft eines Planeten ist seine Masse. Mit ihrer Hilfe lassen sich viele Gegebenheiten auf einem Planeten erklären. Die Masse des Mars beträgt mit $6,41 \cdot 10^{23}$ kg rund ein Zehntel der Erde. Dies ist auch der Grund, warum die Gravitationskraft des Mars im Vergleich zur Erde geringer ausfällt. Die nächste wichtige Größe ist das Volumen, welches sich mit Hilfe des Marsradius berechnen lässt. Aus den Größen Masse und Volumen kann man die mittlere Dichte bestimmen, welche uns wiederum Aufschluss über das Innere des Planeten gibt. Mit einer mittleren Dichte von $3,9 \text{ g/cm}^3$ ist diese etwas geringer als die der Erde ($5,5 \text{ g/cm}^3$). Für einen Marsflug, sei es bemannt oder unbemannt, ist natürlich auch die Entfernung zwischen Sonne und Mars, und auch die Dauer eines Marstages wichtig. Der Mars ist ca. 1,5-mal weiter von der Sonne entfernt als die Erde und ein Marstag (Sol)

dauert rund 24 h 37 min. Daneben gibt es noch einige weitere wichtige Faktoren wie Atmosphärendruck, Vulkanismus und Magnetfeld. Diese Werte sind in der folgenden Tabelle aufgelistet.

| | Mars | Erde |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|
| Masse | $6,41 \cdot 10^{23}$ kg | $5,96 \cdot 10^{24}$ kg |
| Äquatorradius | 3397 km | 6378 km |
| Fallbeschleunigung | $3,69 \text{ m/s}^2$ | $9,81 \text{ m/s}^2$ |
| Magnetfeld | nein | ja |
| Plattentektonik | nein | ja |
| Vulkanismus | ja | ja |
| Atmosphärendruck | 6 mbar | 1013 mbar |

Tabelle 3.1: Wichtige Eigenschaften von Mars und Erde im Vergleich.

Die MOLA-Karten

Um einen besseren Überblick über die Marstopographie zu bekommen, braucht man zuverlässige Höhenkarten. Da aber auf den Fotos Höhen und Tiefen nur schlecht sichtbar sind, startete die NASA 1996 die MGS (Mars Global Surveyor) Sonde. An Bord befand sich u. a. das MOLA-Gerät (Mars Orbital Laser Altimeter). Dieses Gerät tastete die Oberfläche des Mars mit Hilfe eines Lasers Stück für Stück ab, und errechnete aus dessen Signallaufzeit die Entfernung (ähnlich, wie bei einem Echolot). So entstand nach und nach eine präzise Höhenkarte des Mars, die sogenannte MOLA-Karte (siehe Abb. 3.2).

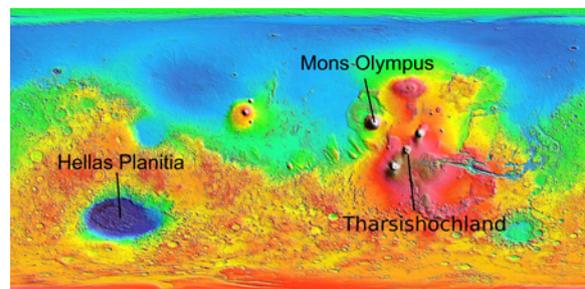


Abbildung 3.2: Die MOLA-Karte mit markanten Marsregionen. (Quelle: NASA).

Die Mission Mars Express

Viele der Forschungsergebnisse stammen von Marsmissionen der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA. Aber auch Europa ist an der

Marsforschung beteiligt, allerdings wurde bisher nur eine europäische Mission zum Mars geschickt, eine weitere wird folgen. Bis dahin ist jedoch Mars Express die einzige europäische Sonde, die den Mars genauer untersucht hat.

Mars Express wurde am 2. Juni 2003 vom russischen Weltraumbahnhof Baikonur, dem mit 6.717 km² größten Raketenstartplatz der Welt, gestartet. Eine russische Sojus-Rakete brachte die Sonde erfolgreich zum Mars. Sie erreichte am 25. Dezember ihren Orbit, von dem aus sie bis heute Daten über den Mars sendet, obwohl die Mission eigentlich nur für 1 Marsjahr (687 Erdentage) geplant war.

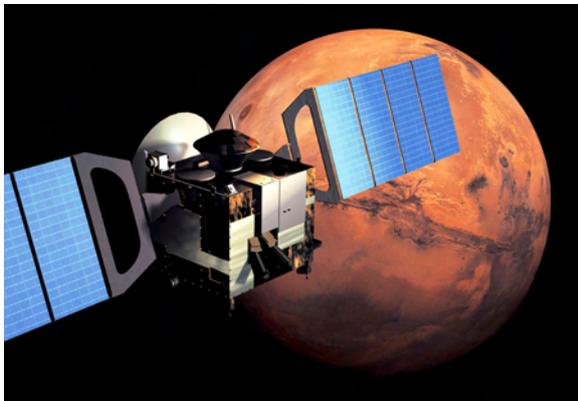


Abbildung 3.3: Mars Express im Orbit mit dem Vallis Marineris im Hintergrund (Quelle: ESA).

Mars Express sollte die Marsoberfläche komplett kartografieren. Außerdem wurden meteorologische, geologische und mineralogische Daten über den Mars gesammelt. Der Lander der Mission, Beagle 2, wurde nach dem Forschungsschiff HMS Beagle, auf dem Darwin Forschungsergebnisse gesammelt hat, benannt. Er sollte sich genauer mit dem Gestein und der Suche nach Leben auseinandersetzen. Das konnte er allerdings nie tun, da er auf seinem Weg zur Oberfläche verscholl. Später wurde dann ein Einschlagskrater gefunden, von dem man vermutet, dass er von Beagle 2 stammt. Dieser war von Anfang an der Teil der Mission, der am wenigsten erfolgversprechend war. Er wurde nur mitgenommen, da auf der Sojus noch 100 kg Nutzlast übrig waren. Da er nicht von der ESA, sondern von dem Wissenschaftler Colin T. Pillinger geplant und gebaut wurde, durfte die Weltraumbehörde keine Entscheidungen tref-

fen. Weil die geplanten Sponsoren nicht gefunden und das Projekt teurer als geplant wurde, stand schon im Jahr 2000 zu wenig Geld für den Lander zur Verfügung. Also sollte dieser ausgelassen werden, was das Entwicklungsteam mithilfe der Presse erfolgreich verhinderte. Das fehlende Geld, ca. 24 Mio. Euro, bezahlte die ESA. Mit diesen knappen Mitteln musste an der Landetechnik gespart werden, was sich später als Fehler erweisen sollte.

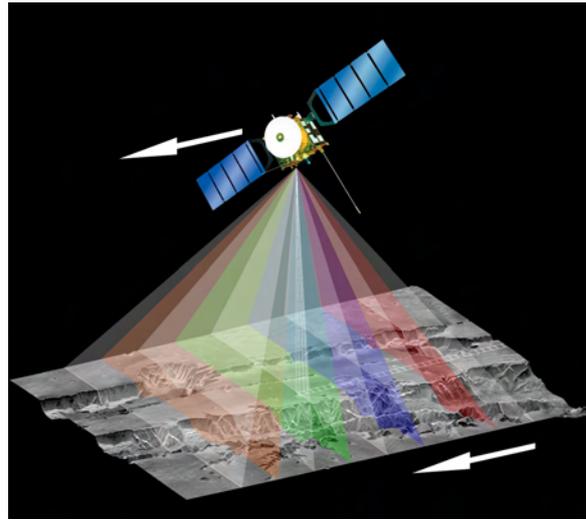


Abbildung 3.4: Mars Express scannt die Marsoberfläche mit Hilfe der HRSC (Quelle: DLR).

Abgesehen von der Bruchlandung von Beagle 2 war Mars Express aber sehr erfolgreich und liefert auch heute noch Daten von seinen sieben Instrumenten. Darunter ist die HRSC (High-Resolution Stereoscopic Camera), die die Marsoberfläche in 3D kartografierte. Diese Technik ist im Vergleich zur Laserhöhenmessung zwar nicht so genau, aber dafür viel schneller, da nicht jeder Punkt einzeln abgetastet wird, sondern eine ganze Zeile bzw. Fläche gleichzeitig aufgenommen wird. Die ca. 20 kg schwere Kamera hat eine Auflösung von 10 m bis 30 m, d. h. ein Pixel des Bildes erfasst einen Bereich von mindestens 10 m Kantenlänge. Durch den SRC (Super Resolution Channel), einem zusätzlichen quadratischen Sensor, können einzelne Gebiete mit einer Auflösung von bis zu 2 m fotografiert werden. Die eigentliche Kamera besteht aus 9 CCD-Sensor-Zeilen (CCDs werden auch als Sensoren in Digitalkameras verwendet) mit je 5.184 Pixeln. Fünf davon sind in unterschiedli-

chen Winkeln angeordnet, woraus die Forscher die 3D-Informationen bekommen. Die anderen vier sind mit Farbfiltern ausgestattet, um zusätzlich Farbinformationen zu bekommen. Mit den Zeilen wird die Oberfläche „abgescannt“ (siehe Abb. 3.4).

Mars Express wird nicht die letzte europäische Mars-Mission gewesen sein. ExoMars, eine Mission bei der auch die NASA mitbeteiligt ist, soll 2016 starten und dann ab 2018 mit einem Rover den Mars auf Spuren nach Leben absuchen. Vielleicht werden dann auch Lebewesen gefunden. Man kann nur auf das gespannt sein, was die Marsforschung in der Zukunft bringen wird.

Aktivitäten

Eine Aktivität bestand darin, eine Höhenkarte des Mars als Puzzle zusammenzusetzen (siehe Abb. 3.5). Anschließend besprachen wir noch die Besonderheiten einzelner Marsregionen, z. B. das Tharsishochland (siehe Abb. 3.2). Dieses liegt rund 10 km höher, als der Rest des Mars. Außerdem befinden sich dort drei große Vulkane. In der Nähe dieses Hochlandes liegt zudem der Mons Olympus. Dieser Vulkan ist mit etwa 25 km Höhe der höchste Berg im Sonnensystem.



Abbildung 3.5: Wir puzzeln die Höhenkarte des Mars zusammen.

Des Weiteren haben wir uns mit einer Methode beschäftigt, die die Forscher zur Altersbestimmung einer Gegend benutzen. Dabei werden die Krater auf einer bestimmten Fläche gezählt

und mit einer Aufnahme eines anderen Gebiets mit gleicher Auflösung und Größe verglichen. Da bei jüngeren Gebieten die Zeitspanne, in der andere Körper einschlagen können, relativ kurz ist, haben diese auch weniger Krater. Diese Gebiete findet man überwiegend im nördlichen Teil des Mars. In den älteren Regionen auf der südlichen Halbkugel dagegen sind mehr und teilweise ineinander liegende Krater vorhanden.

Quellen

- [1] <http://www.dlr.de/mars> (18.09.2010)
- [2] http://www.esa.int/SPECIALS/Mars_Express (18.09.2010)

Gesteine auf der Erde und auf dem Mars – Geologen

DERYA HEPER, THERESA REUSTLE

Geologie

Traditionell erforschen Geologen den Aufbau und die Zusammensetzung der Erde. Heute dehnt sich ihre Forschung zudem auch auf andere Körper im Sonnensystem aus. Die geologische Forschung erfordert die Betrachtung der Formen der Planetenoberfläche, die Erkundung der Strukturen sowie der physikalischen und chemischen Bedingungen im Inneren und die genaue Klassifikation der Gesteine, die von allen möglichen Orten (Steinbrüche, Bergwerke, Bohrungen, ...) gesammelt werden. Geologen arbeiten viel im Gelände oder auch unter Tage. Mit Bohrungen kann Gesteinsmaterial aus bis zu 10 km Tiefe an die Oberfläche gebracht werden. Geologen klassifizieren die Gesteine schon vor Ort, genauere Untersuchungen finden im Labor statt. Die Ergebnisse liefern Informationen darüber, ob ein bestimmtes Gebiet geologisch interessant ist, Bodenschätze enthält, wie die Bedingungen waren, unter denen die Erde entstand und das Alter und den Aufbau der Erde (oder eines anderen Himmelskörpers).

Gesteinsarten

Es gibt über 100 Gesteinsarten. Jede Gesteinsart lässt sich in eine der drei Gesteinsgruppen Magmatite, Sedimentite und Metamorphite einordnen, die sich hinsichtlich ihrer Entstehung

unterscheiden. Diese zeigt sich im Gesteinsgefüge, das aus der Textur (räumliche Anordnung der Minerale) und der Struktur (Größe, Form und Kristallentwicklung der Minerale) besteht, der Farbe (sie gibt häufig Auskunft über die enthaltenen Minerale), der Korngröße und der Dichte.



Abbildung 4.1: Magmatisches Gestein auf der Marsoberfläche (Quelle: NASA/Lyle.org Private).

Magmatische Vulkanite weisen häufig zahlreiche Hohlräume auf und besitzen nur einzelne große Kristalle. Sie bestehen aus einer feinen bis dichten Grundmasse, in der keine Minerale erkennbar sind. Beispiele hierfür sind Basalt, Lava und Porphyr. Magmatische Plutonite hingegen besitzen große, gut entwickelte Mineral Körner und Kristalle. Sie sind sehr kompakt und besitzen eine hohe Festigkeit und Dichte. Granit, Gabbro und Syenit sind Plutonite. Sedimentgesteine sind meistens geschichtet und enthalten gelegentlich Fossilien. Manchmal sind sie porös (vgl. bei Sandstein) und können aus Bruchstückchen aufgebaut sein. Metamorphite werden auch Umwandlungsgesteine genannt, da sie aus bereits vorhandenen Gesteinen nach starker Temperatur- oder Druckzunahme entstehen. Metamorphe Gesteine sind oft gestreift oder lagig angeordnet, die Minerale sind gut auskristallisiert und sie sind meistens sehr kompakt. Dies zeigt sich gut bei Marmor, Gneis und Schiefer.

Gesteinsbildung

Gesteine unterliegen einem ständigen Kreislauf, indem sie zu anderen Gesteinsarten umgewandelt werden. Wenn aufsteigendes, flüssiges Magma (Gesteinsschmelze) abkühlt, kristallisieren die enthaltenen Minerale aus, und es entstehen magmatische Gesteine. Bei der Entstehung der Kristalle spielt die Geschwindigkeit der Abkühlung eine große Rolle. Je schneller das Magma abkühlt, desto kleiner werden die Kristalle. Kristallisieren magmatische Gesteine in großer Tiefe der Erdkruste, entstehen grobkörnige Tiefengesteine, auch Plutonite genannt.



Abbildung 4.2: Hämatitkugeln, ein so genanntes „Blue-berry“ (kugelförmiger Einschluss im Bild rechts), in fein geschichtetem Sedimentgestein, gefunden im Landekrater des Rovers Opportunity (Quelle: NASA).

Wenn die Gesteinsschmelze hingegen an der Erdoberfläche kristallisiert, entstehen magmatische Oberflächengesteine, die Vulkanite (Ergussgesteine). Durch chemische und physikalische Verwitterung entstehen aus ihnen verschieden große Bruchstücke, die von Flüssen, Wind und Eis transportiert und schließlich abgelagert werden. Man spricht hier von lockeren Sedimentgesteinen. Geraten die zunächst lockeren Sedimente unter zunehmenden Druck, entstehen verfestigte Sedimentgesteine. Den Vorgang vom Lockergestein zum Festgestein nennt man Diagenese. Aus jeder Art von Ausgangsgestein entstehen unter sehr hohem Druck und/oder bei sehr großer Temperatur (bei der Gesteinsmetamorphose) Metamorphite. Kommt es dann zu einer Aufschmelzung der Metamorphite, ent-

steht Magma, aus der sich wieder Magmatite bilden – der Kreislauf schließt sich.

Marsgestein

Auf dem Mars ist die Vielfalt der Gesteine im Vergleich zur Erde viel geringer. Überwiegend magmatische Gesteine, die vom Aussehen irdischen Basalten ähneln, wurden auf der Marsoberfläche gefunden (siehe Abb. 4.1). Außerdem sind auf dem Mars lockere Sedimente, wie z. B. Eisenoxidstaub in Becken und Kratern aufzufinden. Metamorphite wurden nicht gefunden, vor allem deshalb, weil der Mars keine Plattentektonik besitzt. Somit können die Tiefengesteine nicht gehoben werden.

Für Aufregung sorgte der Fund von Hämatit und Goethit (siehe Abb. 4.2). Diese Mineralien entstehen unter Einfluss von flüssigem Wasser. Daraus lässt sich schließen, dass es früher einmal flüssiges Wasser auf dem Mars gegeben hat.



Abbildung 4.3: Teilnehmer des Astrokurses bei der Gesteinsbestimmung.

Aktivitäten

Zur Festigung und Anwendung unseres geologischen Grundwissens sind wir aktiv geworden. Eine Aktivität bestand aus einem Memory-Spiel über Gesteine. Es galt, zwei zusammen passende Kärtchen zu finden, bei denen z. B. eine Definition einem Stichwort zugeordnet ist, ein Bild zu einem Stichwort passt oder ein unvollständiger Satz mit dem zweiten Kärtchen vervollständigt wird. Bei einer anderen Aktivität galt es, selbst Gesteine zu bestimmen.

Dazu hat jeder Teilnehmer eine Probe erhalten und ihr die Gesteinsart, den Gesteinsnamen und eine Besonderheit des jeweiligen Gesteins zuordnen müssen (siehe Abb. 4.3 und 4.4).



Abbildung 4.4: Gesteinsprobe, die es zu klassifizieren galt (siehe auch Abb. 4.3).

Beispiel 1

Der in Abb. 4.3 links untersuchte Stein kann in Abb. 4.4 groß betrachtet werden. Es handelt sich um einen Metamorphit. Dies erkennt man am Gefüge. Der Stein enthält keine Poren und keine Fossilien, ist kompakt und gestreift. Die weiße Farbe und die CO_2 -Bildung nach Beträufeln mit verdünnter Salzsäure (Säuretest) lassen auf das Mineral Calcit schließen. Reiner Calcit bedeutet, dass es sich um Marmor handelt.

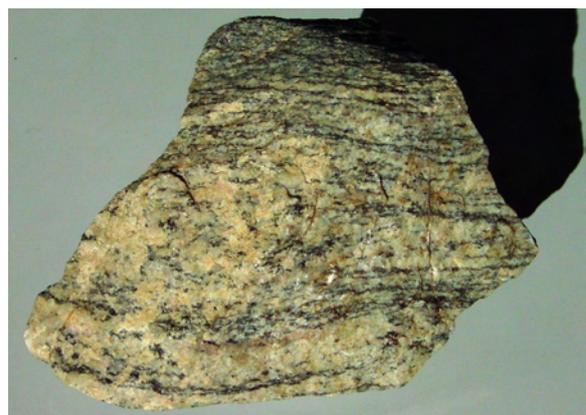


Abbildung 4.5: Gesteinsprobe, die es zu klassifizieren galt (siehe auch Abb. 4.3).

Beispiel 2

Der in Abb. 4.3 untersuchte rechte Stein kann in Abb. 4.5 groß betrachtet werden. Es han-

delt sich ebenso um einen Metamorphit. Das Gefüge ist lagig. Die überwiegend enthaltenen Mineralien sind Feldspat und Quarz (helle körnige Schichten) und Eisen-Magnesium-Mineralie (dunkle Schichten). Es ist ein Gneis.

Quellen

- [1] Price, Monica; Walsh, Kevin: Gesteine & Minerale, DK-Verlag, Naturführer, Seiten 3–14, Starnberg, 2006
- [2] Geographie, Basiswissen Schule, Duden Verlag, S. 104–108
- [3] http://www.lehrer-online.de/gesteine.php?show_complete_article=1 (20.9.2010)
- [4] Klein, Johannes: Herder Lexikon Geologie und Mineralogie, Seiten 18–25, Freiburg, 1990

Roboter auf dem Mars – Robotiker

PATRICK MOURS, SONJA HÄFFNER

Was ist ein Roboter?

Per Definition sind Roboter stationäre oder mobile Maschinen, die nach einem bestimmten Programm festgelegte Aufgaben erfüllen. Der Begriff stammt ursprünglich von dem slawischen Wort „rabota“ ab, was so viel wie „Arbeit“ bedeutet. In der Astronomie, sowie in der Planetologie werden Roboter zur Erkundung und Erforschung des Weltalls eingesetzt. Die Gründe dafür sind vielfältig. So können Roboter in Situationen eingesetzt werden, die für den Menschen viel zu gefährlich oder nicht abschätzbar wären. Kosmische Strahlung stellt im Regelfall kein Problem für die selbständigen Maschinen dar, und die moderne Technik operiert auch bei großen Temperaturschwankungen. Sofern die Stromversorgung gesichert ist, werden Roboter niemals müde, und psychologische Probleme durch Heimweh, Enge, Stress und fehlende Kontaktpersonen sind ihnen ebenfalls völlig fremd. Einmal programmiert, sind Roboter in der Lage, eigenständig vielfältige Aufgaben zu erfüllen. Eine klassische Fernbedienung benötigt der Roboter nicht, denn durch vorher im Detail festgelegte Arbeitsabläufe und Reaktionsschemata kann er relativ eigenständig auf seine Umgebung reagieren, um z. B. Gesteinsproben zu entnehmen, Fotos zu machen oder

seine Fahrtroute, je nach den Gegebenheiten, neu zu bestimmen.

Spirit und Opportunity

Spirit und Opportunity (Abb. 5.1), auf Deutsch „Aufbruch“ und „Gelegenheit“, gehören zu den Robotern, die neue Maßstäbe setzten. Als robotische Marsrover erkunden sie seit mehr als sechs Jahren die Marsoberfläche und suchen nach Hinweisen für das Vorhandensein von flüssigem Wasser, also einer Grundlage von Leben.

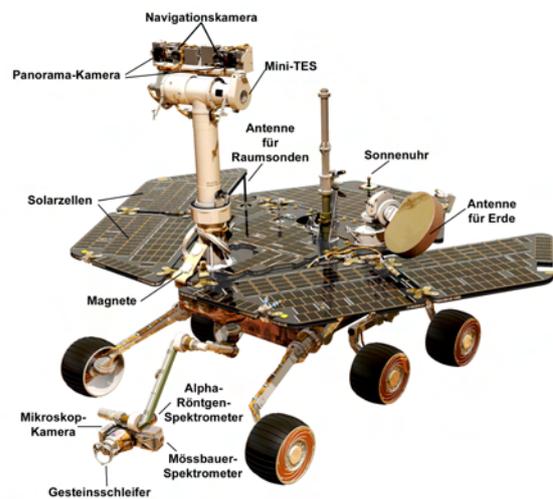


Abbildung 5.1: Wesentliche Teile von Spirit (Quelle: MPI für Chemie, Daniel Maas).

Das ursprüngliche Ziel von 90 Sol (Marstage) wurde weit übertroffen und ermöglichte einen deutlich größeren Forschungsradius als zunächst gedacht. Beide Rover wurden vom JPL der NASA geplant, gebaut und betrieben. Spirit startete am 10. Juni 2003, einem Jahr, in dem der Mars vergleichsweise nahe zur Erde stand, so dass viel Treibstoff gespart werden konnte. Einige Wochen später, am 7. Juli, begann auch Opportunity seine große Reise. Beide Rover konnten rund ein halbes Jahr später erfolgreich in zwei unterschiedlichen Gebieten auf dem Mars gelandet werden. Spirit begann seine Untersuchungen am Gusev Krater, auf der anderen Seite des Mars rollte Opportunity bei der Landung in den Eagle Krater. Dieser erwies sich letztendlich als wahre Goldgrube an geologischen Informationen, da eine Gesteinsformation frei von Bodengeröll vor dem Robo-

ter lag. Ausgestattet mit zwei Spektrometern, einem neu entwickelten Mobilitätssystem namens Rocker Boogie, einem Schleifgerät zum Abschleifen verwitterter Oberflächen, einem Mikroskop und verschiedenen Antennen sendeten die Rover seither unzählige Daten über die geologische Beschaffenheit und Bilder der Marsoberfläche zur Erde. 3D-Aufnahmen der Panoramakameras (Abb. 5.2) ermöglichen eine bessere Vorstellung der Umgebung, können bei der Volumenbestimmung von Gegenständen helfen und waren unter anderem für die Software notwendig, mit der die beiden Rover angesteuert wurden.

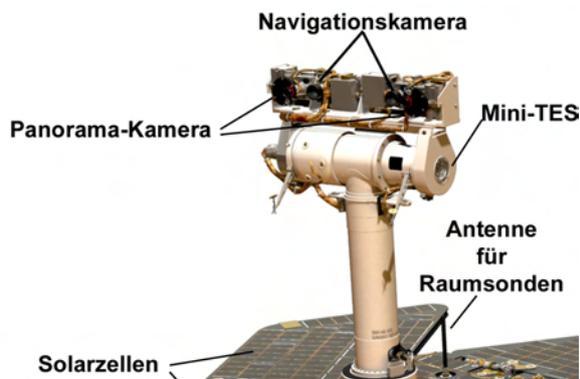


Abbildung 5.2: Kameramast von Spirit (Ausschnittsvergrößerung aus Abb. 5.1).

Nur aufgrund einer durch ein defektes Rad verursachten Schleifspur fand Spirit Siliziumdioxid im Boden und außerdem Goethit im Gestein, beides wiederum Hinweise auf flüssiges Wasser. Nachdem auch noch Sedimentstrukturen, die auf ein Fließgeschehen hindeuten, gefunden wurden, gilt es als nahezu sicher, dass einmal flüssiges Wasser auf dem Mars zu finden war.

Die Phönix-Mission

Die polnahen Regionen des Mars wurden durch Spirit und Opportunity nicht untersucht. Deswegen wurde die stationäre Planetensonde „Phönix“ mit der Aufgabe, Wassereis in großen Breiten nachzuweisen, zum Mars geschickt. Aus Kostengründen wurden Instrumente des 1999 zerschellten Mars Polar Lander zur Konstruktion verwendet. Daher kam auch der Name der Mission: Phönix, der Vogel, der aus seiner Asche auferstanden ist.



Abbildung 5.3: Künstlerische Darstellung von Phönix (Quelle: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona).

Phönix landete am 25. Mai 2008 ohne Probleme bei 68° Nord und 234° Ost (an dieser Stelle wurde Wassereis vermutet). Der Roboter hatte vier optische Systeme dabei, eine Panoramakamera, eine Roboterarmkamera und zwei Mikroskope. Um die Zusammensetzung des Bodens zu erfassen, wurde das „Wet Chemistry Laboratory“ eingesetzt, das Bodenproben erst mit Wasser versetzte. Daneben wurde der „Thermal and Evolved Gas Analyzer“ (TEGA) eingebaut, in dem Bodenproben auf bis zu 1000 °C erhitzt werden können. Durch die freigesetzten Gasmoleküle konnten Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des Bodens gezogen werden. Mit dem Greifarm (siehe Abb. 5.3) konnte auch auf die mechanische Konsistenz des Bodens geschlossen werden. Das daran befestigte Instrument „Thermal and Electrical Conductivity Probe“ (TECP) konnte die elektrische Leitfähigkeit des Bodens bestimmen. Eine Wetterstation sollte außerdem noch Daten über das Wetter auf dem Mars liefern. Die Mission gab viele neue Einblicke in die Bodenzusammensetzung des Mars. Völlig überraschend war die Entdeckung von ungewöhnlich großen Mengen Perchlorat. Diese Entdeckung wirft jedoch weitere Fragen auf: Kann es nun überhaupt noch Lebewesen geben, da Perchlorat giftig ist? Lag das von früheren Sonden entdeckte Chlor auch als Perchlorat vor? Diese Fragen müssen von späteren Missionen noch geklärt werden.

Interessant waren auch die Daten von TEGA. Bei 800 °C konnte TEGA CO₂ freisetzen, was auf einen Kalziumkarbonatanteil im Boden von drei bis fünf Gewichtsprozent schließen lässt.

Da kein Schwefeldioxid freigesetzt wurde, ist folglich kein Magnesiumsulfat im Boden enthalten (Magnesiumsulfat würde sich unterhalb von 1000 °C zersetzen). Man vermutet, dass der Marsboden Kalziumsulfate enthält, denn diese zersetzen sich erst bei 1400 °C und geben Schwefeldioxid frei. Die vier Probenadeln des TECP bestimmten die elektrische Leitfähigkeit über den Widerstand. Da der Widerstand überall groß war, konnte an diesen Stellen kein Wasser im Marsboden enthalten sein (Wasser senkt den Widerstand). Das Eis musste also tiefer liegen. Eine vom Roboterarm ausgegrabene Probe verschwand nach ein paar Tagen, wie in Abb. 5.4 zu sehen ist, so dass vermutlich Eis gefunden wurde.



Abbildung 5.4: In der Grabschaufelspur von Phönix wurden vermutlich Eisklumpen freigelegt (im linken Bild links unten), die nach 4 Marstagen durch Sublimation verschwanden (Quelle: NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/Texas A&M University).

Aktivität mit der Vakuumpumpe

Was passierte aber mit dem Eis? Dazu muss das Phasendiagramm (Abb. 5.5) von Wasser zu Hilfe genommen werden. Da der Druck auf dem Mars 6 mbar beträgt, kocht Wasser auf dem Mars schon bei etwa 0 °C. Zum aktiven Verstehen dieser Tatsache brachten wir Wasser unter einer Vakuumpumpe bei Raumtemperatur zum Kochen (Abb. 5.5). Folglich schmilzt das Wassereis auf Mars nicht, sondern sublimiert direkt. Aus dem Phasendiagramm wird auch ersichtlich, dass es flüssiges Wasser auf dem Mars nur in sehr großer Tiefe, wo der Druck höher ist, geben kann.

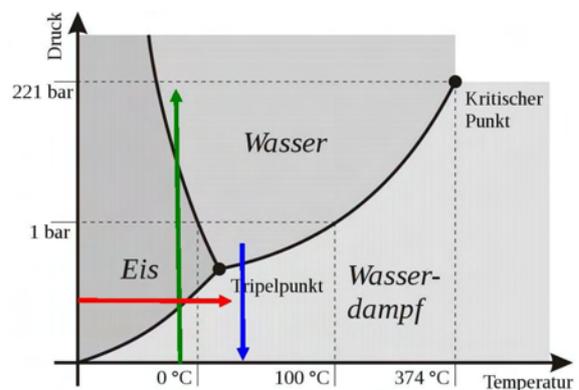


Abbildung 5.5: Wasser kocht im oben gezeigten Versuch bei 20 °C, wenn der Druck niedrig wird (blauer Pfeil im Phasendiagramm). Auf dem Mars sublimiert das Wassereis (roter Pfeil), bei hohem Druck wird es flüssig (grüner Pfeil).

Quellen

- [1] Scorza, Cecilia; Fischer, Olaf: Spurensuche auf dem Mars, didaktisches Material in *Sterne und Weltraum* 07/2009; (Sonderheft „Sieben Blicke in den Himmel“)
- [2] Goetz, Walter: Phoenix – Der Vogel, *Sterne und Weltraum* 08/2009, S. 40
- [3] <http://www.nasa.gov>

Leben auf dem Mars – Astrobiologen

MATTHIAS SINNWELL, THORSTEN HUBER

Astrobiologie

Die Astrobiologie ist noch ein sehr junger Wissenschaftszweig, bei dem sich die Forscher mit der Evolution, der Verbreitung, und damit auch

der Biodiversität (Artenvielfalt) beschäftigen. Astrobiologen müssen interdisziplinär arbeiten, da ihr Thema so umfassend und komplex ist, dass man verschiedene Experten braucht. So beschäftigt sich die Astrobiologie mit der Bildung der Sterne und ihrer Planetensysteme, der geologischen und geochemischen Entwicklung der Planeten und ihrer Atmosphären und der Suche nach Exoplaneten und deren Erforschung.

Untersuchungsmethoden

Mit Hilfe von astronomischen Beobachtungsmethoden, wie z. B. der Spektralanalyse, wird nach biologischen Signaturen von Leben gesucht. In unserem Sonnensystem ist es noch möglich, zu den Planeten zu fliegen und diese direkt zu untersuchen, und wenn es geht auch mit einer Untersuchung von Proben. Auch mit der Suche nach außerirdischer Technologie beschäftigen sich einige Wissenschaftler. So wird mit dem Seti-Projekt versucht Radiowellen oder Lichtsignale von fremden Zivilisationen zu finden. Doch 90 % aller Untersuchungen von Astrobiologen finden auf der Erde statt. Dort versuchen sie herauszufinden, welche Lebewesen unter extremen Bedingungen überleben können, um daraus besser einschätzen zu können, wo es auf einem Himmelskörper Leben geben könnte. Dazu werden auf der Erde die Wirkung extremer Lebensräume auf Lebewesen untersucht. Die Extremophilen sind Organismen, die sich extremen Umweltbedingungen angepasst haben. Sie leben in der Tiefsee in hydrothermalen Quellen, in Steinen, in Salzseen, unter dem Permafrost in der Arktis bzw. Antarktis in kleinen Wasserbläschen. Es gibt sogar auch Lebewesen, die radioaktive Strahlung als Energiequelle nutzen. Sie können hohe und niedrige Temperaturen sowie hohe Drücke überleben und ohne Licht und Nährstoffe auskommen.

Überlebenskünstler Bärtierchen

Um herauszufinden, ob Leben unter den extremen Marsbedingungen überhaupt möglich ist, hat man ein mikroskopisch kleines Lebewesen ins All geschickt, das Bärtierchen, das als Überlebenskünstler gilt.

Bärtierchen, oder Englisch Tardigrade, sind ca. 0,5 mm große Tierchen und leben bei uns auf der Erde praktisch überall, in Moosen, Ozeanen, Flüssen, in Gletschern und sehr wahrscheinlich auch direkt vor unserer Haustür.



Abbildung 6.1: Bärtierchen stark vergrößert: hier ca. 0,2 mm lang (Quelle: Deutsches Museum).

Bärtierchen gehören zu den vielzelligen Tieren. Sie haben 4 Rumpsegmente und 8 Stummelfüße, Stummelfüße, weil es gelenklose Ausstülpungen sind. Punktförmige, blau oder schwarz gefärbte Augen bilden mit einem Mund das Gesicht (siehe Abb. 6.1).

Erstaunlich ist, dass so ein Bärtierchen weder ein Herz, einen Blutkreislauf, geschweige denn eine Lunge besitzt. Eindrucksvoll ist, dass sie den schweren Umweltbedingungen des All standgehalten haben.

10 Tage lang umkreisten sie in einer Höhe von 270 km die Erde. Sie waren dabei extremer Kälte, dem Vakuum, kosmischer Strahlung, Nahrungs- und Wassermangel ausgesetzt! Trotzdem haben sie es dank einer raffinierten Prozedur überlebt und konnten sich auf der Erde wieder fortpflanzen.

Was haben sie gemacht? Dank verschiedener Resistenzstadien können sie allen Umweltbedingungen trotzen. Das bekannteste davon ist die sogenannte Kryptobiose. Es ist charakterisiert durch eine nahezu totale Drosselung des Stoffwechsels. Der Sauerstoffverbrauch fällt auf null und sie verwandeln sich in sogenannte Tönnchen (siehe Abb. 6.2).

So können sie Temperaturen von knapp -280°C überstehen, auch Wasser oder Sauerstoff ist nicht mehr lebensnotwendig. Wenn

dann wieder genügend Wasser und Sauerstoff vorhanden sind, können sich die Bärtierchen wieder in ihre Normalform zurückbilden und weiter leben, als wäre nichts passiert.



Abbildung 6.2: Draufsicht auf ein Bärtierchen-Tönnchen (Trockenform): hier 0,15 mm lang und 0,04 mm hoch (Quelle: Bärtierchenjournal, Nr. 51).

Auf Bärtierchensuche

Um uns diese unglaubliche Überlebenskunst besser vorstellen zu können, haben wir selbst Bärtierchen gesucht (siehe Abb. 6.3). Wir haben Moos gesammelt und dieses auf Bärtierchen hin untersucht. Nach gewissen Anlaufschwierigkeiten haben wir auch einige Bärtierchen gefunden – diese kleinen Geschöpfe schauen unter dem Mikroskop wirklich wie kleine Bären aus.

Zwei von den Bärtierchen haben wir tiefgefroren, zwei mussten ihre Standhaftigkeit unter der Vakuumpumpe beweisen, zwei wiederum wurden von einer UV-Lampe ca. 2 Stunden bestrahlt und zwei ließen wir zur Kontrolle unter lebensfreundlichen Umständen. Die Versuche klappten zwar nicht ganz wie geplant, dennoch war es sehr interessant zu sehen, wie so ein Bärtierchen mit solchen lebensfeindlichen Umständen umgeht. Bärtierchen sind „klein aber oho“ könnte man jetzt zurückblickend sagen. Auf jeden Fall hat es aber einen riesigen Spaß gemacht, so ein Bärtierchen zu untersuchen und sich darüber zu informieren.



Abbildung 6.3: Auf Bärtierchensuche.

Grundlagen des Lebens

Die Frage, die man sich im Zusammenhang mit Leben stellen muss, ist, was dafür notwendig ist. Für Leben sind drei Dinge wichtig. Diese sind eine Energiequelle, flüssiges Wasser als Lösungsmittel sowie zum Transport von Stoffen und eine Chemie auf Kohlenstoffbasis, da Kohlenstoff die Fähigkeit zur Bildung komplexer Moleküle besitzt und das Element mit der größten Vielfalt an chemischen Verbindungen ist. Damit es auf einem Himmelskörper flüssiges Wasser geben kann, darf er nicht zu nah oder zu weit von seinem Stern entfernt sein. Diesen Abstandsbereich, in dem flüssiges Wasser möglich ist, nennt man die habitable Zone (siehe Abb. 6.4).

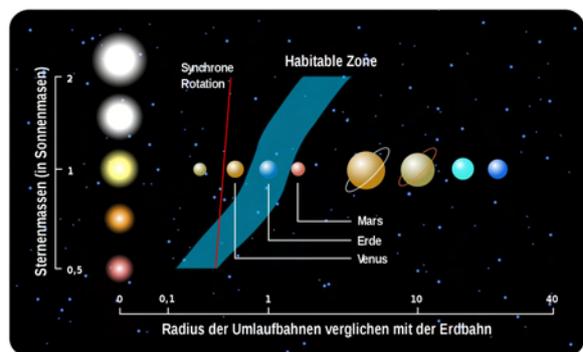


Abbildung 6.4: Habitable Zonen bei Sternen verschiedener Massen (Quelle: FrancescoA).

Wie sieht es auf dem Mars mit unseren Voraussetzungen für Leben aus? Da alle Planeten aus sehr ähnlichem Gas- und Staubmaterial entstanden sind, müssen sie auch alle die gleichen

Bestandteile, die Elemente, beherbergen.

Der Mars liegt nahe an der habitablen Zone (siehe Abb. 6.1), aber bei seiner derzeitigen Durchschnittstemperatur von $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ wird man auf seiner Oberfläche kein flüssiges Wasser finden. Doch aus Funden von Mineralien, welche zu ihrer Entstehung flüssiges Wasser benötigen, weiß man, dass es auf dem Mars einmal flüssiges Wasser gegeben haben muss. Inzwischen wurde durch Messungen herausgefunden, dass es unter der Oberfläche des Mars Wasser gibt. Die Vermutungen gehen dahin, dass es tief unter der Oberfläche sogar flüssiges Wasser geben könnte. Doch was könnten Lebewesen als Energiequelle benutzen? Könnten Lebewesen auf dem Mars wie unsere Pflanzen die Sonne als Energiequelle benutzen? Leider nein, denn der Mars besitzt keine schützende Ozonschicht und auch kein globales Magnetfeld. So sind sie dem Sonnenwind und der UV-Strahlung schutzlos ausgeliefert. Das ist auch der Grund, warum man davon ausgeht, dass es auf der Oberfläche kein Leben gibt. Unter der Erde wären die Lebewesen vor dem Sonnenwind und den UV-Strahlen sicher, doch können sie dort die Sonne als Energiequelle nicht nutzen. Dort könnten sich Lebewesen von der Umwandlung anorganischer Verbindungen ernähren. Leben auf dem Mars wird nur unterirdisch vermutet. Dort könnten Mikroorganismen in ökologischen Nischen leben. Eine andere Vermutung ist, dass es in der Nähe der großen Vulkane einmal hydrothermale Quellen gab, bzw. immer noch gibt. Dort würde es dann flüssiges Wasser geben, und die Temperaturen wären lebensfreundlicher. Auch könnte es wie auf der Erde unter den riesigen Eismassen an den Polkappen flüssiges Wasser, vielleicht auch nur kleine Wasserbläschen geben, in denen Leben möglich wäre. Aber damit man die Chance hat, extraterrestrisches Leben zu finden, muss verhindert werden, dass Lebewesen von der Erde auf andere Planeten eingeschleppt werden. Um dies zu gewährleisten, gibt es seit 1967 einen internationalen Vertrag, der Missionen genau vorschreibt, wie rein bis steril sie sein müssen. Auch wenn es kein Leben auf dem Mars mehr gibt, so könnten immer noch Überreste (Fossilien) von Lebewesen, die in der lebensfreundlicheren Frühphase des Mars entstanden sind, gefunden werden.

Quellen

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Exobiologie> (20.09.2010)
- [2] Horneck, Gerda: Leben auf dem Mars, Sterne und Weltraum 10/2008
- [3] www.innovations-report.de (20.09.2010)
- [4] www.wikipedia.org/wiki/Bärtierchen (20.09.2010)

Zukunftsmusik – Raumfahrtingenieure

JOSCHA ERBIS, MARKUS BAUR

Was machen Raumfahrtingenieure

Raum- und Luftfahrtingenieure bauen und entwickeln Luft- und Raumfahrzeuge aller Art und Größe. Auch der Betrieb von Raumsonden oder Satelliten gehört zu ihrem Arbeitsfeld. Wichtig ist ein gutes Fachwissen in den Bereichen Physik, Mechanik und Werkstoffkunde sowie Kenntnisse in der Aerodynamik, im Triebwerksbau und in der Elektronik.

Der bemannte Marsflug

Der unbemannte Marsflug ist schon lange möglich, und es werden in diesem Bereich zahlreiche Forschungen durchgeführt. Doch der bemannte Flug zum Mars ist momentan noch eher unpopulär. Im Ergebnis früherer Studien zum bemannten Marsflug war dieser zu teuer und technisch noch nicht machbar. Der US-amerikanische Raumfahrtingenieur und Gründer der Mars Society (Organisation, die sich für den bemannten Marsflug einsetzt) Robert Zubrin hat sich zum Ziel gesetzt, den bemannten Marsflug wieder bekannter und interessanter zu machen. Er entwickelte das Mars Direct Szenario (Abb. 7.1), mit dem es möglich ist, den Mars zeitnah und relativ kostengünstig zu erreichen.

Der Schlüsselgedanke dieses Szenarios ist es, den Treibstoff für den Rückflug durch die Anwendung eines einfachen chemischen Prozesses auf der Marsoberfläche zu produzieren. Lediglich 6 Tonnen Wasserstoff von der Erde reichen aus, um die benötigten 96 Tonnen Treibstoff

mit Hilfe des Kohlenstoffdioxids aus der Marsatmosphäre zu produzieren.

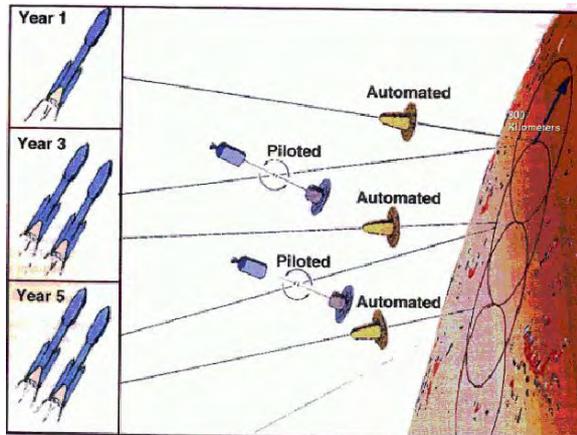


Abbildung 7.1: Missionsplan von Mars direct (Quelle: Mars Society, J. Lagarde, Robert Murrey).

Ein weiterer entscheidender Punkt des Szenarios ist die Aufteilung der Mission in 3 Starts, die je 2 Jahre auseinander liegen. Mit dem ersten Start wird die Chemiefabrik zur Treibstoffherzeugung, eingebaut in das Raumschiff für die Rückkehr, auf den Mars gebracht. Dieses sogenannte ERV (Earth Return Vehicle) wird auf einer Transferbahn zum Mars fliegen, die den Bahnen früherer unbemannter Missionen recht ähnlich ist. Sie ist so gewählt, dass das Raumschiff einigermaßen schnell (ca. 7 Monate) und treibstoffsparend zum Mars gelangt.

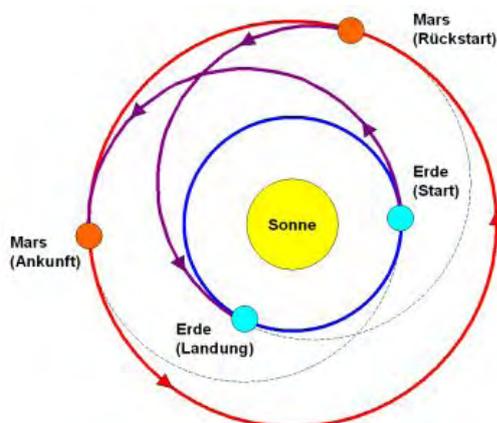


Abbildung 7.2: Transferbahnen Erde-Mars und Mars-Erde (Quelle: online-astronomie.de).

Diese Transferbahn ist der so genannten Hohmannbahn nachempfunden. Entwickelt wurde

sie von dem deutschen Ingenieur Walter Hohmann und ist die energetisch günstigste Bahn um zwischen den beiden Umlaufbahnen zweier Planeten zu wechseln. Sie bildet eine Ellipse, die sich an beide Umlaufbahnen schmiegt. Beim Erreichen des Zielplaneten steht dieser in Konjunktion zur Position des Startplaneten beim Start der Raumfähre. Konjunktion bezeichnet den weitesten Abstand zweier Planeten, also wenn sie in einer Linie mit der Sonne in ihrer Mitte stehen.

Nach der erfolgreichen Produktion des Treibstoffes und gelungenem Test der Systeme auf dem Mars startet 2 Jahre später das Raumschiff mit den Astronauten, das HAB (von Habitat), welches ihnen auf dem Mars als Wohn- und Forschungsstation dienen wird. Dessen Flugbahn ist kürzer, sodass die Astronauten den Mars schneller erreichen werden, was aber deutlich mehr Treibstoff kostet. Ist der Mars erreicht, steht den Astronauten genügend Sauerstoff für die knapp 1,5 Jahre Aufenthalt zur Verfügung, da auch dieser von der Chemiefabrik produziert werden kann. Doch dazu, wie auch zu den weiteren Überlebensproblemen später. Ist der Marsaufenthalt beendet, kehrt das ERV mit den 4 Astronauten wieder zur Erde zurück. Nach einer sorgfältigen Prüfung durch die NASA und einigen Modifikationen zur Erhöhung der Sicherheit der Astronauten wurde das Projekt für durchführbar erklärt und der Preis auf ca. 50 Milliarden US-Dollar geschätzt.

Überleben auf dem Mars

Eine Aufgabe der Raumfahrtingenieure besteht auch darin, die Technologie zu entwickeln, um das Überleben auf dem Mars zu ermöglichen. Hierzu stellen sich verschiedene Fragen:

- Wie gewinnt man Energie?
- Wie kann man Energie speichern?
- Woher kommt der Atemsauerstoff?
- Wie erzeugt man Wasser und Nahrung (man kann nicht genug mitnehmen)?
- Wie schützt man die Astronauten vor der Strahlung aus dem Weltraum?
- Wie entwickelt sich die Psyche, ohne Kontakt zu anderen Menschen?



Abbildung 7.3: So könnte eine Marsstation aussehen. Die großen Objekte sind hinten das HAB und das ERV und weiter vorn das Gewächshaus. Die Station liegt geschützt in einer Senke, würde wahrscheinlich über einer Wassersader errichtet und hat vmtl. einen Kernreaktor als Energiequelle. (Quelle: marsociety.org).

Zur Energiegewinnung wird wahrscheinlich die Kernkraft einen großen Beitrag leisten, da Solarzellen auf dem Mars wegen seiner größeren Entfernung zur Sonne nur ca. die halbe elektrische Leistung haben wie auf der Erde. Doch was passiert, wenn der Strom bzw. der Generator einmal ausfällt? Genau dann wird eine effiziente Speicherung von elektrischer Energie lebenswichtig, da ohne Strom weder die Heizung noch die Lüftung oder die Kommunikation funktionieren werden. Dies ist ein großes, noch nicht gelöstes Problem. Einige Technologien sind schon erforscht, wie z. B. die Brennstoffzelle, die aber nur eine Effizienz von ca. 60 % hat. Hierzu haben wir im Kurs verschiedene Experimente an Brennstoffzellen (z. B. die Messung der gelieferten Spannung) und mit einem Fahrzeug, dessen Elektromotor auch von einer Brennstoffzelle die Energie erhält, durchgeführt (siehe Abb. 7.4). Eine Speichertechnologie, die heute sehr vielversprechend scheint, ist die Redox-Flow-Batterie (siehe Kurs Theo-Prax).

Um Sauerstoff zu erzeugen, gibt es drei verschiedene Möglichkeiten. Die erste wäre, Wasser durch Elektrolyse zu spalten, um reinen Sauerstoff und reinen Wasserstoff zu erhalten. Wasser, auch Trinkwasser, erhielte man auf dem Mars durch Schmelzen und Filtern des dort vorhandenen Wassers in 10–10000 m Tiefe. Die



Abbildung 7.4: Ein mit einer Brennstoffzelle und Solarzellen versehenes Fahrzeug wird vorbereitet.

zweite Möglichkeit der Sauerstoffgewinnung basiert auf einem komplizierten chemischen Prozess, bei dem in der Atmosphäre vorhandenes CO_2 mit mitgebrachtem oder dort erzeugtem Wasserstoff zu Methan und Sauerstoff reagiert. Allerdings werden bei dieser Reaktion für 22,4 Liter Sauerstoff ca. 900 kJ Energie benötigt. So viel Energie benötigt man, um einen 1000 W-Tauchsieder 15 min lang zu betreiben. Die dritte Variante der Sauerstoffgewinnung beruht auf der Photosynthese von Pflanzen, die die Astronauten mitnehmen müssen, um genügend Nahrung für eine so lange Mission zu erzeugen. Diese Pflanzen würden in einem Gewächshaus (siehe Abb. 7.3) auf dem Mars wachsen.

Sehr kontrovers diskutiert wird der Schutz vor der Strahlung, der ein Astronaut außerhalb des Erdmagnetfelds bzw. der Erdatmosphäre ausgesetzt ist. Dieses Problem ist bisher nur teilweise lösbar. Um einen möglichst großen Schutz zu gewährleisten, ist es nötig, starke Magnetfelder um die Station (oder das Raumschiff) zu erzeugen, oder die Station weit unter der Marsoberfläche zu bauen. Alle diese Maßnahmen können die Stärke der Strahlung nur verringern, nicht komplett ausschalten. Nun zu einem der größten Probleme der bemannten Raumfahrt, der Frage, was passiert, wenn ein Mensch nahezu zwei Jahre keinen direkten Kontakt zu seinen Angehörigen hat und tagein tagaus mit den selben Menschen auf engstem Raum zusammen leben muss. Eine Antwort sollen Isolationsversuche geben. Einer dieser

Versuche ist das Mars 500-Projekt (siehe Abb. 7.5), in dem sechs Astronauten für 520 Tage eingesperrt werden, um Daten über das Verhalten der Probanden während dieser Zeit zu sammeln [1].



Abbildung 7.5: Mannschaft und Habitat nach dem Ende der 1. Phase der Isolationsstudie Mars500 am 14. 7. 2009 in Moskau (Quelle: ESA).

Quellen

- [1] <http://www.esa.int/SPECIALS/Mars500> (26.09.2010)
- [2] <http://de.wikipedia.org/wiki/Brennstoffzelle> (28.08.2010)
- [3] <http://www.raumfahrer.net/astronomie/planetmars/marsdirect.shtml> (05.09.2010)
- [4] <http://www.zumstein.org/default.asp?id=173> (02.10.2010)

Marsforschung im Team

Mars-Planetologen brauchen Modelle

VIKTORIA HERTER, TIM SÖHNER

Planetologen wollen u. a. verstehen, wie sich die Oberfläche eines Planeten formt. Dazu können Reliefmodelle hilfreich sein. Entsprechend hatte ein Team aus dem Astronomiekurs den Auftrag, ein Modell des Marsvulkans Mons Olympus anzufertigen. Ein erstes Ziel dieses maßstabsgetreuen Nachbaus war es, die unglaublichen Ausmaße des größten Vulkans im Sonnensystem zu begreifen und ihn mit der ebenfalls zu modellierenden Hauptinsel von Hawaii mit den beiden Vulkanen Mauna Kea und Mauna Loa zu vergleichen. Beim Bau dieser Modelle gingen wir wie folgt vor:

Zuerst übertrugen wir mit Hilfe einer Nadel oder mittels Projektion von einer Folie der Höhenlinienkarte die Umrisse jeder Höhenlinie auf dünne Styropopplatten (siehe Abb. 8.1). Wir wählten den Maßstab so, dass eine Platte samt Klebstoffschicht (ca. 4 mm) bei einer 5-fachen Überhöhung des Maßstabs in vertikaler Richtung jeweils immer 1000 Höhenmetern entspricht.

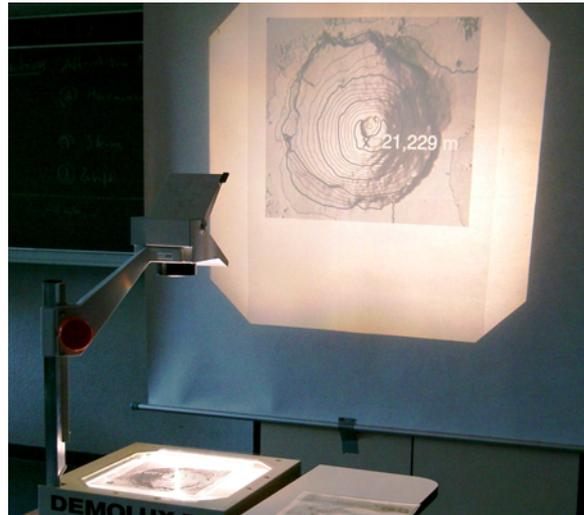


Abbildung 8.1: Übertragung der Höhenlinien.

Die ausgeschnittenen einzelnen Platten haben wir dann auf einem Grundbrett in der richtigen Reihenfolge und Lage mit einem Styroporkleber aufeinander geklebt (Abb. 8.2).

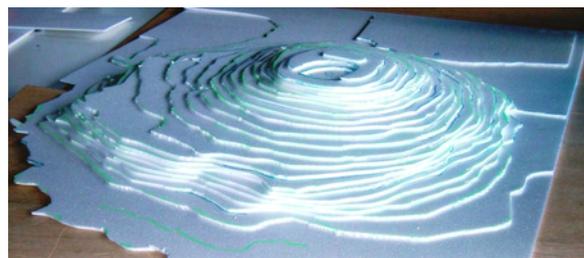


Abbildung 8.2: Modell von Olympus Mons.

Um die Modelle zu glätten, verwendeten wir Gipsbinden, mit denen wir die Oberflächen überzogen. Kleine Unebenheiten konnten nach dem ersten Trocknen mit Modellergips ausgeglichen werden (siehe Abb. 8.3).

Schließlich bemalten wir zusammen mit Cecilia die Modelle kunstvoll mit den passenden Farben (Abb. 8.3).

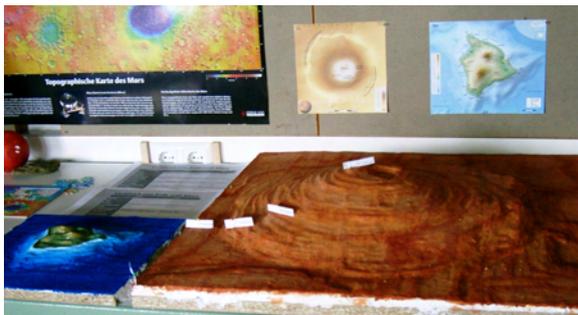


Abbildung 8.3: Oben: Glättung der Unebenheiten der Gipsbinden mittels Modelliergips, unten: unsere fertigen Vulkanmodelle.

Auf den Spuren von Mars Express

MAREN LANZENDORFER

Mars Express ist eine noch aktive Raumsonde im Umlauf um den Mars (ein Orbiter). An Bord von Mars Express befindet sich eine 3D-Kamera. Die Bilder dieser Kamera verschaffen den Forschern einen räumlichen Eindruck von der Marsoberfläche. 3D-Bilder unterstützen unser räumliches Vorstellungsvermögen und ermöglichen schnell eine Übersicht über das Relief einer Oberfläche. Für genauere Angaben benötigt man aufwendigere Laserhöhenmessungen. Aus 3D-Bildern von Mars Express wurde z. B. ersichtlich, dass der Mars eine ausgesprochen bewegte Klimageschichte hinter sich hat. Darauf deuten tiefe Täler auf der Marsoberfläche hin, die vor drei bis vier Milliarden Jahren Flüsse beherbergt haben könnten.

In der Gruppenaktivität haben wir eigene 3D-Bilder von verschiedenen Objekten hergestellt (siehe Abb. 8.4). Dazu nahmen wir jeweils zwei Bilder von einem Objekt auf, wobei wir die



Abbildung 8.4: Oben: Vom linken zum rechten Bild wurde der Fotoapparat um 7 cm nach links verschoben. Unten: Das fertige 3D-Bild nach der Bearbeitung mit dem Programm GIMP.

Position des Fotoapparates nach dem ersten Bild um einen Augenabstand (ca. 7 cm) waagrecht verschoben haben. Für das Fotografieren ist es günstig, ein Stativ zu verwenden. Außerdem darf sich das fotografierte Objekt nicht bewegen.

Die beiden aufgenommenen Bilder bearbeiten wir mit dem Bildbearbeitungsprogramm GIMP (GNU Image Manipulation Program). Zunächst konvertierten wir beide Bilder in ein Graustufenbild, um danach ein Bild in Grün und das andere in Magenta (Komplementärfarbe zu Grün) umzuwandeln. Beide Bilder wurden nun übereinander gelegt, dass sie gleichzeitig sichtbar sind. Nach einigen leichten Lagekorrekturen (solange, bis keine magentafarbenen oder grünen Ränder mehr auftraten und die dritte Dimension gut erkennbar wurde) waren die Bilder schließlich fertig.

Um das erzeugte 3D-Bild betrachten zu können, benötigt man eine 3D-Brille. Diese ermöglicht es den Augen, jeweils nur einen Teil des farbig „kodierten“ Bildes zu sehen, indem sie für jedes Auge nur das Licht einer Farbe bzw.



Abbildung 8.5: Astrokurs beim Betrachten von 3D-Bildern.

ihrer Komplementärfarbe hindurch lässt. Mit einer 3D-Brille sieht das rechte Auge durch den grünen Farbfilter nur das Bild, das aus der rechten Kamera-Perspektive aufgenommen wurde, und das linke Auge sieht durch den magentafarbenen Farbfilter entsprechend nur das Bild aus der linken Kamera-Perspektive. Nur wenn diese beiden Bilder im Gehirn zusammengefügt werden, sehen wir ein 3D-Bild. (siehe auch: www.3d-brillen.de)

Ein Roboter für den Mars

PATRICK MOURS

Nachdem wir während des Kurses einiges über die Missionen der Marsrover Spirit und Opportunity erfahren hatten, ging es im Gruppenprojekt darum, ein möglichst getreues Modell der Rover nachzubauen, welches auch einige der Funktionen nachempfinden sollte. Dafür standen uns das Lego Mindstorms NXT-Set 2.0 und ein entsprechender Erweiterungskasten zur Verfügung.

Um aus den typischen Lego-Technik-Teilen, einigen Sensoren, drei Antriebs-Motoren und einem programmierbaren „intelligenten“ Baustein ein den Rovern ähnliches Modell zu entwickeln, war neben Teamgeist und Einfallsreichtum der vier „Robotiker“ auch schon einige Vorbereitungsarbeit im Vorfeld der Akademie nötig. So entstanden ein erster Nachbau sowie die Solarmodul-Modelle bereits in Heimarbeit vor der Akademie. Dieses Modell wurde dann während der Gruppenarbeitsphasen mit dem Akademie-Mindstorms-Set nachgebaut und dabei gemeinsam optimiert.

Allerdings ist auch ein naturgetreuer Nachbau (Abb. 8.6) noch lange kein Rover, der selbstständig steuerbar ist und bestimmte vorher festgelegte Abläufe durchführen kann. Hier kam die im Lego-Mindstorms-Set enthaltene grafische Software (mit selbigem Namen, wie der Roboter) ins Spiel, mit deren Hilfe wir ein kleines Programm entwickelten, das dem Rover erlaubte, Hindernisse zu erkennen, um diese anschließend zu umfahren.



Abbildung 8.6: In der „Roverwerkstatt“.

Das Auge des Rovers ist in unserem Fall der am „Kameramast“ befestigte Ultraschallsensor. Dieser kann Hindernisse (ab einer Gegenstandsgröße von ca. 30 cm) wahrnehmen und sendet dann ein Signal mit der Entfernung des Hindernisses an den programmierten Baustein („Brick“). Daraufhin erfolgt der Ausweichbefehl an die beiden Lenkungsantriebe an den Vorder- und Hinterrädern des Rovers. Die Stellung der Räder ermöglicht dabei einen möglichst kleinen Wendekreis. Das den echten Rovern eigene Mobilitätssystem (Rocker Boogie), in dem jedes Rad einzeln angesteuert wird, konnte man-

gels ausreichender Antriebssysteme leider nicht nachempfunden werden, und auch der Roboterarm musste auf einen eigenen Antrieb verzichten. Das Ausweichmanöver erfüllt der Rover inzwischen völlig selbständig.



Abbildung 8.7: Unser robotischer Rover.

Durch die Fertigung eines eigenen Rovers wurde uns bewusst, welche enormen Fähigkeiten Spirit und Opportunity auf kleinstem Raum vereinen und welchen unschätzbaren Wert sie für die Erkundung des Mars haben.

Exkursion in den „Tower“ für europäische Weltraumflüge

MARKUS BAUR

Der zehnte Akademietag brachte einen Höhepunkt für den diesjährigen Astronomiekurs. Wir fuhren zur ESA nach Darmstadt. Um 9:39 Uhr starteten wir in Adelsheim Nord mit der S-Bahn, und kamen um ca. 13:00 Uhr in Darmstadt auf dem Gelände des European Space

Operations Centre ESOC (Europäisches Raumflugkontrollzentrum) an. Am Eingang mussten wir unsere Pässe abgeben und bekamen eine Chipkarte. Dann führte uns ein ESOC-Mitarbeiter, Herr Dr. Landgraf, in den Hauptkontrollraum, von wo aus die meisten kritischen Manöver der Raumflugmissionen gesteuert werden. Er berichtete einiges über die Arbeit in diesem Raum und die zuweilen große Anspannung der dort Beschäftigten. Danach gab er uns einen Einblick in seine Tätigkeit als Missionsanalytiker. In dieser Funktion muss er die optimalen Routen der Raumflugobjekte berechnen. Dann erzählte er die Geschichte der ESA, die am 30. Mai 1975 aus der ELDO (European Launcher Development Organisation) und der ESRO (European Space Research Organisation) entstand.



Abbildung 9.1: Vor dem Haupteingang der ESOC.

Im zweiten Teil unseres ESOC-Besuchs bekamen wir eine Führung über das Gelände. Dabei beobachteten wir Wissenschaftler in Kontrollräumen von aktuellen und zukünftigen Missionen der ESA. So kamen wir am Missionskontrollraum für die Rosetta-Sonde vorbei, von der wir auch das völlig identische (etwa so groß wie ein Kleinwagen) und funktionsfähige Ingenieurmodell betrachten konnten. Rosetta wird voraussichtlich im November 2014 einen Lander auf dem Kometkern 67P/Tschurjumow-Gerasimenko absetzen und ihn dann auf seiner Bahn um die Sonne begleiten.

Wir konnten auch einen Blick in den Kontrollraum der Missionen Herschel und Planck werfen. Herschel beobachtet den Weltraum im infraroten Bereich und ermöglicht so z. B. Einbli-



Abbildung 9.2: Auf dem Gelände der ESOC vor einem Modell der Ariane-Trägerrakete.

cke in dichtere kosmische Staubwolken. Eine wichtige Führungsetappe war das Modell einer Ariane-5 Rakete. Vor diesem leistungsstarken „Transportpferd“ für die verschiedenen Satelliten, wie z. B. Herschel und Planck, entstand natürlich auch ein Gruppenfoto (Abb. 9.2). Abschließend wurde uns ein Film über aktuelle und schon beendete Satellitenmissionen und die Beteiligung der ESA an der ISS gezeigt. Unser Ausflug zur ESOC brachte uns den Sternen ein Stück näher.

Wir schauen zurück

SONJA HÄFFNER, THERESA REUSTLE

Die Akademie bot uns in vielen Bereichen fantastische Erfahrungen. Da wir in der Sommerakademie auf viele Gleichgesinnte trafen, entstand im Kurs eine gelockerte und freundschaftliche Atmosphäre, die uns die Möglichkeit bot, neue Freundschaften zu schließen. Es war toll, zu erleben, wie sich in nur zwei Wochen ein Zusammengehörigkeitsgefühl und eine richtige Gemeinschaft bildete, da schon nach kurzer Zeit ein jeder seinen Platz in der Gruppe gefunden hatte und die Kursteilnehmer sich gegenseitig ergänzten. Der herangewachsene Teamgeist

und Zusammenhalt waren die Voraussetzungen für das erfolgreiche interdisziplinäre Arbeiten im Kurs Astronomie.

Zusammen die unendlichen Dimensionen des Alls zu entdecken, ließ unsere Begeisterung für den Mars und den Sternenhimmel stetig wachsen. Uns erschlossen sich durch die Akademie einmalige Möglichkeiten, den Sternenhimmel genauer zu erforschen. Die Einführung in die griechische Mythologie der Sterne war ein sehr besonderes Ereignis für uns. Der Wunsch, andere Menschen mit der Flamme der Begeisterung anzustecken, wuchs in uns und wir sahen es künftig als unsere Aufgabe an, die griechischen Erzählungen weiterzugeben.

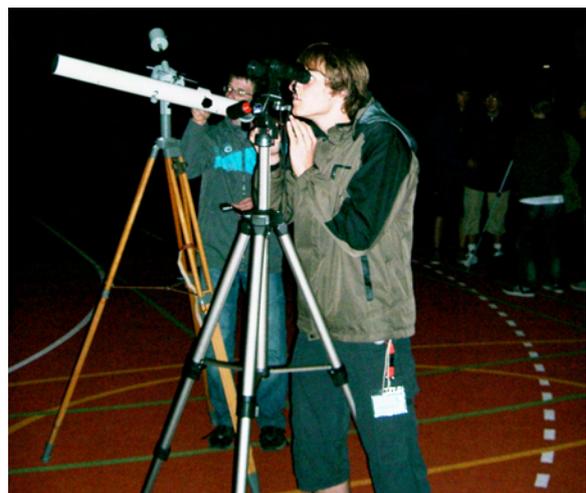


Abbildung 10.1: Beobachtungsabend auf dem Sportplatz.

Die gemeinsamen Präsentationen bei der Rotation und dem Abschluss der Akademie gaben uns die Möglichkeit, das neu Gelernte und Erforschte zu vertiefen und anderen zu vermitteln. Konstruktive Kritik der Kursteilnehmer gab uns weitere Möglichkeiten, uns zu verbessern und zu steigern. Zu sehen, was in zwei Wochen machbar ist, war für uns eine schöne Belohnung für das gemeinsame Arbeiten und Durchhaltevermögen. Wir werden diese wunderbare Zeit in Adelsheim niemals vergessen, und sind sehr dankbar für diese Chance!

Die Marsexperten stellen sich vor

Die Astronomen

Fasziniert vom Thema Mars, brachte Maren den Kurs durch ihren Wissensdurst voran. Im Astronomie-Kurs fand sie den Partner fürs Leben: Spirit war ja auch sooo süß Wenn sie gerade nicht im Kurs war, fanden wir Maren auf der Theaterbühne, wo sie in der Theater-KüA ihr Talent fürs Schauspielern unter Beweis stellte.

Die gewissenhafte Viktoria ließ mit ihrem warmen Lächeln jeden Morgen die Sonne aufgehen. Besonders war sie vom Sternbild Delfin begeistert, das sie jeden Abend mühelos am Sternenhimmel fand.



Abbildung 10.2: Astronominnen

Die Planetologen

Tim ist unser wandelndes Lexikon, der mit seinem unglaublichen Allgemeinwissen viel zu unserer Marsforschung beitragen konnte. Vor allem sein Lieblingssatz „We choose to go to the moon“ wird uns noch lange in Erinnerung bleiben!

Daniel war der Hilfsbereite und Gelassene des Kurses, und sein Humor brachte uns oft zum Lachen. Bei den Gruppenaktivitäten war er voll in seinem Element und konnte geniale 3D-Bilder herstellen. Zusammen mit Patrick setzte er die Tradition fort, dass sich mindestens eine Gruppe bei der Nachtwanderung verirrt.

Die Geologen

Theresa begeisterte uns nicht nur mit ihrem schönen Lächeln, sondern auch mit ihrem musi-



Abbildung 10.3: Die Planetologen.

kalischen Talent beim Konzert- und Abschlussabend. Schon vor der Akademie hatte sie sich mit Derya auf einer Geologie-Exkursion in ihr Thema eingearbeitet und gab ihr Wissen mit Freude an uns weiter.

Derya war durch ihre gewissenhafte und hilfsbereite Art ein wichtiger Bestandteil des Kurses. Neben ihrem umfangreichen Wissen über Gesteine glänzte sie auch bei der Orientierung am Sternenhimmel.



Abbildung 10.4: Die Geologinnen.

Die Robotiker

Sonja heiterte durch ihre kontaktfreudige und fröhliche Art die Stimmung im Kurs auf. Ihr sportliches Talent zeigte sie nicht nur beim gemeinsamen Tischtennispielen, sondern trug auch beim Sportfest erheblich zu unserem Kursieg bei.

Patrick hatte den vollen Überblick beim LE-

GO-Mindstorm und begeisterte uns mit seinen hervorragenden Programmierkenntnissen. Nur bei der Nachtwanderung machte sein Orientierungssinn ein kleines Nickerchen.



Abbildung 10.5: Die Robotiker.

Die Astrobiologen

Matthias war eher eine ruhigere Person, doch sobald es ums Präsentieren des Gelernten ging, glänzte er mit seiner Fähigkeit, komplizierte Sachverhalte, anschaulich und verständlich zu erklären. Das brachte ihm den Spitznamen „Fremdwörterbuch“ ein.



Abbildung 10.6: Die Astrobiologen.

Thorsten, auch der Powerpoint-Master genannt, entwarf zusammen mit Joscha eine geniale Abschlusspräsentation. Er zeigte sich als großer Bärtierchenfinder und sammelte beim Sportfest als Gummistiefelweitwurfchampion viele Punkte für unseren Kurs. Sein cooler Dialekt

war nicht nur in unserem Kurs sehr beliebt.

Die Raumfahrtingenieure

Joscha brachte uns nicht nur mit seinen Slack-Line-Künsten zum Staunen, auch im Kurs konnte er mit seinem Computerwissen glänzen. Er wird wahrscheinlich der erste Mensch auf dem Mars sein, da er schon für 2037 seine Marsmission geplant hat.

Als Bühnentechniker und DJ integrierte Markus sich in viele Bereiche der Akademie. Mit seinem unglaublichen Taschenrechnergehirn verblüffte er uns immer wieder aufs Neue.



Abbildung 10.7: Die Raumfahrtingenieure.

Kursleiter

Olaf schaffte es, uns die schwer vorstellbaren Dimensionen des Alls mithilfe des Flaschenglobus zu erklären. Als Astronom mit Leib und Seele war sein obligatorischer Laserpointer wie immer mit von der Partie.

Die gutmütige und herzliche Cecilia konnte uns mit ihrem unglaublichen Wissen über den Sternenhimmel und die griechische Mythologie immer wieder aufs Neue begeistern. Selbst am letzten Tag hatte sie noch eine Überraschung für uns parat – Kakao nach venezolanischer Art.

Valentina, die gute Seele unseres Kurses, war immer zur Stelle, wenn Not am Mann war. Mit ihrer freundlichen Art, ihrem Fachwissen und Geschick trug sie zu einem erfolgreichen Arbeiten im Kurs bei. War unser Energievorrat

aufgebraucht, versorgte sie uns fürsorglich mit leckeren Süßigkeiten.



Abbildung 10.8: Die Kursleiter.

Zeig mir die Sterne (KüA)

JOSCHA ERBIS, DANIEL HAUCK

Die Vorarbeit

Eine Nachtwanderung durchzuführen, ist schon sehr schwierig und mit viel Vorbereitung verbunden. Doch eine Nachtwanderung mit Führung durch die Sternenwelt ist noch umfangreicher und man braucht ein großes Wissen, das man sich erst einmal aneignen muss. Der wichtigste und komplizierteste Teil der Nachtwanderung ist das Zeigen der Sternbilder und Sterne. Um uns am sommerlichen Sternenhimmel zurechtzufinden, bastelten wir uns schon am Vorbereitungswochenende eine drehbare Sternenkarte, auf der wir die markanten Figuren markierten.

Mit dieser kann die Position eines Sterns für einen beliebigen Zeitpunkt des Jahres bestimmt werden, und der Stern ist am Himmel somit leichter zu finden. Auch die Namen von Sternen und Sternbildern, die am Himmel zu sehen sind oder die Auf- und Untergangszeiten einzelner Sterne können abgelesen werden. So konnten wir die scheinbare Bewegung des Himmelszettes und der Sterne nachvollziehen und begreifen, warum manche Sterne die ganze Nacht, und andere nur für wenige Stunden zu sehen sind.

Hinter jedem Sternbild steckt eine Geschichte, die den Zusammenhang zwischen den Sternbildern und der griechischen Mythologie erklärt. Einige, von Cecilia selbst verfasste und illustrierte Texte bekamen wir auch schon am Vorbereitungswochenende ausgeteilt und konnten uns somit auch zu Hause mit den Sternbildern und deren Geschichten befassen. Näheres zu den Geschichten erfahren Sie später.

Weiß man die Form eines Sternbildes, und kann es auf der Sternkarte auffinden, hat man es noch lange nicht am wirklichen Himmel entdeckt. Es ist einige Übung nötig, um dies zu bewerkstelligen. Und Möglichkeiten, das Auffinden zu üben boten sich glücklicherweise fast jeden Abend. Meist verdeckten nur wenige Wolken den Himmel, sodass der Großteil der Sterne sichtbar war.

Dann konnten wir uns auf dem Sportplatz direkt vor unserem Wohngebäude die Sterne von Olaf mit einem starken Laser zeigen lassen, selbst versuchen, sie zu erkennen und markante Objekte mit einem Teleskop oder den Ferngläsern genauer beobachten. Er zeigte uns die Einteilung des Sternenhimmels in Frühjahrs-, Sommer-, Herbst- und Winterhimmel und in den zirkumpolaren Bereich, in dem die Sterne liegen, die nie untergehen, und somit immer sichtbar sind. Dieser Bereich erstreckt sich kreisförmig um den Polarstern, somit ist der Kleine Wagen ein zirkumpolares Sternbild.

Sommersternbilder, die im Sommerhimmelbereich liegen, sind beispielsweise die Leier oder der Schwan. Waren wir nun also wissenstechnisch für die Nachtwanderung bereit, mussten wir noch den Weg und den Aussichtspunkt kennen lernen, damit wir ihn auch in der Dunkelheit finden konnten.

Bis zum Aussichtspunkt, einem Feld auf einer Hügelkuppe mit freier Sicht auf den gesamten Himmel mussten wir ca. 20 Minuten laufen.

Die Wanderung

Am ersten möglichen Termin für die Nachtwanderung bedeckten Wolken den Himmel, sodass die Wanderung verschoben werden musste. An diesem Abend war der Himmel dann unbedeckt,



Der Astrokurs erkundet die Wanderungsstrecke bei Tage. Das Foto entstand am Zielort – dem Beobachtungsplatz.

womit der Wanderung nichts mehr im Wege stand.

Da wir so viele Teilnehmer an der Akademie waren, konnten diese zwischen 6 Gruppen wählen, die jeweils im Abstand von einer halben Stunde starteten. Die erste Gruppe, die von Markus und Tim geführt wurde machte sich schon um 21.00 Uhr auf den Weg, und die letzte Gruppe lief erst kurz vor 23.00 Uhr los. Die erste Schwierigkeit war nun, den Weg, den man bei Tageslicht kannte, auch in der Dunkelheit zu finden.

Eine der Gruppen bog an einer Kreuzung falsch ab und fand sich dann direkt vor einer unbekanntem Straße wieder. Doch es bestand immer die Möglichkeit, einen der Leiter anzurufen, der die Gruppe dann telefonisch wieder auf den richtigen Pfad lotste.

War man dann am Feld angelangt, konnte man sich auf einer großen Plane niederlassen und die Sterne in einer gemütlichen Position beobachten. Die beiden Sternführer zeigten dann die einzelnen Sternbilder, nannten die Namen der hellsten Sterne und erzählten die passende Geschichte. Es war aber teilweise sehr schwierig, die Lage der Sterne so zu erklären, dass alle anderen diesen Stern auch fanden und nicht einen ganz anderen Stern fokussierten. Daher waren kleine Sternbilder wie der Pfeil und der Delfin ohne Laserpointer schwer zu zeigen.

Doch die meisten Sternbilder wurden dann gefunden und erkannt, und so konnte nun auch

ein Bezug auf die Geschichte, die anschließend erzählt wurde, hergestellt werden. An diesem Abend waren Leier, Adler und Schwan, die Schlange, der Schlangenträger, die beiden Bären, Herkules, Kassiopeia und Cepheus sehr gut zu sehen. Anschließend bestand dann noch die Möglichkeit, Jupiter und seine Monde durch ein Teleskop zu betrachten, oder die Andromedagalaxie durch das Fernrohr zu begutachten. Dann konnte der Rückweg angetreten werden, denn nun hatten wir uns unseren Schlaf redlich verdient.

Sternbildgeschichten

Eine der bei der Nachtwanderung erzählten Mythen versucht die Herkunft der Sternbilder Großer und Kleiner Bär sowie des Bärenhüters zu erläutern.



Die Sternbilder Bärenhüter und Jagdhunde. (Quelle: C. Scorza)

Beim Großen Bären handelt es sich eigentlich um eine Bäarin, da Hera aus Eifersuch Kallisto in jene verwandelte, nachdem diese einen Sohn von Zeus bekommen hatte. Später, als die Bäarin auch noch einen Bärensohn hatte, traf sie

ihren menschlichen Sohn Arkas, den Bärenhüter, im Wald, der seine Mutter jedoch nicht erkannte und die vermeintliche Bärin töten wollte. Gerade, als er mit der Keule ausholte, verhinderte Zeus aus Mitleid das Unglück und brachte alle drei an den Himmel. So kann man die Bärin mit ihrem kleinen Bärenjungen und den Bärenhüter bis heute am Himmel sehen.

Eine andere Geschichte beschäftigt sich mit dem Schwan und der Leier, deren hellste Sterne Teil des Sommerdreiecks sind. Außerdem spielt noch ein kleineres Sternbild, der Delphin, eine wichtige Rolle. Die Sage handelt von dem berühmten Sänger Arion. Er konnte mit seinem wunderschönen Gesang die Richtung eines Baches lenken und wilde Tiere zähmen. Auf dem Heimweg nach einer langen Reise, auf der er durch seinen Gesang viele wertvolle Schätze bekommen hatte, wurde er auf seinem eigenen Schiff überfallen. Der Anführer der Seeleute wollte ihn umbringen, aber Arion bat darum, noch ein letztes Lied singen zu dürfen. Dies wurde ihm unter großer Zustimmung erlaubt. Sein Gesang klang wie der eines sterbenden Schwans und lenkte die Seeleute so sehr ab, dass Arion unbemerkt ins Wasser springen konnte. Dort ertrank er aber nicht, sondern wurde von einem Delphin gerettet, der durch seinen Gesang angelockt wurde. Zum Gedenken an diese Geschichte wurden die Leier Arions, der Schwan und der Delphin als Sternbilder an den Sommerhimmel erhoben.

Der Akademievortrag: „Leben auf dem Mars“ von Frau Prof. Dr. Gerda Horneck

MATTHIAS SINNWELL, THORSTEN
HUBER

Montag, 30. 8. 2010. Die ganze Akademie ist gespannt und freut sich auf den Themen-Abend „Astrobiologin“! Dazu hat die Akademieleitung Frau Prof. Dr. Gerda Horneck eingeladen. Sie ist von Beruf Astrobiologin und hat uns mit ihrem Vortrag über den Mars einen Einblick in ihre aktuellen Forschungsarbeiten gegeben.

Frau Horneck ist eine weltbekannte Spezialisten

auf ihrem Fachgebiet, der Astrobiologie. Sie arbeitet beim DLR, dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, in Köln. Sie leitet dort ein Labor und erforscht Mikroorganismen unter Weltraumbedingungen u. a. auf der ISS. Ihre amerikanischen Forscher-Kollegen waren von ihr so fasziniert, dass sie ihre Arbeit damit würdigten, einer neuen Bazillenart den Namen „Bacillus horneckiae“ zu geben.



Die Astrobiologin, Frau Prof. Dr. Horneck, beim Besuch des Astronomiekurses.

Ihre aktuelle Zeit und Konzentration widmet Frau Horneck der Frage, ob auf dem Mars Leben möglich ist, bzw. ob es dort Leben gibt oder gab. Mit einem interessanten und sehr informativen Vortrag ließ sie uns an ihrem Wissen teilhaben.

„Die höchste Priorität liegt bei der Suche nach flüssigem Wasser auf dem Mars, denn Wasser gehört zu den 3 Voraussetzungen für Leben.“ (Zitat Horneck). Diese sind eine Energiequelle, eine Chemie auf Kohlenstoffbasis und eben flüssiges Wasser. Ohne diese 3 wichtigen Dinge ist kein Leben möglich. Als Energiequellen könnten anorganische Verbindungen dienen, auch die Chemie ist vorhanden. Man weiß auch, dass es auf dem Mars Wassereis gibt. Ob es aber auch flüssiges Wasser auf dem Mars gibt, ist immer noch ungeklärt.

Sie machte mit uns einen kleinen Ausflug in die Vergangenheit und zeigte uns, dass sich Mars und Erde früher sehr ähnlich waren. Doch während sich auf der Erde vor rund 3,5 Milliarden Jahren die ersten Lebewesen entwickelten, ver-

lor der Mars immer mehr von seinem Wasser und wurde von einem blauen zum heutigen, wüsten Roten Planeten.

Frau Horneck hat schon bei vielen Marsmissionen mitgearbeitet. Sie berichtete über vergangene und zukünftige Missionen. Der Vortrag war durch und durch interessant und gefüllt mit spannenden Informationen. Er hat uns neugierig gemacht, und jeder hat die Faszination für den Mars aufgenommen, die von Frau Horneck ausging. Sie erweckte in jedem von uns einen kleinen Astrobiologen.

Am Ende des Vortrags gab es dann noch Zeit für Fragen. Erstaunt von dem bereits erworbenen Wissen beantwortete Frau Horneck alles was gefragt wurde. Vor allem interessierte uns ihr zuletzt angesprochenes Thema, eine mögliche Marssiedlung und ein Terraforming des Roten Planeten.

Mit viel neuem Wissen und einer Neugierde in Sachen Mars konnten wir beruhigt schlafen gehen. Doch eine Frage lässt uns nicht los: Ob es wohl Leben auf dem Mars gibt?

Kurs 2 – Chemie: Koffein – eine legale Droge?



Vorwort

EILEEN TREMMEL

„Ferien“ – ein Begriff, den man mit Sommer, Sonne, Strand und Meer verbindet und weniger mit Städtchen, Eckenberg und Teamarbeit. Dennoch sind wir uns sicher, dass keiner der Teilnehmer seine Erfahrungen hier, in Adelsheim, gegen einen Sonnenbrand auf der Urlaubsinsel hätte tauschen wollen.

Zwölf Teilnehmer, sich einander völlig fremd, fanden sich zusammen, um gemeinsam Neues zu erlernen und gemeinsam Zeit zu verbringen. Schnell wurden aus Fremden Freunde und bald ein eingespieltes Team. Sowohl das Zusammensitzen beim Mittagessen als auch das gegenseitige Helfen im Kursraum oder Labor hat die Gemeinschaft des Chemie Kurses ununterbrochen gestärkt. Aber trotz harter Arbeit

und Erschöpfung am Abend kam der Spaß nie zu kurz. Teepausen und eine Naschecke ließen die Motivation nicht abreißen. Auch für uns Leiter war der Sommer 2010 eine einzigartige Zeit voller Erfahrungen und Spaß.

Einleitung

JULIA BÖRNER

„Sie nennen dich im Fernseh’n liebevoll die Krönung – für mich bist du viel mehr: Dein Koffein ist die totale Dröhnung“ heißt es im Songtext „Meine heiße Liebe“ von den Wise Guys, welchen sie dem morgendlichen Kaffee widmen. „Die totale Dröhnung“ – das klingt eher nach einer Droge als einer Tasse Kaffee. Jedoch muss man zugeben, dass Kaffee wach macht und man sich nach einem kräftigen Schluck schon viel leistungsfähiger fühlt. Doch warum ist das so?



Anfangs skeptische Blicke hellten sich sehr schnell auf.

Warum macht Kaffee wach? Und was genau hat das Koffein damit zu tun? Könnte also der Morgenkaffee einfach durch ein paar Milligramm Koffein ersetzt werden und so die teure Kaffeemaschine gespart werden? Sicher eine verlockende Idee.

Doch Moment, falls Koffein wirklich wie eine Droge wirkt, hat das doch sicher auch negative Auswirkungen auf den Körper. Was passiert bei einer Überdosis? Kann Kaffee abhängig machen oder entwickelt der Körper eine Unempfindlichkeit gegenüber Koffein? Und was genau macht das Koffein eigentlich mit unserem Körper? Ist Koffein gefährlich oder sogar tödlich? Und ist Koffein nun eine Droge oder nicht? Und wenn ja, ist sie dann legal?



Gruppenarbeit bestimmte die Kursarbeit.

Um dies alles herauszufinden, haben wir nicht nur Bücher gewälzt und das Internet durch-

sucht, sondern einen ganz praktischen Versuch am menschlichen Körper durchgeführt. Unsere beiden Kursleiter, Thomas, der Viel-Kaffee-Trinker und Felix, der Kaffee-Abstinenzler, stellten sich zur Verfügung. Nun lag es an uns die Experimente zu planen und durchzuführen. Doch welche Dosis sollten wir den Beiden verabreichen? Wie sollten die Effekte gemessen werden? Was genau wollen wir eigentlich testen? Und ist es überhaupt ethisch und rechtlich vertretbar, Experimente an Kursleitern durchzuführen?

Des Weiteren mussten wir uns erst einmal die nötigen Grundlagen verschaffen: In welchen Naturprodukten kommt Koffein eigentlich vor? Wie viel können wir daraus gewinnen und vor allem wie? Gibt es ähnliche Stoffe wie Koffein und wenn ja, wie wirken diese und wodurch unterscheiden sie sich? Fragen über Fragen, keine Antworten in Sicht und Kursleiter, denen alles egal ist (siehe Informationskasten) – so präsentierte sich uns der Kurs Chemie zu Beginn. Doch genau mit dieser Einstellung (und einem Berg voller Süßigkeiten) sind wir da angekommen, wo wir heute stehen: Am Ende unserer Studie mit haufenweise Ergebnissen, die Antworten auf unsere Fragen liefern.

Wie *genau* wir ans Ziel gelangt sind und welche Hindernisse wir auf unserem Weg sonst noch überwinden mussten, erfahrt ihr auf den folgenden Seiten.

Egal

Unser berühmtester und meist gebrauchter Ausspruch im Chemiekurs war ganz klar und ohne Konkurrenz der Satz: „Is’ mir doch egal!“ Er wurde gerne von unseren zwei Kursleitern Felix und Thomas gebraucht, wenn wir sie etwas fragten. Dies diente allerdings immer dazu, uns zum selbständigen Lösen der Probleme aufzufordern, was meistens auch klappte. Falls wir unsere Probleme dann doch einmal nicht gelöst bekamen, gelang es uns dann schließlich doch den beiden eine vernünftige Antwort zu entlocken.



Ab und zu musste das Wissen einfach geballt vermittelt werden.

Der Chemiekurs

JAN FAUSER, MAXIMILIAN BAUR

Carmen Mandel

Carmen ist eine lebensfrohe, interessante Persönlichkeit. Sie behält immer eine positive Ausstrahlung bei und bringt somit alle zum Lachen (oder Lächeln). Wenn sie ernst ist, hat sie immer ein offenes Ohr für Probleme und ist äußerst hilfsbereit.

Julia Börner

Julia ist eine eher zurückhaltende und ruhige Person, die aber dennoch mit ihrem liebevollen Wesen alle in ihren Bann zieht. Sie arbeitet sehr gründlich und hat ein Händchen für Zeitmanagement. Außerdem lacht sie immer mit und versucht Maxi Hochdeutsch beizubringen.

Irina Drewezki

Irina war, wenn mal wieder alles drunter und drüber ging, der Ruhepol unseres Kurses. Sie verlor nie ihr Ziel vor Augen. So manche nächtliche Stunde opferte sie dem Wohlergehen unseres Kurses und arbeitete bis in die Nacht hinein an Texten. Man kann sehr gut mit ihr reden und trotz oder gerade wegen ihrer ironischen Art ist sie einfach liebenswert. Auch beim gemeinsamen Lachen und Spaß haben ist sie immer voll dabei.

Johanna Ludwig

Johanna ist eine herzliche Persönlichkeit, die durch ihr Menschenkenntnis alle, innerhalb und außerhalb des Kurses stark beeindruckt hat. Sie liebt Süßigkeiten und stellt oft sinnvolle Fragen, die alle voranbringen. Sie hat oft die Arbeitsstruktur aufrecht erhalten, auch wenn sie das manchmal beinahe überforderte.

Jens Metzger

Jens hat uns im Laufe der Akademie immer wieder beeindruckt. Durch sein wissenschaftliches Denken und seinen Fleiß hat er sehr viel auf die Beine gestellt und im Forum immer den Durchblick behalten. Auch außerhalb von fachlichen Diskussionen war er stets hilfsbereit und freundlich.

Maximilian Baur

Der sehr sympathische Schwabe outete sich schon bald als Macher. Er organisierte nicht nur die Bestellung unserer Chemie T-Shirts und sorgte durch seinen Musikgeschmack für eine ausgeglichene Arbeitsatmosphäre, sondern war auch am Pokerabend das Herz-Ass. Bei der Präsentation hatte er sich auf das Hochdeutsch einigermaßen eingelassen und auch das Arme-verschränken unterlassen können.

Philipp Heizmann

Wenn jemand sang oder auf einmal eine komische Zeichnung an der Tafel war, dann war das meistens Philipp, welcher sich selber den Spitznamen „Pombär“ verlieh. Durch seine Kreativität, vor allem durch seine zum Teil eigenwillige Unterhaltung, schaffte er es immer wieder, uns zum Lachen zu bringen und so die Stimmung im Kurs aufzulockern. Auch fachlich gesehen war er immer auf der Höhe und so war er einer der unterhaltsamsten „Chemiker“.

Benjamin Hohloch

Stillschweigend, aber unglaublich schnell und viel arbeitend, wird er meistens vor seinem Computer angetroffen. Wenn er nicht dort war, dann wohl noch am ehesten beim Baseball spielen oder in der Physik-KüA. Doch auch beim Pokern war er Stammgast und konnte uns da-

bei mit seinen Bluffs öfter hinters Licht führen, als uns lieb war. Das einzig negative an seiner Laborarbeit war, dass er durch seine schnelle Arbeitsweise immer vor uns an der Wasserstrahlpumpe war und diese dann auch besetzt hielt.



Der Einsatz von Computern war selbstverständlich.

Tim Röhr

Die Sportskanone der Akademie erstaunte uns immer wieder mit seinen Fähigkeiten in nahezu allen erdenklichen Sportarten. Dabei schlug er zum Beispiel beim Baseball-Spiel gegen das TheoPrax-Team einen *home run* und sicherte dem Chemie-Team so den Sieg. Wenn wir mit ihm im Labor zusammenarbeiteten, konnten wir stets darauf bauen, dass er uns hilfreich zur Hand ging.

Philipp Merkle

Von allen im Kurs einfach nur „Dirk“ genannt, war er sicherlich eine der am besten über das Thema Bescheid wissenden Personen. Nebenbei machte er auch einfach noch viel Theater, sowohl in der gleichnamigen KüA, als auch manchmal in seinem sonstigen Auftreten. Außerdem war er oft beim Volleyballspielen anzutreffen. Seinen Charakter könnte man wohl am ehesten mit den Worten „extrovertiert“ und „einfach nett“ beschreiben, ansonsten ist er aber auch oft sehr lustig und nimmt manchmal auch wirklich kein Blatt vor den Mund, was wir sehr zu schätzen wissen.

Jonathan Dörr

Wenn er erst einmal konzentriert an etwas arbeitet, erkennt niemand, dass er sonst so ein wuseliger, supersportlicher und tänzerisch ziemlich begabter Junge ist. Bei Versuchen wie der Sublimation von Koffein war er einer der wenigen bei uns im Kurs, die ein verwertbares Ergebnis erzielten. Auch auf dem Fußballplatz war er einer der Besten. Das ansonsten einzig Auffällige war, dass er beim Essen als so ziemlich einziger nicht am alltäglichen Chemikertisch saß.

Jan Fauser

Wenn er nicht gerade dabei war Doodle Jump zu spielen, dann war uns Jan immer eine große Hilfe. Vor allem bei den Ergebnissen behielt er stets den Durchblick und ärgert gerne diejenigen, die er mag. Mit guter Laune und lustigen Sprüchen hat er uns während der harten Arbeit ständig zum Lachen gebracht. Außerhalb des Kurses und während den Pausen war er immer dabei Sport zu treiben.

Felix Gut

Ohne seine pharmazeutischen Fachkenntnisse wären wir wohl hin und wieder ziemlich aufgeschmissen gewesen und hätten noch viel länger vor dem Computer gesessen, um zu recherchieren. Nebenbei führte er uns auch noch in die bunte Musikwelt der Wise Guys ein. Wenn er nicht damit beschäftigt war, uns im Kurs zum Arbeiten zu animieren, war er oft beim Baseball und Basketball spielen anzutreffen.

Thomas Zessin

Thomas stand uns jederzeit mit seinem Fachwissen bei allen Fragen und Problemen Rede und Antwort und bewahrte uns so vor größeren Laborkatastrophen. Das einzig Verstörende an seiner Art war, dass Felix und er oft zu fachsimpeln begannen und wir dann nicht mehr ganz folgen konnten. Jedoch gelang es Thomas immer wieder, Ordnung in unsere Köpfe zu bringen.

Halbwertszeit

In der Biopharmazie wird unter Halbwertszeit die Zeit verstanden, die ein Stoff braucht, um im menschlichen Körper zur Hälfte abgebaut zu werden. Bei jedem Stoff gibt es verschiedene Halbwertszeiten. Bei Koffein beträgt diese Zeit fünf bis sechs Stunden^a, demnach ist nach etwa fünf Stunden die Hälfte des Koffeins abgebaut. Nach weiteren fünf Stunden ist noch mal die Hälfte des Koffeins abgebaut, es befinden sich demnach nur noch etwa 25 % der Anfangsdosis Koffein im Körper.

Die Halbwertszeit hängt von der individuellen Fähigkeit des Umbaus und der Ausscheidung eines Stoffes ab. Manche Personen haben daher eine wesentlich größere Halbwertszeit und somit auch eine höhere Konzentrationsspitze nach der Einnahme derselben Menge an Koffein als andere Personen.

^aDeutsches Ärzteblatt, 26. 10. 2006

Eileen Tremmel

Eileen war immer für uns da, zum Beispiel wenn sich Thomas und Felix mal wieder diskutierend ärgerten. Egal ob im Kurs oder außerhalb war sie unsere Ansprechpartnerin, Schwester und beste Freundin zugleich. Obwohl sie sich von den beiden Experten viele Neckereien gefallen lassen musste, hat sie stets die Nerven behalten und uns ermuntert, weiterzumachen – mit Erfolg!

Allgemeines über Koffein

JENS METZGER, TIM RÖHR

Allgemein gilt Koffein als leistungssteigernd, sowohl im Bezug auf geistige wie auch körperliche Leistung. In seiner Wirkungsweise entfaltet Koffein eine Anregung des zentralen Nervensystems, des Herzens und der Lungen, sowie der Skelettmuskeln. Dies hat zur Folge, dass ein gesteigertes Wirkungsbild erscheint. Müdigkeit verschwindet, die Lernfähigkeit und der Bewegungsdrang nehmen zu¹. Es kommt zu einer

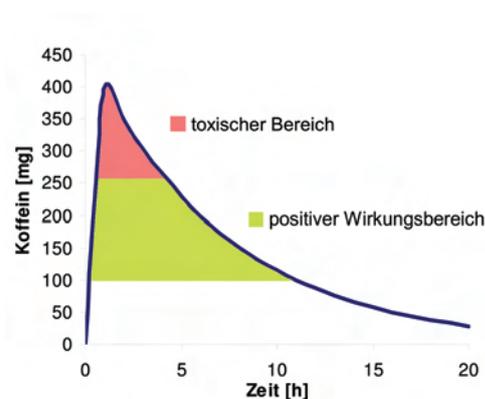
¹O. Adam, W. Forth: Coffein, *Deutsches Ärzteblatt*, 2001, 98 (48), 2816-2818

psychomotorischen Stimulation, die genauso auch bei normaler Zufuhr von Koffein zum Beispiel durch Kaffee oder sonstige Lebensmittel auftritt.

Pharmakokinetik

Allgemein beschreibt die Pharmakokinetik die Gesamtheit aller Prozesse, denen ein Arzneistoff im Körper unterliegt. Dazu gehören die Freisetzung des Stoffes (Liberation), die Aufnahme des Arzneistoffes (Absorption), die Verteilung und Anreicherung im Körper (Distribution), der biochemische Um- und Abbau (Metabolisierung) sowie die Ausscheidung (Elimination).

Im Falle des Koffeins beträgt die Bioverfügbarkeit nahezu 100 %. Diese Angabe beschreibt den prozentualen Anteil, der nach dem Passieren der Leber noch vorhanden ist. Nur fünf Prozent werden unverändert im Urin ausgeschieden, sodass 95 Prozent metabolisiert werden. Die Eliminationshalbwertszeit (siehe Informationskasten) beträgt bei Erwachsenen fünf Stunden, bei Schwangeren zehn Stunden und bei Frühgeborenen sogar 50 Stunden².



Koffeinmenge im Körper über die Zeit.

Im gezeigten Graph wird die Menge des Koffeins im Körper über die Zeit dargestellt bei der Einnahme einer 400 mg Dosis. Im toxischen Bereich ab 250 mg treten Übelkeit, motorische Unruhe und Niedergeschlagenheit auf. Die tödliche Koffeindosis ist bei erwachsenen Menschen

²O. Adam, W. Forth: Coffein, *Deutsches Ärzteblatt*, 2001, 98 (48), 2816-2818

mit fünf bis zehn Gramm erreicht³.

Nach oraler Einnahme von Koffein wird es durch die saure Lösung im Magen, die einen pH-Wert von unter drei hat, durch Protonenaufnahme hydrophil (wasserlöslich) gemacht. Damit es jedoch auch in den Zellen ankommt, muss es seine Ladung verlieren und wieder hydrophob (fettlöslich) werden. Dieser Vorgang geschieht im Darmtrakt. Das Koffein, das so zur Leber gelangt, wird von dieser entweder hydrophob belassen, damit es über den Stuhl ausgeschieden wird, oder wird hydrophil gemacht, um über die Nieren ausgeschieden zu werden, wobei dies beinahe zu 100 % der Fall ist.

Zielsetzung der Studie

CARMEN MANDEL, JONATHAN DÖRR

Am Eröffnungswochenende standen wir vor der Frage, was wir mit unserer Studie überhaupt herausfinden wollten. Wir entschieden uns dafür, vor allem die Auswirkungen von Koffein auf den menschlichen Körper zu beobachten. Mit unseren Tests untersuchten wir Folgendes:

- Macht Koffein konzentrationsfähiger und leistungsfähiger?
- Lässt es in seiner Wirkung im Lauf der Zeit nach; gibt es eine Dauerwirkung?
- Wirkt Koffein unterschiedlich bei Probanden, die daran gewöhnt sind oder nicht?
- Gibt es einen Placebo-Effekt?

Ethikkommission

PHILIPP HEIZMANN

Bevor wir mit Felix und Thomas als Probanden unsere Studie über Koffein beginnen konnten, musste noch eine Ethikkommission überzeugt werden.

Diese Kommission ist eine Gruppe, die aus meist Medizinern und Forschern, aber auch aus Juristen und Theologen besteht. Sie hat die Aufgabe, darüber zu entscheiden, ob eine Studie ethisch und rechtlich vertretbar und damit

durchführbar ist. Sie können sich entweder für eine Zusage oder eine Absage der Forschungsanfrage entscheiden, wobei bei einer Absage meist Punkte aufgeführt sind, die verbessert oder erneuert werden müssen, um von der Kommission eine Forschungszusage erhalten zu können.

Dieser Ethikkommission mussten wir als Forscher eine schriftliche Erklärung darlegen, in der unsere Versuche und unsere Forschungszwecke in allen Einzelheiten beschrieben werden.

Unsere Ethikkommission bestand aus fünf Mitgliedern: Petra, Günther, Georg (alle Naturwissenschaftler), Sebastian und Jochen (beide Laien).

Diese fünf mussten die Studierklärung unseres Kurses unterschreiben und damit als ethisch und rechtlich vertretbar bestätigen, damit wir diese Studie durchführen können.

Da alle Mitglieder der Kommission unterschrieben hatten, konnten wir nun fast mit unserer Testreihe beginnen.

Informed Consent

PHILIPP HEIZMANN

Durch die Ethikkommission erhielten wir die Bestätigung, dass wir unsere Studie durchführen dürfen. Aber eine Bedingung blieb: Der *informed consent*, der von den Probanden eingeholt werden musste. Der *informed consent* fasst alle Studienziele, Risiken und Versuche zusammen, um den Probanden einen Einblick in die Studie zu geben und eventuelle Fragen zu beseitigen. Bevor ein Proband die Versuche durchlaufen darf, muss dieser das *informed consent* gelesen, verstanden und unterschrieben haben, um mit seiner Einwilligung die Bestätigung der Versuche zu geben, das heißt, dass der Proband seine Einwilligung zu sämtlichen Punkten der Studie gibt. Erst wenn der Proband unterzeichnet hat, kann die Studie beginnen.

³O. Adam, W. Forth: Coffein, *Deutsches Ärzteblatt*, 2001, 98 (48), 2816-2818

Studienbeschreibung

JULIA BÖRNER, CARMEN MANDEL,
JAN FAUSER, JONATHAN DÖRR,
MAXIMILIAN BAUR, JOHANNA LUDWIG,
IRINA DREWEZKI

Unsere Studie entspricht einer Fallstudie. Im Design orientierten wir uns am Modell der Randomisierten Kontrollierten Studie (Randomised Controlled Trial, RCT). Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Verblindung. Wir entschieden uns für eine doppelte Verblindung, das heißt, dass weder die Probanden, noch die Versuchsleiter wussten, ob die Probanden Koffein oder Placebo erhalten haben. Unser Placebo bestand aus Saccharose (Puderzucker) und unser Verum aus 600 mg Koffein. Beides wurde in Hartgelatine kapseln verabreicht. Die die Kapseln geschmacksneutral sind, konnten unsere Probanden keinen Unterschied zwischen Placebo und dem äußerst bitteren Koffein schmecken.

Verum und Placebo

Als Verum wird in klinischen Versuchen das wirkstoffhaltige Medikament bezeichnet. Es bildet das Gegenstück zum Placebo. Ein Placebo ist ein Arzneimittel ohne oder mit ungenügend dosiertem pharmakologischem Wirkstoff. Häufig tritt bei einem Patienten eine Wirkung ein, die durch die Erwartung einer Wirkung verursacht wird. Diese Placebos dienen als Vergleichsbasis zur signifikanten (aussagekräftigen) Auswertung von Studien oder zur unterstützenden Therapie von unheilbaren Patienten.

Anmerkung: Placebos reichen von zuckergefüllten Kapseln und Spritzen bis hin zu Scheinoperationen.

Um die Auswirkungen des Koffeins auf den Körper zu testen, haben wir folgende Versuche zusammengestellt:

Reaktionstest

Der Reaktionstest wird am Computer durchgeführt. Bei diesem Test wird die Wirkung des Koffeins auf das Reaktionsvermögen untersucht. Dabei wird die Leertaste gedrückt

gehalten und beim Erscheinen eines einzelnen gelben Kreises die Eingabetaste bestätigt. Hierbei werden die motorische Zeit, die Entscheidungszeit und die Gesamtreaktionszeit gemessen. Die Entscheidungszeit beschreibt die Zeit, die der Proband benötigt, um den gelben Kreis zu erkennen und seine Hand von der Leertaste zu nehmen. Die motorische Zeit beschreibt, wie lange der Proband braucht, um mit seiner Hand von der Leertaste bis zur Entertaste zu kommen und diese zu drücken. Die Reaktionszeit, ist die Gesamtzeit der Reaktion, d. h. motorische Zeit und Entscheidungszeit zusammen. Dieser Test wird mit dem Programm „MPU easy 1.4-2009“ durchgeführt⁴.

Verblindung

Die Verblindung verhindert in Forschungsprojekten (z. B. Studien) die Verfälschung von Daten der Probanden (Testpersonen) oder der Studienleiter und Helfer durch Erwartungswerte. Die einfache Verblindung, bei der die Probanden im Ungewissen sind, ob sie der Test- oder Kontrollgruppe angehören, soll einen Einfluss durch den Placeboeffekt verhindern. In der doppelten Verblindung werden auch die Messenden im Ungewissen belassen. Dies soll verhindern, dass ein Erwartungswert auf die Probanden übertragen wird. Bei der dreifachen Verblindung wissen auch die Auswertenden nicht, wer in der Test- und wer in der Kontrollgruppe ist, um auch hier eine Beeinflussung zu verhindern. Meistens weiß in einer Studie nur der Monitor, welche Gruppe einen Wirkstoff bekommen hat und welche nicht. Der Monitor überwacht, randomisiert, verblindet und entblindet die Studie.

Gedächtnistest

Der Gedächtnistest wird am Computer durchgeführt. Bei ihm soll die Konzentrationsfähigkeit gemessen werden. Hintereinander werden zehn Farbfelder verschiedener Farben (rot, blau,

⁴Download: http://download.chip.eu/de/MPU_easy_1.4, Lizenz: freie Demo-Version, Download am 1. August 2010

grün oder gelb) eingeblendet und die Probanden sollen sich diese in der richtigen Reihenfolge merken. Sobald die zehn Farbfelder in einer bestimmten Reihenfolge angezeigt werden, erscheint ein neues Fenster mit vier Farbkнопfen (rot, blau, gelb, grün), die die Probanden nun in der richtigen Reihenfolge anklicken müssen. Es wird die Anzahl der richtigen Eingaben (maximal zehn) gezählt, beim ersten Fehlversuch wird die Zählung gestoppt.

Randomisierte kontrollierte Studie

Eine randomisierte, kontrollierte Studie wird allgemein als das beste Studiendesign beschrieben, da es zu einem aussagekräftigen Ergebnis führt. Dabei steht randomisiert (engl. random: zufällig/wahllos) für die zufällige Einteilung der Probanden in Kontroll- und Testgruppen, um für eine ausgeglichene Verteilung von bekannten/unbekannten Einflussfaktoren (Krankheit, Umfeld, ...) zu sorgen. Kontrolliert steht für einen Vergleich zwischen Test- und Kontrollgruppen, der erst ein aussagekräftiges Ergebnis erlaubt. Die Kontrollgruppe nimmt Placebo oder einen anderen Wirkstoff ein, z. B. als Vergleich von dem besten auf dem Markt erhältlichen Wirkstoff zu dem zu untersuchenden Wirkstoff. Die randomisierte kontrollierte Studie wird in der Regel verblindet (siehe entsprechender Informationskasten).

Schreibtest

Der Schreibtest findet ebenfalls am Computer statt. Am oberen Rand des Bildschirms befindet sich eine Zeile durch die ein Buchstabenalat läuft. Die Probanden müssen diesen abtippen. Dabei werden die Anschläge pro Minute und die Rechtschreibfehler innerhalb von zwei Minuten gemessen. Dieser Test wird mit dem Computerprogramm „Tipp 10“ durchgeführt, dies ist ein 10-Finger Lernsystem⁵.

⁵Download: <http://www.tipp10.de>, Lizenz: GNU GENERAL PUBLIC LICENSE Version 2, June 1991

Blutdruck- und Pulsmessung

Der Blutdruck und der Puls werden mithilfe eines Oberarmmessgeräts und eines Handgelenkmessgeräts ermittelt. Dabei werden die systolischen, die diastolischen und die Pulswerte notiert (siehe Informationskasten). Beide Geräte messen oszillometrisch (siehe Informationskasten). Zu Beginn der Studie sollte das Gerät mit der niedrigsten Standardabweichung ausgewählt werden. Wie sich jedoch herausstellte, war es von Vorteil beide Geräte zu verwenden, da so mögliche Messfehler des einen Geräts durch die Messung des anderen Geräts ausgeschlossen werden konnten.



Befüllung der Hartgelatinekapselfn.

Beide Messungen werden im Sitzen vorgenommen und es sollten fünf bis zehn Minuten Ruhepause davor eingehalten werden. Vor der Messung soll man sich körperlich nicht verausgaben und jeden Tag ungefähr die gleiche Menge trinken.

Systole und Diastole

Der Herzschlag wird in verschiedene Phasen unterteilt, nämlich in Entspannungsphase, Füllungsphase, Anspannungsphase und Auswurfphase. Die Systole bildet die Anspannungs- und Auswurfphase, die auch als Kontraktion der Herzkammer bezeichnet wird. Die Diastole beinhaltet die Entspannungs- und Füllungsphase, und wird auch als Erschlaffung des Herzmuskels bezeichnet.



Der Reaktionstest wird vorbereitet.

Fragebogen

Den Fragebogen müssen die Probanden selbstständig ausfüllen, wobei sie psychische und physische Veränderungen festhalten. So wurde zum Beispiel auf geistiger Ebene nach einer gesteigerten Konzentrationsfähigkeit und auf körperlicher Ebene nach Übelkeit oder Schweißausbrüchen gefragt.

Nullwert

Der Nullwert ist der Wert, den eine Person oder eine Gruppe hat, ohne irgendeinen Stoff (ob Placebo oder Wirkstoff) eingenommen zu haben. Er wird als Vergleichswert für Studien bestimmt, um zu beweisen, ob ein Stoff wirkt oder eventuell Placebowirkungen erscheinen lässt.

Zu Beginn wurde ein Anamnesebogen ausgefüllt, in dem die Probanden Informationen über sich preisgaben, sodass wir zum Beispiel Details über Größe, Gewicht oder Krankheiten erfuhren. Dies war notwendig, um Fehldeutungen durch andere Ergebnisse zu vermeiden und diese nicht auf Koffein zurückzuführen.

Oszillometrische Messmethode

Messmethode von Blutdruckmessgeräten: Die Druckschwankungen der Pulswelle (Oszillation) werden von dem Druckwandler des Gerätes registriert und in Blutdruckmesswerte umgewandelt. Durch diese Messmethode wird Diastole und Systole gemessen.

Durchführung der Studie

IRINA DREWEZKI, JULIA BÖRNER

Bevor wir mit unserer Studiendurchführung begannen, führten wir eine Nullwertmessung durch, einen Vergleichswert für die weiteren Messungen. Anschließend waren vier Studientage eingeplant, welche alle nach demselben Schema verlaufen sollten:



Durchführung einer Blutdruckmessung.

Jeden Tag begannen wir mit den Durchführung der genannten Versuche um 9:30 Uhr. Nach der ersten und vierten Messung wurde ein Fragebogen ausgefüllt. Die Messungen wurden in der ersten Stunde im 20-Minuten Takt durchgeführt, nach dem zweiten Fragebogen haben wir nur noch in einem 30-Minuten Takt weitergemacht. Nach dem Mittagessen wurde im Stundentakt gemessen.

| Messtage | Besonderheiten |
|-------------|---|
| Nullwerttag | Normaler Tagesablauf |
| Tag 1 | Entfernung des Gedächtnistests wegen zu hoher Standardabweichung (siehe Informationskasten) |
| Tag 2 | Felix musste Aussetzen wegen zu starken Nebenwirkungen |
| Tag 3 | Normaler Tagesablauf |
| Tag 4 | Ende der Studie für Thomas |
| Tag 5 | Auflösung der Verblindung für Thomas; Ende der Studie für Felix |
| Tag 6 | Auflösung der Verblindung für Felix; zweite Nullwertmessung |



Flussdiagramm unserer Studie.

Ergebnisse der Studie

PHILIPP MERKLE, JAN FAUSER,
JONATHAN DÖRR, CARMEN MANDEL,
BENJAMIN HOHLOCH

Reaktionstest

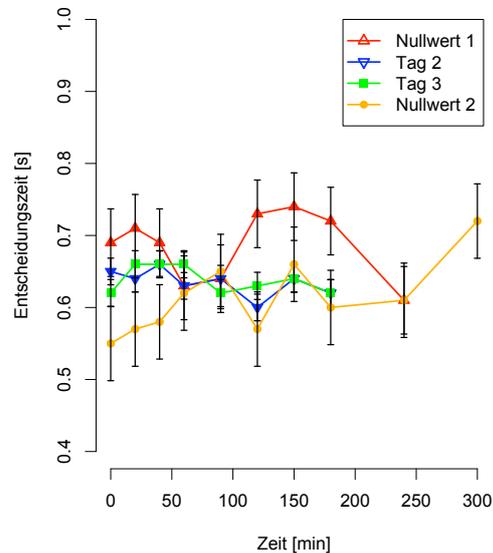
Das Diagramm von Felix, in dem die beiden Nullwerte, der zweite Studientag und der dritte Studientag verglichen werden, zeigt, dass die beiden Studientage zwar beide unter denen des ersten Nullwerttages liegen, aber dass der zweite Nullwert nochmal ein ganzes Stück unter den anderen drei Werten liegt. Die von uns verabreichte Koffeindosis wirkte sich nicht signifikant auf die Reaktionszeit aus. Also müssen wir hier auf eine Gewöhnung schließen.

Standardabweichung

Der Bereich, in dem 66-67% aller gemessenen Werte liegen. Die Standardabweichung dient einer signifikanten (aussagekräftigen) Auswertung. Zwei Werte sind erst dann unterschiedlich – und nicht durch Zufall zu erklären –, wenn sich deren Standardabweichungen in einem Diagramm nicht überschneiden.

Aus den Beobachtungen und den Fragebögen haben wir weitere Schlüsse gezogen. Felix musste sich einen Tag Pause gönnen. Das Koffein

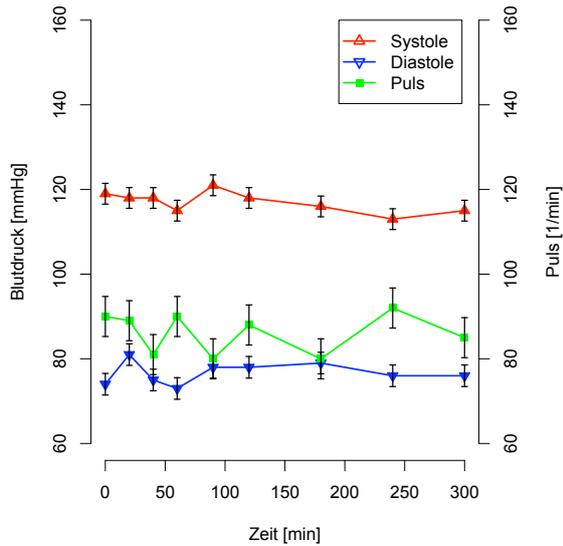
hat ihm zugesetzt und er musste sich von der hohen Dosis erholen. Danach setzte er die Studie mit einer geringeren Dosis fort. Außerdem konnte man bei beiden eine gewisse Nervosität beobachten. Ebenfalls einen starken Bewegungsdrang und Ungeduld.



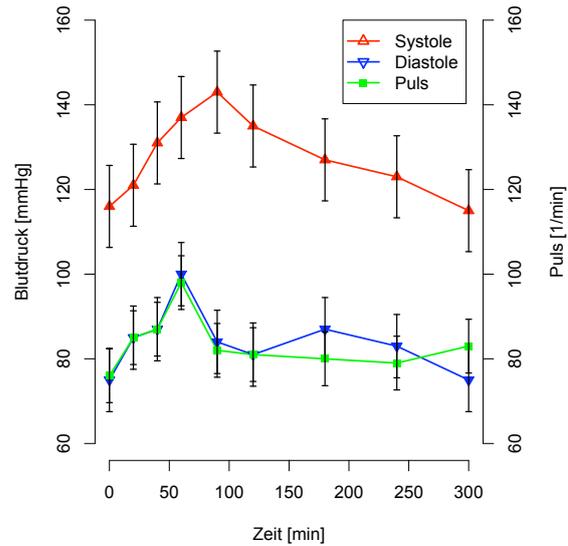
Reaktionstest, Felix.

Blutdruck

Beide Diagramme zeigen, dass sich Koffein auf den Blutdruck deutlich auswirkt. Der Nullwert hat eine geringe Standardabweichung und die Werte liegen nah beieinander. Das zweite Diagramm zeigt einen Tag an dem Thomas un-



Blutdruck und Puls, Thomas, Nullwert.



Blutdruck und Puls, Thomas, Tag 3, mit Koffein.

ter Koffeineinfluss stand. Systole, Diastole und Puls steigen vor allem in den ersten Stunden an. Danach normalisieren sich die Werte langsam wieder. Daraus schlossen wir, dass Koffein das Herz stimuliert und somit Blutdruck und Puls ansteigen lässt.

Bei Thomas war das Ergebnis etwas anders. Man sieht wie beide Nullwerte unter dem ersten Studientag mit Koffein und unter denen des Placebo-Tags liegen. Daraus ergibt sich wiederum, dass Koffein einen Placebo-Effekt hervorruft.

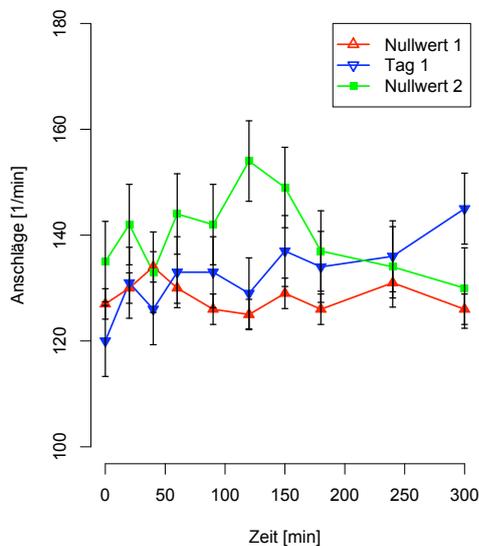
Schreibtest

Bei Felix lag der Graph der zweiten Nullwertmessung um einiges höher als der des ersten Nullwertes und des ersten Studientages. Daraus ergibt sich, dass Felix sich an den Test gewöhnt hatte.

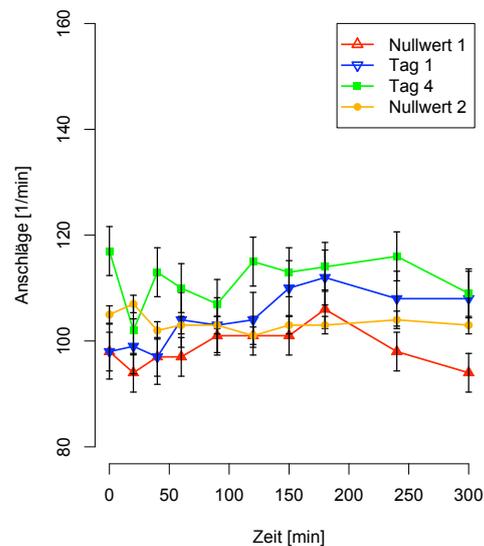
Fazit

Insgesamt konnten wir folgende Schlüsse ziehen:

- Koffein kann eine leistungssteigernde Wirkung haben. Dies kann an dem Diagramm von Thomas Schreibtest beobachtet werden.



Schreibtest, Felix.



Schreibtest, Thomas.

- Koffein kann leicht toxisch wirken und hat Nebenwirkungen.
- Koffein beeinflusst die Reaktionszeit nicht.
- Koffein hat einen Placebo-Effekt.
- Man kann sich an Koffein gewöhnen.

Dafür, dass die Studie nicht die erwarteten Ergebnisse lieferte, gibt es folgende Erklärungen. Zum Einen gewöhnten sich Felix und Thomas an die Tests, was die Ergebnisse natürlich beeinflusst hat. Zum Anderen war die verabreichte Dosis so hoch, dass vermutlich die Nebenwirkungen die positiven Wirkungen überwogen. Hätten wir zudem unsere Studie abends begonnen, so wären unsere Probanden in einem „müderen“ Zustand gewesen. Dann hätte das Koffein wahrscheinlich deutlichere Ergebnisse gezeigt.



Die Ergebnisse mussten natürlich auch zusammengefasst werden.

Probleme während der Studie

Während unserer Studie sind einige Probleme aufgetreten:

Wir mussten einen unserer Tests aus der Testreihe entfernen, da er sich als nicht signifikant erwies, weil die Standardabweichung zu groß war. Der Test wurde nicht ersetzt und nicht in die Auswertung aufgenommen.

Problematisch war die Tatsache, dass einer unserer Probanden einen Tag aussetzen musste, da die toxischen Nebenwirkungen des Koffeins so stark waren, dass er Kreislaufprobleme

bekam und eine erneute Einnahme dieser Dosis unnötig belastend gewesen wäre. Er setzte die Studie nach einem Tag Pause mit einer geringeren Dosis (400 mg) fort.

Leider konnten wir nicht alle Messungen überwachen, da wir in der KüA-Schiene beschäftigt waren oder sie nicht während des Kurses stattfanden. In diesem Fall hat unsere Schülermentorin Eileen die Überwachung der Messungen übernommen oder die Probanden selbst.

Nicht zu vergessen ist, dass es nur zwei Probanden waren, weshalb unsere Studie nur bedingt aussagekräftig ist.

Die Tatsache, dass sich unsere Probanden an die Tests gewöhnt haben und somit die Ergebnisse teilweise verfälscht wurden, ist nicht zu vernachlässigen. Dies zeigte sich bei der zweiten Nullwertmessung, da diese wesentlich besser ausfiel, als die erste und sogar besser als Messungen unter Koffeineinfluss.

Koffein – eine legale Droge?

JENS METZGER

Wie es schon im Programmtitel unseres Kurses hieß, widmeten wir uns auch der Frage, ob Koffein eine legale Droge ist. Kann ein Stoff, zu dem wir einen uneingeschränkten Zugriff haben und mit dem wir in vielen Situationen in Kontakt kommen, wirklich abhängig machen? Bin ich bereits auf meine morgendliche Tasse Kaffee angewiesen, oder kann ich ohne Bedenken meinen Konsum weiterführen? Um dies Alles zu klären, mussten wir uns eine genaue Definition einer Droge schaffen. Viele verschiedene Aspekte mussten berücksichtigt werden, um eine Abgrenzung zwischen Droge und Genussmittel ziehen zu können. Doch zusammen mit unseren Kursleitern sollte dies kein Problem darstellen.

Toleranzentwicklung

Der Körper kann sich bei regelmäßiger Aufnahme an manche Stoffe gewöhnen und es tritt ein so genannter Gewöhnungs- oder Toleranzeffekt ein, bei dem über einen längeren Zeitraum

gesehen die Wirkungen nachlassen. Diese Erscheinung kann ihre Ursache entweder in der Abnahme der Empfindlichkeit des Rezeptors (Abstumpfung) oder in einem vermehrten enzymatischen Umbau des Wirkstoffs haben. Der Körper reagiert auch auf unsere Koffeineinnahme. Wird diese erhöht, produziert er verstärkt Abbauenzyme, die das Koffein eliminieren sollen. So unterscheiden sich die Wirkungen des Koffeins zwischen toleranten und intoleranten Personen in ihrer Heftigkeit. Speziell bei unserer Studie war dies zu vermerken, da Felix, der Kaffeeabstinenzler, nach einer Koffeineinnahme von 600 mg verstärkt nervös auftrat und sogar am nächsten Tag nicht an den Messungen teilnehmen konnte. Dies hatte auch eine Verringerung der Dosis auf 400 mg Koffein zur Folge. Hinsichtlich darauf fielen Thomas Reaktionen milder aus und ein Herabsetzen der Dosis war nicht nötig. So konnten wir auf die besagte Toleranz bei Koffein schließen.

Psychische und physische Auswirkungen

Viele Drogen haben Auswirkungen auf den Körper und auf die Psyche. Die angebliche Steigerung der Herzaktivität durch Koffein konnten wir dadurch nachweisen, dass der Blutdruck, hier sowohl systolischer als auch diastolischer Druck, sowie der Puls innerhalb der ersten Stunde um ca. 30 mmHg anstieg und sich von den Vergleichswerten, die ohne Koffeineinnahme aufgezeichnet wurden, abhoben. Bei Beobachtungen der Probanden stellten wir außerdem fest, dass nach dem Koffeinkonsum ein gesteigerter Bewegungsdrang und Nervosität herrschte, die sich vor allem durch zitternde Hände äußerte. Jedoch blieb uns eine signifikante Auswirkung des Koffeins auf die Reaktionszeit der Probanden aus.

Entzugerscheinungen

Das Absetzen von Koffein kann Entzugerscheinungen hervorrufen, wobei ein stark ausgeprägter, regelmäßiger Konsum voraus gehen muss. Es handelt sich dabei um Erscheinungen wie Kopfschmerzen, die nach erneuter Koffeineinnahme sofort verschwinden.

Suchtpotential

Hiermit wird die Eigenschaft einer Substanz bezeichnet, die eine Person zur erneuten Aufnahme bewegt. Es wird zwischen körperlicher und psychischer Abhängigkeit unterschieden. Bei Koffein gibt es kein Suchtpotential, da es keine Entzugerscheinungen hervorruft, die eine Person zur Wiederaufnahme zwingt. Es kann jederzeit abgesetzt werden. Hinzu kommt, dass Koffein, anders als Drogen wie Heroin, keine Rückfallgefahr für den Menschen birgt. Während ein Drogenabhängiger, der eine lange Entzugsphase durchlaufen hat, nach Einnahme des Stoffes sofort rückfällig wird, kann man nach Absetzen des Koffeinkonsums diese Substanz wieder zu sich nehmen, ohne eine Abhängigkeit zu verspüren.

Gefahr für die Allgemeinheit

Werden die Menschen durch eine Substanz so beeinflusst, dass sie zu Mitteln greifen würden, die ihnen und Anderen Schaden zufügt, so besteht eine Gefahr für unsere Gesellschaft. Auch kann die Abhängigkeit die sogenannte Beschaffungskriminalität zur Geldbeschaffung nach sich ziehen – abgesehen von der Kriminalität des illegalen Drogenhandels. Da Koffein wie bereits erwähnt keine Abhängigkeit erzeugt, sind auch schwerwiegende, negative Einflüsse auf die Allgemeinheit auszuschließen.

Gefahr für körperliche Unversehrtheit

Drogen im Normalverständnis der Bevölkerung, wie zum Beispiel Heroin, greifen bestimmte Bereiche des Körpers an. Lebenswichtige Organe, darunter Herz, Lungen und das Gehirn, werden von ihnen stark geschädigt. Bei Koffein tritt bei alltagsüblichen Dosen keine schädigende Wirkung für den Körper auf, so dass der Koffeinkonsum ohne Konsequenzen für die körperliche Unversehrtheit erfolgen kann. Ausnahmen gelten nur für Personengruppen mit krankhaften Veränderungen des Herz-Kreislauf-Systems.

Aspekte wie die Toleranzentwicklung und Auswirkungen auf den Körper sind bei Koffein nicht gleichbedeutend mit weiteren Merkmalen einer Droge, sodass wir zum Entschluss

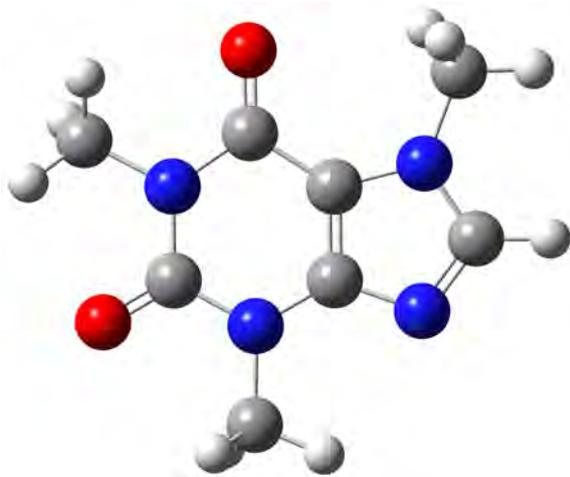
gekommen sind, dass Koffein keine Droge im allgemein verstandenen Sinne ist. Es ruft weder eine Abhängigkeit hervor, noch besteht durch Koffein eine Gefahr für uns selbst oder die Allgemeinheit.

Laborversuche

CARMEN MANDEL, JAN FAUSER,
PHILIPP MERKLE, MAXIMILIAN BAUR

Sublimation von Koffein

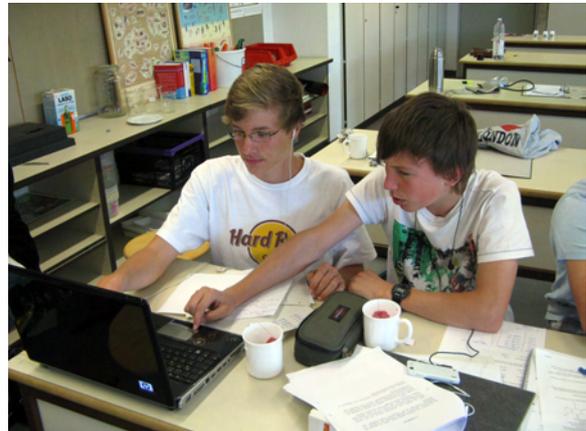
Einen praktischen Versuch im Labor durften wir bereits am Eröffnungswochenende durchführen. Wir hatten gelernt, dass Koffein sublimiert werden kann und diese Eigenschaft wollten wir auch in einem praktischen Versuch testen. Wir erhitzen Instant Kaffeepulver um das darin enthaltene Koffein zu sublimieren und an einem Uhrglas aufzufangen. Unser Ziel war es das kristalline Koffein daraufhin unter dem Mikroskop zu betrachten.



Koffein, ein Methylxanthin.

Der Versuch scheiterte bei fast allen Gruppen, weil zu viel Wasser in der Kaffeelösung enthalten war und durch dessen Verdampfung die Bildung von den Koffeinkristallen verhindert wurde. Zudem erhitzen manche Gruppen das Kaffeepulver zu stark, sodass es verbrannte. Bei einer Gruppe kristallisierte das Koffein, zwar nicht am Uhrglas, aber auf dem restlichen Kaffeepulver, so dass wir es doch betrachten konnten. Gleichzeitig sublimierten wir auch

Theophyllin und Theobromin, um die Kristalle der Methylxanthine, zu denen alle drei Stoffe zählen, vergleichen zu können. Die Uhrgläser mit den resublimierten Kristallen haben wir anschließend unter dem Mikroskop untersucht. Dabei konnte man erkennen, dass die Kristalle



der verschiedenen Methylxanthine unterschiedliche Größen aufwiesen. Koffein bildet die größten Kristalle, die von Theophyllin sind etwas kleiner und Theobromin bildet die kleinsten Kristalle innerhalb dieser drei Stoffe.



Bei der Laborarbeit ergänzten wir unser Wissen über Koffein.

Koffeingehaltsbestimmung von koffeinhaltigen Getränken (Kaffee und Energydrinks)

Wir wollten den Koffeingehalt von Kaffee bestimmen. Durch Zugabe von Kupfersulfat zum Kaffee wurden störende Begleitstoffe unter Erwärkung gebunden, mit einer Kaliumhexacya-

noferat(II)lösung ausgefällt und abfiltriert. Mit Hilfe von 20 %iger Schwefelsäure haben wir das Filtrat – ebenfalls unter Erwärmung – protoniert und es gekühlt mit Iodlösung versetzt, um das Koffeinperiodid in einem Filtertiegel zu sammeln. Der Koffeinperiodidniederschlag wurde in einem Gemisch aus 25 ml Methanol und 25 ml Wasser gelöst. Von dieser Methanol-Wasser-Lösung haben wir den Koffeingehalt photometrisch bestimmt (siehe Informationskasten).



Mit der Nutsche wird der Koffeinperiodidniederschlag von löslichen Verunreinigungen getrennt.

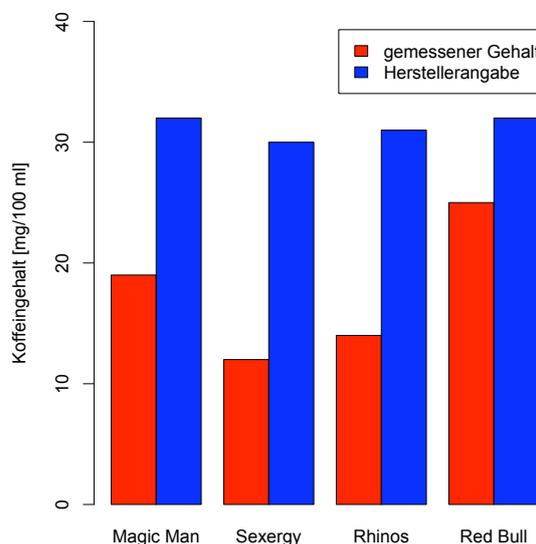
Photometrie

Analysemethode, bei der eine Gehaltsbestimmung über die Messung von Strahlung erfolgt. Koffein wird bei einer Wellenlänge von 465 nm vermessen, was blauem Licht entspricht. Die Lichtabschwächung beim Probendurchgang (Extinktion) wird bei verschiedenen Koffeinkonzentrationen gemessen und somit eine Kalibriergerade erstellt. Nun kann die Absorption einer unbekanntes Koffeinprobe gemessen werden. Über die Kalibriergerade kann der Gehalt berechnet werden.

Die unterschiedlichen Ergebnisse beim gleichen Kaffee liegen daran, dass die verschiedenen Gruppen unterschiedlich sauber gearbeitet haben, an Messfehlern oder ungelösten Rückständen im Filtertiegel.

| Nr. | Extinktion [au] | Koffeingehalt $\left[\frac{\text{mg}}{\text{l}}\right]$ |
|-----|-----------------|---|
| 1 | 0,522 | 654,4 |
| 2 | 0,269 | 373,3 |
| 3 | 0,191 | 286,7 |
| 4 | 0,190 | 285,6 |

Mit diesem Verfahren haben wir auch den Koffeingehalt von diversen handelsüblichen Energydrinks, namentlich Red Bull, Magic Man, Rhinos und Sexergy bestimmt. Hier mussten wir zuerst noch die Kohlensäure ausschütteln, weil diese bei dem weiteren Verfahren gestört hätte. Den ersten Schritt zur Bindung der störenden Begleitstoffe und der Ausfällung konnten wir bei den Energydrinks auslassen.



Ergebnisse der Koffeingehaltsbestimmung von Energydrinks.

Unsere Ergebnisse liegen deutlich unter den Angaben auf den Verpackungen. Das liegt nicht daran, dass die Herstellerangabe zum Koffeingehalt falsch sind, sondern wahrscheinlich an Fehlern von uns, wie beispielsweise Messfehlern, Rückständen im Filtertiegel oder daran, dass nicht das ganze Koffeinperiodid gelöst wurde.

| | Extinktion [au] | Messung $\left[\frac{\text{mg}}{100 \text{ ml}}\right]$ | Angabe $\left[\frac{\text{mg}}{100 \text{ ml}}\right]$ |
|-----------|-----------------|---|--|
| Magic Man | 0,069 | 19 | 32 |
| Sexergy | 0,016 | 12 | 30 |
| Rhinos | 0,031 | 14 | 31 |
| Red Bull | 0,111 | 25 | 32 |

Schlusswort

JULIA BÖRNER

Nach zwei Wochen harter Arbeit ist der Chemiekurs kein zusammengewürfelter Haufen von chaotischen Hobbychemikern mehr, sondern eine eingespielte, disziplinierte, laborerfahrene, koffein- und kaffeespezialisierte Gruppe, der alles egal ist – mit ein paar Ausnahmen, wie z. B. unsere zwei fantastischen Kursleiter, Felix und Thomas, und unsere bezaubernde Schülermentorin, Eileen.

Den dreien möchten wir an dieser Stelle unseren herzlichsten Dank aussprechen:

Obwohl sie uns immer fest im Griff hatten, schafften sie es unter anderem mit Tee und Süßigkeiten trotz des anspruchsvollen Themas eine lockere Atmosphäre zu erzeugen. Aber auch fachlich ließen sie uns nicht zu kurz kommen: Felix ersparte uns mit seinem pharmazeutischen Fachwissen so manche Internetrecherche und labortechnische Katastrophen wurden durch Thomas praktische Kompetenz größtenteils verhindert. Nicht zu vergessen ist auch unsere Schülermentorin Eileen, die, egal ob im Kurs oder außerhalb, unsere Ansprechpartnerin, Schwester und beste Freundin zugleich war. Vielen lieben Dank dafür!

Zurück zu uns Teilnehmern: in diesen zwei Wochen haben wir jede Menge Erfahrungen gemacht, die uns auf unserem weiteren Lebensweg sicher hilfreich sein werden. Allein die Laborarbeit war ein einmaliges Erlebnis, das wir nicht so schnell vergessen werden und so ziemlich jeder aus unserem Kurs müsste nun in der Lage sein, eine klinische Studie durchzuführen. Jedoch sind es nicht nur die fachlichen Kompetenzen, von denen wir profitiert haben, sondern auch die zwischenmenschlichen und emotionalen Erfahrungen werden uns noch lange in Erinnerung bleiben.

Also, egal ob komplizierte Fachtexte, toxische Chemikalien, unvollständige *informed consents*, desinteressiert wirkende Kursleiter oder Süßigkeitenmangel an einem Sonntag – nach den zwei Wochen Science Academy im Kurs Chemie werden wir mit allem fertig.

Kurs 3 – Molekulare Genetik

Man kann nicht alles durch die Gene erklären, denn es gibt z. B. kein Gen fürs Lachen. Gelacht haben wir im Genetik-Kurs fast immer. Das lag sowohl an allen Kursteilnehmern (inklusive Leiter) als auch an den sprachlichen Verwicklungen, die sich ergeben haben, wenn wir „engländischerisch“ gesprochen haben. Denn die Chemie untereinander hat bei uns von Anfang an gepasst, obwohl wir im Genetik-Kurs waren (und nicht in Chemie). Natürlich haben wir auch ab und zu gearbeitet und wenn Sie erfahren wollen, was Lichtschalter mit Genregulation, Kartoffelernten mit Bakterienkulturen und Süßigkeiten mit der DNA zu tun haben, dann sind Sie in unserer Dokumentation genau richtig.



Unser Kurs-Maskottchen, der T4-Phage

Mord in Adelsheim

MICHAEL PASCHER, PAUL-PHILIPP
WARTH, ANNA FABER

Während andere Kurse sich mit Sternbildern, Kaffee oder mit der Frage nach der Wirklichkeit beschäftigten, ereignete sich etwas Schreckliches auf unserem Campus. Eine Leiche wur-

den vor unserem Genetik-Raum aufgefunden. Für unseren Genetik-Kurs war es eine Selbstverständlichkeit, dem Mörder auf die Schliche kommen zu wollen. Um dieses Vorhaben zu verwirklichen, konnten wir auf das Biolab und das Wissen unserer Kursleiter zurückgreifen.



Der Tatort, an dem die Leiche gefunden wurde gibt viele Spuren preis

Zum Lösen dieses Falls mussten wir zunächst den Tatort gründlich untersuchen. Und tatsächlich, in der Nähe des Opfers konnten wir Zigarettenstummel, Hautreste unter den Fingernägeln des Opfers und Blutspuren sicherstellen. In den nächsten Tagen wurden Speichelproben von drei Verdächtigen genommen.

Nun hatten wir alle nötigen Materialien und konnten im Biolab beginnen, den Täter zu überführen. Hierzu mussten wir zunächst die in den Proben befindliche DNA isolieren.

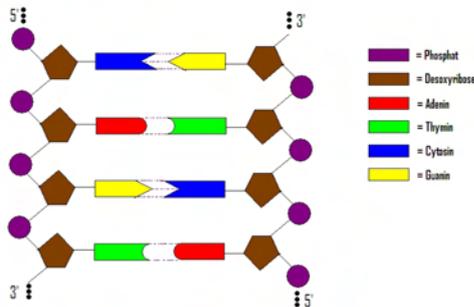
Doch was ist DNA überhaupt?

Aufbau der DNA

Die DNA (Desoxyribonucleinsäure) befindet sich in unseren Zellen im Zellkern. Bei Lebewesen ohne Zellkern ist die DNA frei im Zellplasma vorhanden, zum Beispiel in Bakterien.

Die DNA besteht aus Nucleotiden. Nucleotide selbst sind aus einem Phosphat, einem Zucker-

molekül (Desoxyribose) und einer Base aufgebaut. Insgesamt weist die DNA vier unterschiedliche Basen auf. Man nennt sie Adenin, Thymin, Guanin und Cytosin. Jeweils zwei Basen sind komplementär. Das heißt, dass diese sich zu einem Basenpaar ergänzen. So sind Adenin und Thymin komplementär und werden durch zwei Wasserstoffbrücken verbunden. Guanin und Cytosin bilden ebenfalls ein Basenpaar und bilden 3 stabilisierende Wasserstoffbrücken.



Die DNA ist aus Basen, Phosphat und Zuckermolekülen aufgebaut

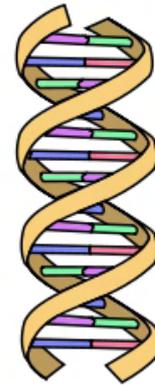
Doch um die komplizierte DNA-Struktur besser nachvollziehen zu können, stellten wir ein Modell der DNA her. Dieses bestand fast ausschließlich aus Süßigkeiten. Schokowaffeln und Orangentaler dienten uns als Zucker-Phosphat-Rückgrat. Unsere vier Basen bestanden aus Apfelfringen und Keksen. Als Wasserstoffbrücken mussten Kerzen erhalten.



DNA ist nicht nur spannend zu erforschen, sondern manchmal auch lecker

Der einzige Nachteil dieser zweidimensionalen Ausgabe der DNA war, dass man die dreidimensionale Doppelhelixstruktur nicht gut erkennen konnte. Diese Struktur schützt vor mechanischen und chemischen Einwirkungen.

Die Doppelhelix besteht aus zwei Strängen,



Die dreidimensionale Struktur der DNA ist eine Doppelhelix

die gegenläufig sind. Auf Grund der Komplementarität der Basen ist der 5'3'-Strang das Gegenstück zum 3'5'-Strang.

Diese Basenkomplementarität ist im Falle einer fehlenden oder zerstörten Base sehr günstig, da man sicher weiß, welche Base fehlt. Auch beim Vervielfältigen der DNA, der Replikation, hat diese Eigenschaft deutliche Vorteile, denn so können zu beiden Strängen die jeweiligen Gegenstücke ergänzt werden.

Unser Körper ist so komplex aufgebaut, dass es schon fast nicht mehr begreifbar ist, dass alle Informationen, die zum Aufbau eines Lebewesens nötig sind, auf der DNA liegen.

Noch erstaunter ist man, wenn man erfährt, dass nur 3% der DNA aus Exons bestehen, also Teile der DNA, deren Basensequenzen für Proteine kodieren. Der Rest, die sogenannten Introns, machen ganze 97% der DNA aus. Doch auch sie sind nicht als „Genmüll“ zu bezeichnen, denn sie könnten eine Rolle in der Genregulation spielen.

PCR (Polymerase Chain Reaction)

Da nun der Aufbau der DNA geklärt wurde, können wir uns wieder unserem Mordfall widmen. Dabei müssen wir jedoch zuerst bestimmte Abschnitte auf der DNA finden, die bei jedem Menschen sehr unterschiedlich sind. Damit lassen sich Gene für Haar-, Augenfarbe und auch alle anderen Gene ausschließen. Exons sind also unbrauchbar, da sie bei scheinbar grö-

ßeren äußerlichen Unterschieden nahezu identisch sind. So kommen nur noch Abschnitte auf den Introns in Frage. Dort kommen die sogenannten Short tandem repeats (kurz: STR-Gene) vor. Das sind Abschnitte auf denen sich Basensequenzen von zwei oder drei verschiedenen Basen ständig wiederholen, zum Beispiel: ATCATCATC. Diese Basen werden bei jedem Menschen unterschiedlich oft wiederholt.

Die Frage ist nun allerdings: „Wie bekommen wir genau diese Abschnitte aus dem langen DNA-Strang heraus?“ Außerdem ist zu klären, wie man genau diese Abschnitte vervielfältigen kann.



Zuerst überlegten wir uns, wie man die natürliche Replikation imitieren kann. Um an die zu kopierende DNA zu gelangen, verwenden Zellen bestimmte Enzyme, die Helicasen. Diese öffnen das Zucker-Phosphat-Rückgrat der DNA und lösen die Wasserstoffbrücken zwischen den Basen. Dieses Prinzip konnte man jedoch nicht bei der künstlichen Replikation anwenden, da die Helicasen auch unkontrolliert schneiden. Also nutzten wir Hitze, um die sehr schwachen Wasserstoffbrücken zu lösen und die Basen zum Kopieren zugänglich zu machen.

Für das Kopieren selbst sind wiederum andere Enzyme, die DNA-Polymerasen, notwendig, doch auch hier gab es ein neues Problem. Wie viele andere Enzyme arbeitet die menschliche Polymerase nur bei bestimmten Temperaturen. Nach dem Erhitzen der DNA war das Arbeiten damit einfach nicht mehr möglich. Die Antwort auf dieses Problem fand Kary Mullis, als er entdeckte, dass auch Leben in Geysiren (50–100 °C Wassertemperatur) existiert. Er isolierte schließlich die Polymerase aus einem

Bakterium namens *Thermus-Aquaticus*, das in solchen Geysiren lebt, und gab ihr nach dem Ursprungsbakterium den Namen Taq-Polymerase. Um nur einen bestimmten Abschnitt auf dem gesamten DNA-Strang zu erhalten, benötigt man Startblöcke für die Polymerase, sogenannte Primer. Die Primer lagern sich vor den zu kopierenden Abschnitten an die Basen an und was zur Folge hat, dass die Polymerase mit ihrer Arbeit beginnen kann.

Nachdem die Taq-Polymerase dann einmal am Strang entlanggelaufen ist, erhält man zwei Doppelstränge, die jeweils einen normalen und einen verkürzten Strang enthalten. Nach dem ersten Zyklus folgt ein zweiter, bei dem nun aus den zwei Doppelsträngen 4 neue Doppelstränge hergestellt werden. Dabei lagern sich die Primer erneut an und es wird noch einmal synthetisiert. Anschließend hat man dann schon bei zwei Doppelsträngen jeweils einen Strang der rein aus dem zu kopierenden Abschnitt besteht. Diesen Zyklus wiederholt man nun circa 30-mal, bis man dann also 2^{30} Stränge erhält. Darunter sind zum größten Teil die benötigten Short tandem repeats, aber auch noch die zwei Ursprungsstränge und ein paar verkürzte Stränge, die aufgrund ihrer geringen Menge zu vernachlässigen sind.

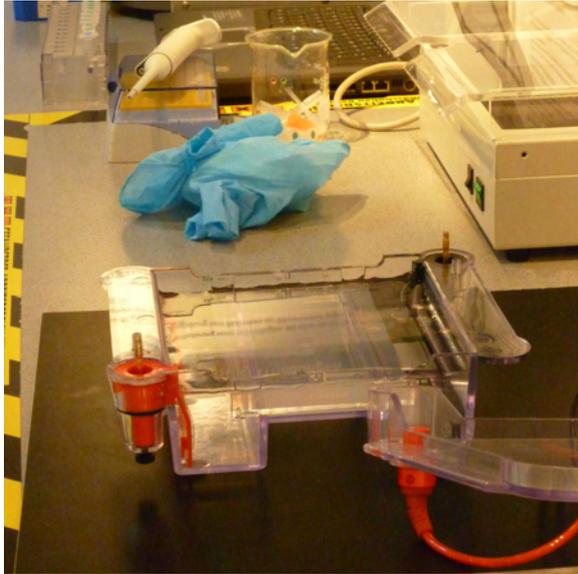
Zusammenfassend kann man den PCR-Zyklus in drei Phasen gliedern:

- „Denaturation“ bei 95 °C: Erhitzen der Stränge um Wasserstoffbrücken zu lösen
- „Annealing“ bei 55 °C: Anlagerung der Primer
- „Extension“ bei 74 °C: Verlängerung durch Taq-Polymerase

In 30 Minuten erreicht man dabei die gewünschten 30 Zyklen.

Gelelektrophorese

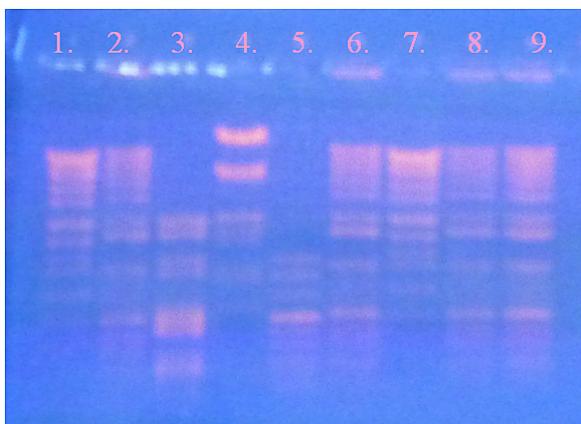
Nachdem wir die DNA in gewünschter Länge und Menge zur Verfügung hatten, konnte wir nun die Gel-Elektrophorese durchführen. Bei dieser werden zuerst die einzelnen Proben in bestimmte Taschen eines Gels eingefügt. An dieses Gel wird eine Spannung angelegt.



Unsere Agarose-Gelelektrophorese im BioLab

Dabei befindet sich der Minuspol bei den Taschen, der Pluspol auf der anderen Seite des Gels. Da die DNA negativ geladen ist, wandert sie in Richtung des Pluspols. Bei der Gelelektrophorese wandern die einzelnen DNA Stückchen unterschiedlich weit. Größere kommen wegen dem größeren Widerstand nicht so weit wie kleinere Stücke mit geringerem Widerstand.

Da die von uns vervielfältigten Stücke bei jedem Menschen eine unterschiedliche Länge haben, ergibt sich nun für jeden Menschen ein anderes Bandenmuster: Sein genetischer Fingerabdruck. Nun mussten wir nur noch die Bandenmuster der Spuren am Tatort mit den Proben der Verdächtigen auf Übereinstimmung vergleichen.



Wer ist wohl der Täter? – Der genetische Fingerabdruck kann Antwort geben.

Und tatsächlich, einer der Verdächtigen hatte dasselbe Bandenmuster wie drei der am Tatort gefundene Spuren, was bedeutet, dass diese von ihm stammen. So lag der Verdacht nahe, dass er der Mörder von Adelsheim war.

Das BioLab – ein Genlabor auf Rädern

CLARA BULTMANN

Das „BioLab on Tour“ ist ein fahrbares Genlabor der Sicherheitsstufe S1 (niedrigste Sicherheitsstufe), das normalerweise Schulen in Baden-Württemberg besucht.



Hier durften wir an vier Vormittagen, betreut von zwei laborerfahrenen Biologen, Versuche selbst durchführen, und so die Theorie, die wir schon gelernt hatten, selbst anwenden und ausprobieren.

Die Arbeit begann mit einer Sicherheitsbelehrung. Darin enthalten war unter anderem die korrekte Sicherheitskleidung. Also zogen alle einen weißen Laborkittel und blaue oder grüne Handschuhe an (oder auch von jedem einen) und setzten eine Schutzbrille auf.

Derart geschützt begannen wir mit dem Genetischen Fingerabdruck:

Zuerst war es unsere Aufgabe, DNA aus unseren Mundschleimhautzellen zu isolieren. Die Mundschleimhautzellen schabte immer eine(r) pro Gruppe mit einem Wattestäbchen im Mund ab. Um daraus DNA zu gewinnen, mussten wir als Erstes durch Zentrifugieren mit einer Pufferlösung die Mundschleimhautzellen vom Wattestäbchen lösen. Anschließend lösten wir mit Hilfe einer Isopropanollösung die Zellmembran,

sowie die Membranen des Zellkerns und der anderen Zellorganellen auf. Dadurch erhielten wir ein Gemisch aus DNA und verschiedenen Proteinen.

Dieses Gemisch gaben wir auf einen Filter, der die DNA, aber auch einige der Proteine zurückhielt. Die Proteine lösten wir vom Filter, indem wir ihn mehrfach wuschen. Jetzt mussten wir nur noch die DNA vom Filter lösen. Dies erreichten wir durch Zentrifugieren mit einer Pufferlösung, die einen veränderten pH-Wert hatte. So hatte nach etwa 30 Minuten konzentrierter Arbeit jede Gruppe einen kleinen Tropfen durchsichtiger Flüssigkeit in einem Eppendorfgefäß (Eppi), die, wie man uns versicherte, die DNA des Mundschleimhautzellenspenders enthielt.



Da diese Flüssigkeit aber nur sehr wenig DNA enthielt, mussten wir diese nun vervielfältigen. Hierfür nutzten wir die PCR (engl.: Polymerase Chain Reaction = Polymerase-Kettenreaktion). Das ist ein Verfahren, bei dem die DNA durch DNA-Polymerase (ein Enzym) vervielfältigt. Diese Vervielfältigung läuft in drei Phasen ab: Zuerst wird der DNA-Doppelstrang in zwei Einzelstränge geteilt, dann lagern sich Startblöcke an, die die Polymerase benötigt, um mit dem Kopieren der Einzelstränge zu beginnen und zum Schluss die eigentliche Vervielfältigung der DNA, bei der die Polymerase die Einzelstränge komplementär ergänzt, sodass wieder Doppelstränge entstehen (siehe Abschnitt zur PCR).

Da diese drei Phasen jeweils ganz bestimmte Temperaturen benötigen, verwendeten wir einen LightCycler. Das ist ein Gerät, das dafür sorgt, dass die Proben zu jeder Phase der PCR die richtige Temperatur haben. Die Mengenzu-

nahme der DNA konnten wir am Monitor des LightCyclers beobachten.

Danach führten wir eine Agarose-Gelelektrophorese durch. Dies ist ein Verfahren, bei dem DNA-Stücke in einem elektrischen Feld wandern, und so nach ihrer Größe sortiert werden können. Die DNA-Stücke sind alle negativ geladen und wandern deshalb zum Pluspol des angelegten elektrischen Feldes. Die größeren Stücke haben allerdings einen höheren Widerstand im Gel und bewegen sich deshalb weniger schnell als die kleineren Stücke. Deshalb sind nach einer bestimmten Zeit die kleinen Stücke weiter gewandert als die großen, sodass ein Bandenmuster entsteht.

Dazu mussten wir die isolierte DNA in die Probenaschen (kleine Einschnitte) des Agarose-Gels pipettieren. Ruhige Hände waren bei dieser Aufgabe von großem Vorteil, denn die Taschen des Gels waren ganz schön klein und man musste sehr genau zielen, um die Proben wirklich in die dazugehörige Tasche zu pipettieren. Als die Proben alle an der richtigen Stelle waren, wurde die Gelelektrophorese gestartet.

Als diese fertig war, konnten wir unter UV-Licht die Bandenmuster der DNA-Proben anschauen.

Nach diesem arbeitsreichen ersten Vormittag im BioLab gingen wir direkt zum Mittagessen, denn wir hatten 20 Minuten überzogen und waren dementsprechend hungrig.

Am zweiten und dritten Vormittag beschäftigten wir uns damit, Bakterien genetisch so zu verändern, dass sie einen blauen Farbstoff produzierten. Dazu verwendeten wir Plasmide, das sind kleine DNA-Ringe, die in Bakterien vorkommen. Diese Plasmide schnitten wir mit Hilfe von Restriktionsenzymen auf. Anschließend gaben wir DNA-Moleküle, auf denen ein Gen für einen blauen Farbstoff lag, die in die aufgeschnittenen Plasmide eingefügt wurden. Dann ließen wir das Enzym Ligase die DNA-Stücke wieder zusammenkleben. Zum Schluss wurden die veränderten Plasmide in die Darmbakterien *E. coli* eingeschleust.

Die so veränderten Bakterien gaben wir auf einen Nährboden und ließen sie über Nacht in einem Brutkasten bei 37 °C wachsen.

Am nächsten Morgen konnten wir dann unsere mehr oder weniger blauen Bakterien (denn der Versuch hatte leider nur bei wenigen Gruppen funktioniert) bewundern.

Außerdem stand an diesem Tag noch das Isolieren eines grün fluoreszierenden Proteins (GFP) aus einem Gemisch verschiedener Proteine auf dem Programm. Dabei wurde durch verschiedene Pufferlösungen und Zentrifugieren das Proteingemisch mehr und mehr aufgereinigt, bis wir zum Schluss reines GFP hatten.

Das gereinigte GFP, sowie Proben aus den einzelnen Reinigungsstufen werteten wir anschließend mit Hilfe einer Gelelektrophorese aus. Mit jeder Reinigungsstufe konnte man weniger Banden erkennen, also waren immer weniger verschiedene Proteine in den Proben enthalten.

Wir hatten also vier erlebnisreiche Vormittage im BioLab und haben dort viele interessante Praktika durchgeführt. Doch nicht nur der Genetik-Kurs profitierte vom BioLab, denn das BioLab enthält außerdem Infotafeln zu verschiedenen Anwendungsbereichen und Forschungsmethoden der Gentechnologie und war deshalb an zwei Nachmittagen für alle Akademieteilnehmer geöffnet.

Während unserer Zeit im BioLab waren auch Zeitungsreporter da, allerdings gab hierbei wohl ein Missverständnis: In dem Bericht war nämlich die Rede von „DNA-Zellen“ obwohl alle Zellen DNA enthalten (gemeint waren vermutlich Bakterienzellen).

Wie werden die auf der DNA gespeicherten Informationen umgesetzt?

JONATHAN WALTER, MARCEL HORNING

Für uns war es nicht nur wichtig, den Aufbau der DNA kennenzulernen, sondern wir wollten auch wissen, wie die Information von der DNA zur Blüte kommt, um dort die Farbe zu bestimmen.

Für die rote Färbung ist ein bestimmter Farbstoff verantwortlich. Die „Bauanleitung“ für diesen Farbstoff ist auf der DNA codiert (=gespeichert). Das Produkt ist ein Protein und besteht,

wie alle Proteine, aus Aminosäureketten. Es wird in der sogenannten Protein-Biosynthese hergestellt.



Schematische Darstellung der Proteinbiosynthese

Die eigentliche Protein-Biosynthese (Translation) läuft an den Ribosomen der Zelle ab, das sind kleine Zellorganellen. Die DNA kann den Zellkern jedoch nicht verlassen, um ins Zellplasma zu den Ribosomen zu gelangen. Daher muss im ersten Schritt, der sogenannten Transkription, eine m-RNA angefertigt werden. Die m-RNA dient als transportable Genkopie. Sie ist nur einsträngig, kürzer und damit auch mobiler als die DNA.

Beim Umschreiben der DNA auf die m-RNA durch die RNA-Polymerase (ein spezielles Enzym) werden zudem die Introns (für die Protein-Biosynthese unwichtige Abschnitte) ausgelassen, sodass die m-RNA nur noch codierende Gene, sogenannte Exons beinhaltet.

Die m-RNA verlässt also den Zellkern und gelangt ins Zellplasma zu den Ribosomen. Dort binden in der Translation die t-RNA-Moleküle an die m-RNA. Diese bestehen jeweils aus einem Anticodon (Sequenz von 3 Basen) und einer daran befestigten spezifischen Aminosäure.

Da die Anticodons komplementär zu den Basen-

tripletts der m-RNA sind, kann die Information eindeutig übertragen werden. An den Ribosomen werden die Aminosäuren der t-RNA zu einer langen Kette verbunden. Das heißt, die 21 unterschiedlichen Aminosäuren werden durch die t-RNA in einer bestimmten Reihenfolge angelagert. Die Abfolge der Aminosäuren ist entscheidend für die Funktion des späteren Proteins.

Der Farbstoff ist hiermit fertig.

Ein Protein besteht aus einer Aminosäurekette, die aus 100–30.000 einzelnen Aminosäuren aufgebaut ist. Solche Proteine können auch als Enzyme wirken, welche dann als Biokatalysatoren fungieren und an nahezu allen Prozessen in einem Organismus beteiligt sind, indem sie die Aktivierungsenergie chemischer Reaktionen heruntersetzen.

Doch Proteine sind nicht nur als Enzyme oder Farberzeuger wichtig. Sie sind auch sonst bedeutende Funktionsträger und Baustoffe wie Keratin für den Aufbau von Haut, Haaren, Nägeln, Trypsin und Pepsin zur Verdauung, Kinasen für die Übermittlung von Informationen, für den Sauerstofftransport im Blut Hämoglobin, Serinproteasen dienen der unspezifischen Immunabwehr des Menschen und Vieles mehr.

Genregulation – oder wie man Gene an- und ausknipst!

JUDITH GERNERT

Während der Entwicklung eines Organismus differenzieren sich allmählich seine Zellen.

In unserem Körper muss Hämoglobin in roten Blutkörperchen dauerhaft in hoher Konzentration vorhanden sein, da es für den Sauerstofftransport im Blut zuständig und somit lebensnotwendig für den Menschen ist. Im Gegensatz dazu wird in Immunzellen kein Hämoglobin produziert. Demzufolge sind hier die Gene, die Hämoglobin codieren, „lahm gelegt“. Stattdessen können diese Immunzellen durch die Bildung von Antikörpern spontan auf Infektionen reagieren.

Anhand dieser Ausführungen wird deutlich, dass in einer Zelle eines Lebewesens nicht alle

Gene (ständig) abgelesen werden. Diese Spezialisierung kommt zustande, indem jeweils nur ein Teil der Gene aktiv ist.

Von dem Bakterium *E. coli* weiß man beispielsweise, dass von seinen 3000 Genen nur etwa 600 andauernd abgelesen werden. Aus diesem Grund muss jeder Organismus ein Regulationssystem besitzen, das das Ein- und Ausschalten von Genen ermöglicht.

Wie werden Gene zu bestimmten Zeitpunkten in der Zelle aktiviert oder gehemmt?

Diese Frage wurde zuerst bei einem Bakterium untersucht. Bakterien zählen zu Prokaryonten, die im Gegensatz zu den Eukaryonten keinen Zellkern besitzen. Auf zahlreichen Versuchsergebnissen der beiden Franzosen F. Jacob und J. Monod, basiert das Operon-Modell, das die Genregulation bei Bakterien auf molekularer Ebene erklärt.

Das Darmbakterium *E. coli*, um eines von vielen zu nennen, wächst und vermehrt sich sehr gut in einem Nährmedium, das Glucose enthält. Es stellt alle für deren Verwertung notwendige Enzyme her.

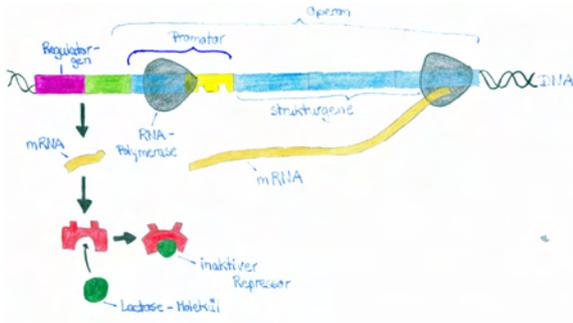
überführt man derartige Bakterien in ein Nährmedium mit Lactose, beginnen sie nach kurzer Verzögerung, diesen Zucker als Energiequelle zu nutzen. Zu der Verzögerung kommt es, da zunächst die Enzyme für den Lactoseabbau gebildet werden müssen; deren „Bauplan“ ist auf einem Gen gespeichert.

Die Kontrolle über diesen DNA-Abschnitt haben zwei vorgelagerte DNA-Regionen inne: der Operator und der Promotor (s. Abb. Operon). Im Überbegriff wird die Einheit von Promotor, Operator und dem darauf folgenden Gen auch als Operon bezeichnet.

Der Weg vom Gen zum fertigen Enzym wird, wie bereits erwähnt, als Proteinbiosynthese bezeichnet.

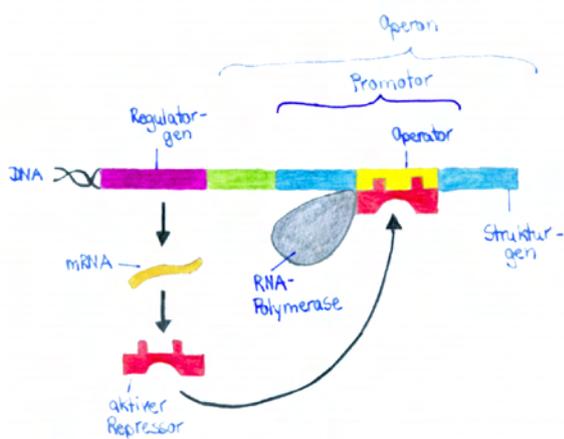
Zunächst muss im ersten Schritt der Proteinbiosynthese (siehe vorheriger Artikel) eine Abschrift der DNA gebildet werden: die m-RNA. Dies geschieht durch das Enzym RNA-Polymerase. Sie erkennt den Anfang des Gens anhand des Promotor und bindet daran.

Die RNA-Polymerase kann jedoch daran gehindert werden, die m-RNA zu bilden, indem sich ein spezielles Protein, der Repressor (rot), an den Operator (gelb) anlagert. Solange der Repressor an den Operator bindet, bleibt das Gen ausgeschaltet.



Operon: Genregulation durch einen Repressor.

Anhand dieser Grundlagen kann nun das Verhalten von *E. coli*, wie eingangs beschrieben, erklärt werden: Wenn keine Lactose im Nährmedium vorhanden ist, benötigt *E. coli* die Enzyme für den Lactoseabbau nicht. In diesem Fall bindet ein Repressor an den Operator und blockiert das entsprechende Gen. Sobald man aber Glucose durch Lactose ersetzt, lagern sich Lactose-Moleküle an den Repressor an. Auf diese Weise ändert er seine räumliche Struktur und passt nicht mehr auf den Operator (siehe Substratinduktion).

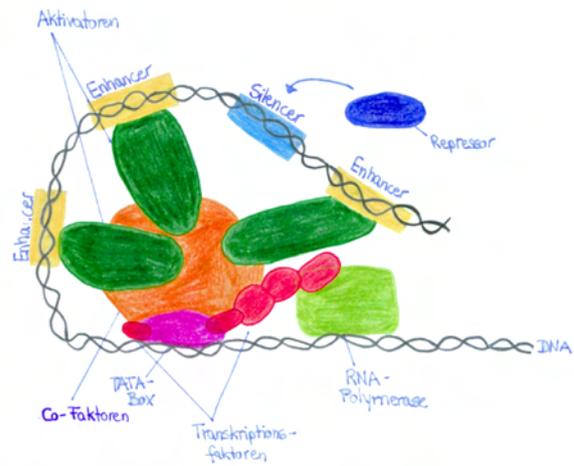


Genregulation durch Substratinduktion

Folglich wird die Blockade aufgehoben und die RNA-Polymerase kann mit der Bildung der m-RNA beginnen und somit die Bildung der

Enzyme für den Lactoseabbau einleiten.

Bei dieser Art der Regulation bewirkt also die Lactose (= das Substrat) das „Anschalten“ der Gene und man spricht von Substratinduktion. Die Genregulation bei Eukaryonten, zu denen u. a. alle Tiere, Pflanzen und auch der Mensch angehören, und im Vergleich zu Prokaryonten gestaltet sie sich jedoch komplizierter.



Schematische Darstellung der Genregulation bei Eukaryonten

Neben der RNA-Polymerase sind in diesem Fall noch andere steuernde Proteine notwendig, die an den Promotor binden. Sie werden Transkriptionsfaktoren genannt (siehe Genregulation bei Eukaryonten). Desweiteren sind so genannte Enhancer und Silencer an der Regulation beteiligt. Das sind DNA-Abschnitte, an die bestimmte Proteine, Aktivatoren oder Repressoren, binden: Repressoren setzen an den Enhancern an und drosseln die Häufigkeit der m-RNA-Bildung während Aktivatoren an die Silencer binden und die gegenteilige Wirkung haben, also unterstützend sind.

Silencer und Enhancer können weit entfernt von den Genen liegen, deren Regulation sie beeinflussen. Durch Aktivatoren und Repressoren nehmen sie Kontakt mit der Promotorregion auf. Hierzu legt sich die DNA in Schleifen.

Gentechnologie

INES KLOHR, LEONIE LINK, REBECCA
ULSHÖFER, ANNA KANDZIORA

Immer wieder wird über das Thema Gentechnik heftig diskutiert – jeder versucht mitzureden, doch die wenigsten wissen genau, was Gentechnik eigentlich ist.

Gentechnologie, oder kurz Gentechnik, umfasst alle Methoden, die mit Veränderung oder Manipulation von DNA zu tun haben. So wurde zum Beispiel der uns bekannte weiße Reis von den Biologen Ingo Potrykus und Peter Beyer so verändert, dass er mehr Vitamin A enthält. Doch nicht die damit einhergehende gelbe Färbung des Reises, der daher auch „Golden Rice“ genannt wird, war das Ziel der genetischen Veränderung.

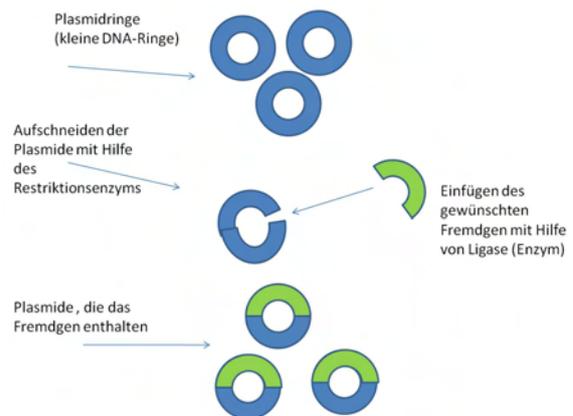


www.golden.rice.org

Die beiden wollten den Menschen, speziell den Kindern, in Entwicklungsländern oder anderen armen Regionen der Welt helfen. Denn dort nehmen die Menschen über ihre Nahrung, die hauptsächlich aus Reis besteht, zu wenig Vitamin A auf und haben deshalb oft schwere Mangelerscheinungen. Hierbei sieht man, dass Gentechnik, die in weiten Teilen Deutschlands und der EU streng verpönt ist, durchaus Chancen bietet. Es gibt aber auch reichlich sinnlose „Spielereien“, wie zum Beispiel die genetische Veränderung von Fischen, damit diese farbig leuchten.

Um den Prozess einer genetischen Veränderung zu erklären, wollen wir hier nun ein einfaches Modell vorstellen, das bei Bakterien angewandt wird.

Wenn man ein spezielles Gen in ein Bakterium einpflanzen möchte, isoliert man zuerst aus Bakterien Plasmide. Plasmide sind DNA-Ringe in Bakterien, auf denen Informationen gespeichert sind, die zwar nicht überlebenswichtig, aber durchaus nützlich für die Bakterien sein können. Solche Gene können beispielsweise für Resistenzen gegen Medikamente codieren. Isolierte Plasmide können verändert und anschließend von Bakterien wieder aufgenommen werden.



Genmanipulation bei Bakterien

Mit Restriktionsenzymen, die wie Scheren funktionieren, werden solche Plasmide aufgeschnitten. Das isolierte Gen wird mit derselben Schere zurechtgeschnitten. Dadurch erhält man zueinander passende Enden, die mithilfe der DNA-Ligase, einem „Kleber-Protein“, verbunden werden.

Theoretisch würden nun alle Plasmide das neue Gen enthalten und es würde in Bakterien in Proteine übersetzt werden, sollte man ihnen das Plasmid einsetzen. Allerdings nimmt nur etwa eines von 10.000 bis 100.000 Plasmiden das Gen auch wirklich auf. Hinzu kommt noch, dass selbst erfolgreich veränderte Plasmide nicht immer von Bakterien aufgenommen werden. Deshalb werden in der Industrie Selektionsverfahren durchgeführt, mit denen man überprüft, ob ein Bakterium nun ein gentechnisch verändertes Plasmid besitzt: Für die Selektion wird außer dem erwünschten Gen noch ein weiteres Gen in das Plasmid eingebaut. Dieses Gen ermöglicht eine eindeutige Differenzierung von Bakterien mit genetisch verändertem Plasmid und Bakterien ohne dieses Gen. Sehr beliebt

sind hierbei Gene für Farbstoffe, sodass die Bakterien, die transgen sind, also ein gentechnisch verändertes Plasmid besitzen, leuchten oder farbige Kolonien bilden.

Eine erfolgreich veränderte Bakterienkultur wird niemals ganz aufgebraucht, sondern kultiviert und immer wieder vermehrt und weiterverwendet. Dies ist mit einem Bauern vergleichbar, der nie seine gesamte Kartoffelernte verkauft, sondern immer einige Knollen zurückbehält, um sie im nächsten Frühjahr wieder auszupflanzen und so Geld zu sparen.

Soweit zur Theorie, nun zur Praxis.

Anwendungsbereiche der Gentechnik

Nachdem uns nun klar war, wie man fremde Gene in ein Plasmid einschleust, hat uns natürlich auch interessiert WO man dieses Wissen anwenden kann und vor allem WIE!

Medizin, Industrie, Umweltschutz und Landwirtschaft – heute alles gängige Anwendungsbereiche der Gentechnik. Da in der Medizin Krankheiten aufgehalten und Leben gerettet werden können, ist dieses Gebiet eines der am meisten erforschten Gebiete. Auch beim Menschen ist es möglich, fehlende Gene in die DNA einzuschleusen, doch wie funktioniert das?

Dazu folgendes Beispiel:

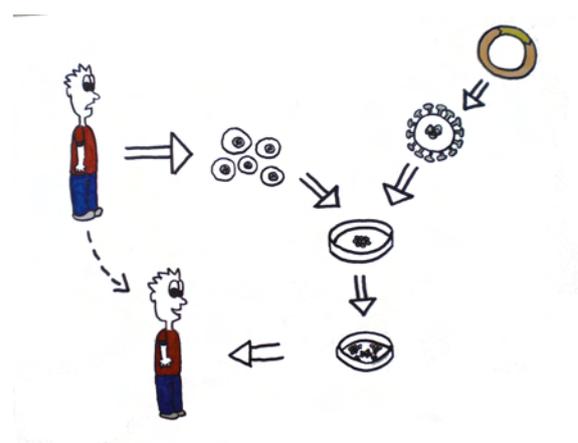
Einem Patienten, der unter einer Erbkrankheit leidet, fehlt ein Gen, um ein bestimmtes Protein herzustellen zu können. Dieses Protein ist aber notwendig, damit die Leber einwandfrei funktioniert. Wie kann man nun diesem Patienten helfen?

Um uns den Einstieg in dieses Thema zu erleichtern, erklärten uns nicht wie üblich unsere Kursleiter, sondern Anna K. und Rebecca die Funktionsweise von Viren, da sie ein Referat zu diesem Thema vorbereitet hatten (in der Zeit vom Eröffnungswochenende bis zur Sommerakademie haben wir alle jeweils zu zweit ein Referat zu einem bestimmten Thema der Genetik vorbereitet).

Viren sind Partikel, die zwar Erbgut (DNA/RNA) enthalten, zur Vermehrung aber auf sogenannte Wirtszellen (z. B.: Bakterienzellen oder Tierzellen) angewiesen sind. Sie injizieren ihr

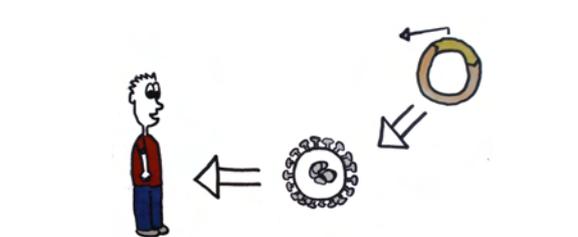
Erbgut in die Wirtszelle und lassen von ihr neue Viren „herstellen“. Die Fähigkeit der Viren, ihr Erbgut in Zellen einzuschleusen, nutzt man, um dem Patienten zu helfen. Sie dienen als Vektoren, die man auch als „Gentaxis“ beschreiben kann. Hierfür gibt es die zwei folgenden Methoden:

„Cell-based Delivery“ (Zellgebundene Übertragung)



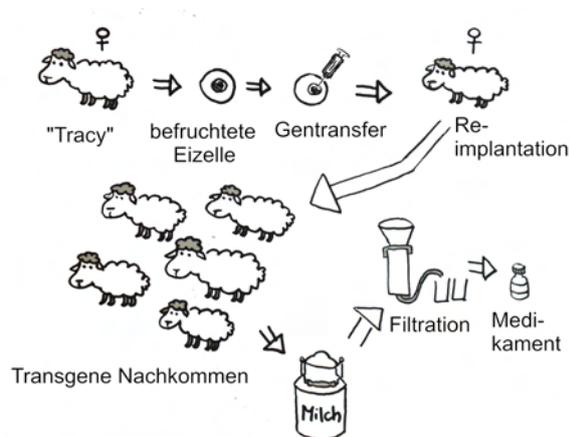
Hierbei wird das Gen, das dem Patient fehlt, in die DNA der Viren eingefügt. Damit sie das Gen weitergeben können, werden dem Patient Stammzellen entnommen, die mit den Viren infiziert werden. Hierbei injizieren die Viren ihre DNA mitsamt dem Gen, das dem Patient fehlt in die Stammzellen. Die Stammzellen werden nun kultiviert, bis sie in ausreichender Menge vorhanden sind und dem Patient reimplantiert werden können.

„Direct Delivery“ (Direkte Übertragung)



Auch dieses Verfahren basiert darauf, dass gentechnisch veränderte Plasmide in Viren eingeschleust werden. Der Unterschied zu dem ersten Verfahren besteht darin, dass nun die Viren direkt in den Körper eingeschleust werden, um dort ihre DNA in die Zellen zu injizieren und dem Patienten das fehlende Gen zu übertragen.

Gewinnung von Medikamenten



Allerdings kann man die Gentechnik im Bereich der Medizin nicht nur verwenden, um Patienten ein fehlendes Gen zu übermitteln, sondern auch um Medikamente zu gewinnen. Dieses Verfahren testete man an dem Schaf „Tracy“.

Ziel war es ein Gen in die DNA des Schafes einzufügen, das das Schaf dazu anregen sollte, ein bestimmtes Protein (Antitrypsin) in der Milch zu produzieren. Hierfür wurde dem Schaf eine befruchtete Eizelle entnommen und in diese das betreffende Gen eingeschleust. Anschließend wurde die veränderte Eizelle wieder in das weibliche Schaf reimplantiert.

Alle transgenen Nachkommen, die Tracy nun hatte, produzierten das gewünschte Protein in der Milch. Mit diesen Tieren konnte auf konventionellen Weg eine Herde aufgebaut werden.

Das Protein gewann man durch Filtration aus der Milch.

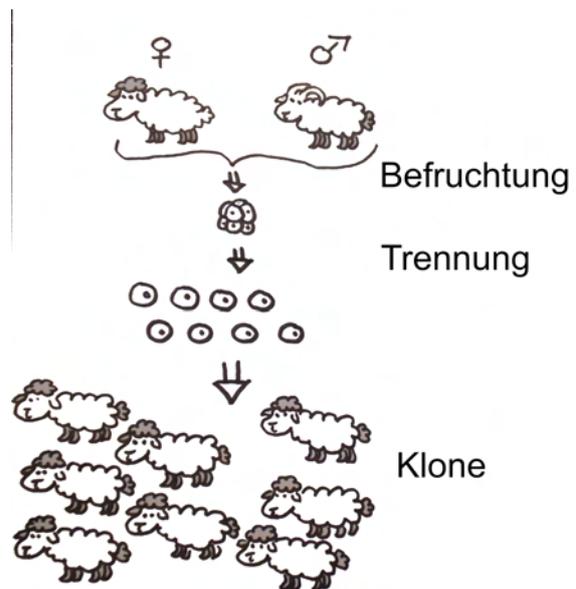
Klonen

Die klassische Vorstellung von Klonen, die auch in Filmen und Büchern dargestellt wird, ist folgende: Ich steige in eine Maschine, es blitzt und funkt und heraus kommen viele „Ichs“, die alle genau gleich handeln und denken wie ich.

Doch ist das wirklich so möglich? Antwort: NEIN!

Klonen ist heute durchaus möglich, doch in ganz anderer Weise. Es gibt zwei Haupttypen des Klonens: das klassische Klonen und das sogenannte „Dolly-cloning“.

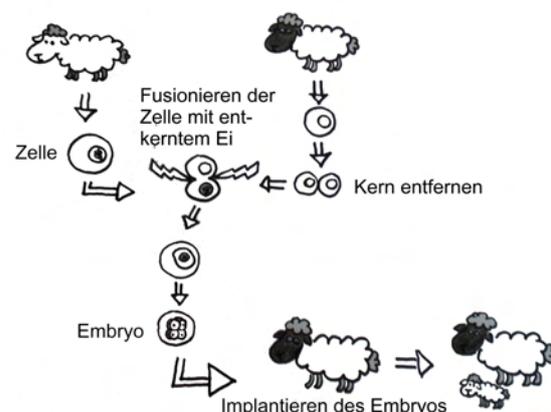
„Klassisches Klonen“



Ziel hierbei ist es, bewusst genetisch identische Mehrlinge als Nachkommen zu erzeugen.

Nach der Befruchtung der Eizelle, teilt sich diese immer weiter. In den frühen Stadien dieses Teilens, sind noch alle Zellen dazu in der Lage ganze Lebewesen zu bilden. Dieser natürliche Prozess nutzt man beim klassischen Klonen: Man trennt die Zellen in diesem frühen Stadium, sodass man mehrere Zellen mit identischem Erbmateriale bekommt. Dieser Vorgang ereignet sich auch, wenn Zwillinge oder allgemein Mehrlinge auf natürliche Weise entstehen. Nur ist die Wahrscheinlichkeit dafür ziemlich gering. Deshalb wird der Vorgang künstlich erzeugt.

„Dolly-cloning“



Diese Art des Klonens ist nach dem ersten Schafklon benannt, das mit diesem Verfahren „erschaffen“ wurde: Dolly.

Für diese Methode entnehmen wir einem Schaf, das als Leihmutter dient, eine Eizelle und entfernen deren Kern, das heißt auch die Erbinformation. Von einem anderen Schaf, der genetischen Mutter, entnimmt man eine normale Euterzelle, isoliert die Erbinformation und fusioniert diese mit der entkernten Eizelle. Dies geschieht durch das Einwirken von Elektrizität.

Diese Eizelle, aus der nun ein Embryo entstehen kann, wird nun der Leihmutter reimplantiert. So kann dieses schwarze „Leihmutter-Schaf“ ein weißes Lamm, das Klonlamm, austragen.

Doch die Gentechnik wird nicht nur im Bereich der Medizin angewandt! Wer hätte gedacht, dass es leuchtende Fische gibt? In grün, gelb, blau und rot?



Eine sinnlose Anwendung der Gentechnologie: Glofish⁶

Es gibt sie tatsächlich, dank der Gentechnik. Solchen Fischen wurde ein Gen eingefügt, das für die Herstellung eines Leuchtfarbstoffes verantwortlich ist. Dies kann für den Umweltschutz ziemlich nützlich sein. Denn man kann Fischen ein Gen einbauen, das dazu führt, dass sie anfangen zu leuchten, wenn sie giftige Chemikalien oder Metalle aus dem Wasser aufnehmen. So kann man herausfinden, ob das Wasser verschmutzt ist, oder nicht. Falls ihr also leuchtende Fische in einem Fluss oder See herumswimmen seht, geht dort lieber nicht baden!)

Nicht nur Fische, sondern auch Pflanzen können zum Umweltschutz beitragen. Pflanzen werden gentechnisch so verändert, dass sie dem Boden Schwermetalle entziehen. Dadurch wird

der Boden gereinigt und nach ein paar Jahren kann man den Boden wieder richtig nutzen.

Und was versteht man unter Impfbrot? Man stellt Bananen her, die im Fruchtfleisch Impfstoffe enthalten. Doch kann das eine klassische Impfung wirklich ersetzen? Die Antwort hierzu lautet leider NEIN, da man bis zum heutigen Zeitpunkt noch nicht die Konzentration des Impfstoffes in der Banane kontrollieren kann. Genau das versuchen Wissenschaftler gerade herauszufinden.

Auch in der Landwirtschaft ist Gentechnik ein großes Thema. Mit Hilfe der Gentechnik können Pflanzen so verändert werden, dass sie mehr Erträge bringen und ihre Qualität verbessert wird. Oder die Pflanzen werden pestizidresistent gemacht. Das hat den Vorteil, dass man Unkraut durch Spritzung vernichten kann, die Nutzpflanze das Spritzmittel jedoch überlebt. Diese Methode wendet man bei verschiedenen Pflanzenarten an, zum Beispiel bei Basta-Mais, Reis oder Baumwolle.

Insektenfreunde passt gut auf eure Insekten auf! Die Gentechnik ist im Anmarsch. Mit der Gentechnik sind nun auch schon Pflanzen entwickelt worden, die einen giftigen Stoff enthalten, der Larven der Schädlinge abtötet.

Schon einmal etwas von einer Anti-Matsch-Tomate gehört? Die Gentechnik bietet viele Möglichkeiten, zum Beispiel die DNA einer Tomate so zu verändern, dass sie selbst nach mehreren Tagen Lagerung nicht matschig wird. Doch diese „Verbesserung“ geht auf Kosten des Geschmackes.

Sehr nützlich jedoch ist der schon erwähnte „Golden Rice“. Er wird vor allem in asiatischen Ländern an Bauern verteilt. Viele Menschen leiden dort an einem Vitamin-A-Mangel. Um diesem Mangel entgegen zu wirken, hat man gentechnisch einen Reis hergestellt, der mehr β -Karotin enthält.

In der Industrie wird die Gentechnik zur Herstellung von Chemikalien oder Waschmitteln benutzt.

⁶<http://www.glofish.com>

Genet(h)ik – bei Risiken und Nebenwirkungen fragen sie ihren Futuristen

INES KLOHR, LEONIE LINK, REBECCA
ULSHÖFER, ANNA KANDZIORA

Während in den USA gentechnisch veränderte Lebensmittel schon zum Alltag gehören, wehrt man sich in Europa noch hartnäckig dagegen.

Die meisten Menschen sehen nur die eine Seite der Medaille, doch wie alles hat auch die Gentechnik ihre Vor- und Nachteile. So jubelten viele über erste Erfolge der Forschung und den Fortschritt, den Gentechnik mit sich bringt. Doch die Begeisterung wurde gebremst, als mögliche Risiken erkannt wurden.

Viele fragen sich: Ist Gentechnik nicht ein unrechtmäßiger Eingriff in die Natur? Unsere Biosphäre ist ein einzigartiges System, das sich selbst steuert und auch reguliert. Auch der Mensch ist ein Teil davon. Doch was passiert, wenn wir in dieses empfindliche System eingreifen. Was verändern wir? Können wir die Konsequenzen wirklich einschätzen?

Im Grunde kann man nur Vermutungen anstellen.

Einmal angenommen, wir verändern eine Pflanze mit gentechnischen Mitteln so, dass sie gegen Parasiten resistent ist. Im ersten Augenblick scheint dieser Eingriff nur Erfolg zu bringen. Man ist den Parasiten los, die Bauern können mehr Gewinn erzielen.

Doch wir konsumieren schlussendlich genetisch veränderte Pflanzen. Mit unserem heutigen Wissensstand können wir noch nicht sagen, was das für Auswirkungen auf unseren Körper haben wird.

Was auf den ersten Blick außerdem kaum auffällt: Diese Pflanze kann sich gegen ihre „Konkurrenten“ viel besser durchsetzen. Sie verdrängt die anderen Pflanzen, Pflanzen, auf die andere Tiere angewiesen sind. Diese Tiere wiederum werden von anderen gefressen. So gerät die Nahrungskette ins Wanken. Auch der Mensch, der oft am Ende dieser Nahrungskette steht, ist betroffen.

Vor einigen Jahren veränderte man eine Grassorte so, dass sie besonders hitzeresistent war.

Man wollte auch in trockenen Regionen Golf spielen, also pflanzte man dort den neuen, gentechnisch Rasen. Jetzt, im Nachhinein, wird der Rasen zur Plage. Er setzt sich gegen die heimischen Gräser durch und verdrängt sie regelrecht. Dies wirkt sich auch auf die dort lebenden Tiere aus. Auch in diesem Fall gerät die Nahrungskette ins Schwanken.

Natürlich gibt es viele, die diesem „hätte, wäre, wenn“ keine Beachtung schenken wollen. Aber wie können wir reagieren, wenn es so weit kommt? Wer trägt dann die Verantwortung?!

In den Medien wird hauptsächlich über die negativen Aspekte diskutiert, wobei die Vorteile in den Hintergrund rücken.

Gerade in der Medizin brachte die Gentechnik viele Vorteile. So versucht man, mit den neu erworbenen Erkenntnissen einige Krebsarten zu bekämpfen oder Organe zu regenerieren. Insulin kann erst seit der Methodenfindung der Gentechnik bedarfsdeckend und kostengünstig hergestellt werden. Welcher Diabetiker möchte und kann hierauf heutzutage schon verzichten?

Auch der Umweltschutz profitiert erheblich von den Methoden der Gentechnik. Inzwischen können Fische als Indikator für vergiftetes Wasser verwendet werden, oder gentechnisch veränderte Pflanzen können Schwermetalle aus dem Boden ziehen.

So kann man die Gentechnik nicht vollends verurteilen. Es besteht jedoch die ernstzunehmende Befürchtung, dass der Mensch durch die Gentechnik die Natur irreversibel verändert. Sollte der Mensch nicht einfach die Natur Natur sein lassen? Schließlich ist er nur ein kleiner Teil der Biosphäre und sollte die Regeln der Natur achten: Leben und leben lassen.

Dieses Prinzip von „Leben und leben lassen“ müssen wir allerdings auch beachten, wenn wir uns mit der Frage auseinandersetzen, ob es ethisch vertretbar ist, dass wir Menschen verhungern lassen, obwohl wir ihnen mit Gentechnik helfen könnten.

Ausflug des Biologiekurses zum Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) nach Heidelberg

MALTE EBNER

Mutationen der DNA sind oftmals Ursachen von Krebs. Somit ist Genetik eine wichtige Grundlage für die Krebsforschung. Darum machten wir auch einen Ausflug zum DKFZ nach Heidelberg.

Als Einführung hielt uns Herr Professor Pawlita aus der Abteilung „Angewandte Tumorigenese“ (ATV) einen Vortrag zum Thema Krebsentstehung und Krebsarten: Krebs ist ein bösartiger Tumor, also unkontrolliert wachsendes Gewebe. Durch Mutationen der DNA vermehren sich Krebszellen uneingeschränkt. Der Tumor verdrängt oder zerstört dabei gesundes Nachbargewebe. Krebszellen können außerdem über die Blutbahn im ganzen Körper verteilt werden und so Tochter Tumore, sogenannte Metastasen bilden. Durch Krebs kann ein Blutgefäß zusammen gedrückt werden, wodurch das umliegende Gewebe abstirbt.

Nach diesem interessanten Vortrag mussten wir Schutzanzüge überziehen, damit wir durch das Labor der Sicherheitsstufe 2 der ATV geführt werden durften (die Staffelung geht von Sicherheitsstufe 1 = geringe Gefährdung bis Sicherheitsstufe 4 = große Gefährdung).

Am DKFZ und anderen Instituten wird an der Behandlung von Krebs mit Viren, die Genfehler korrigieren könnten, geforscht. Ausserdem wird daran geforscht, inwiefern Viren die Ursache von Krebs sein können. Hierbei wurde zum Beispiel auch eine Impfung gegen zwei der 20 Arten von Gebärmutterhalskrebs entwickelt, welche von Papillomviren ausgelöst werden.

Während der Führung sahen wir einen Kühlraum in dem Bakterien und Viren eingefroren werden können, einen Brutraum mit einer Temperatur von 37 °C in dem Bakterien gut wachsen, und Räume mit Ultrazentrifugen und Pipettiermaschinen. In fast jedem Raum gab es Geräte, die den Bakterienkulturen in Reagenzgläsern auf einem „Schüttler“ mehr Sauerstoff zufügen. Jeder Raum hat aus Gründen

der Sicherheit zwei Ausgänge. Wir bekamen auch die „Schatzkammer“ der ATV gezeigt, ein großes Stickstofffass in dem Bakterienkulturen bei -78 °C tiefgefroren werden.



Das Stickstofffass für Bakterienkulturen

Von außen durften wir außerdem in die Schleuse des S3-Bereiches (Sicherheitsstufe 3) der ATV sehen, in dem zum Beispiel mit HIV-Viren gearbeitet wird.

In einem weiteren Vortrag lernten wir verschiedene Behandlungsmethoden von Krebs kennen: Die zurzeit am häufigsten angewandten Behandlungsmethoden sind die operative Entfernung des Tumors, Strahlentherapie, Chemotherapie und die Behandlung mit Medikamenten. Häufig werden diese Behandlungsmethoden auch kombiniert. Sie setzen jedoch mehr an den Symptomen als an den Ursachen von Krebs an.

Unser Ausflug zum DKFZ war sehr interessant und wir haben viel gelernt. An dieser Stelle möchten wir uns nochmals für den tollen Vortrag und die spannende Führung bedanken.

Wer war alles dabei? – Der Genetikkurs unter der Lupe . . .

ALLE KURSTEILNEHMER

Clara Die Flötistin ist stets freundlich und sagt trotz ihrer Intelligenz häufig, sie hätte „keine Ahnung“ Bei Vorträgen und wenn es mal Zeitdruck gab, behielt sie einen kühlen Kopf. Beim Hausmusik wurde ihre Solodarbietung mit großem Applaus belohnt.

Malte mied stets die Nähe jeglicher Kameras und ergriff bei deren Auftauchen schlagartig die Flucht. Wenn keine Fotoapparate in Sicht sind, ist er sehr wissbegierig, und lernt leicht. Er entwickelte während der Akademie eine Vorliebe für das Wort „Moves“.

Anna F. speaks English very well und begeisterte das Publikum am Abschlussabend in ihrer Rolle als Polizistin im Theaterstück. Wenn es mal nichts zu proben gab, stürzte sie sich beim Volleyball mit vollem Einsatz in den Sand. Übrigens: „dschelb“ ist eigentlich „yellow“ ... aber egal.

Judith ist wissbegierig und war häufig beim Bücherschleppen zu beobachten. Beim Abschlussabend überzeugte sie durch ihr Klavierspiel. Die Bakterienzüchtung, die sie zusammen mit Anna durchführte, wurde vor allem durch Leonies Engagement zu einem vollen Erfolg =)



Marcel ist der perfekte Manager, weil er immer hochmotiviert ist. Das stellte er zum Beispiel unter Beweis, indem er das Design für unsere Kurs-T-Shirts entwarf. Wenn er gerade nicht seinen Managertätigkeiten nachging, spielte er Klarinette oder betätigt sich sportlich beim Joggen. Das Bergfest bereicherte er durch eine Diabolo-Vorführung gemeinsam mit Anna und Becci.

Anna K. – auch bekannt als die Sozialbeauftragte unseres Kurses – führte am Bergfest zusammen mit Rebecca nicht nur durch das Programm, sondern stellte bei der Diabolo-Vorstellung ihr Können unter Beweis. Auffallend war auch ihre freundliche und aufgeschlossene Art.

Ines Charakteristisch für sie war ihre gute Aussprache des Englischen. Selbstbewusst, wie

sie ist, nahm sie im Kurs stets Stellung zu kritischen Themen („Das geht gar nicht!“). Beim Sportfest konnte sie dem Aroma des frisch gemähten Fußballrasens nicht nahe genug sein. Ihr Frohsinn und Enthusiasmus wird uns noch lange in Erinnerung bleiben.

Leonie Durch morgentlichen Frühsport bereitete sich Leonie stets seelisch und mental auf ihren „Arbeitstag“ vor. Sie wirkte dadurch cool und durch ihre Selbstkontrolle und Selbstüberwindung erwachsen. Ihre Abneigung zur Laptopverwendung brachte sie vor allem am Doku-Wochenende zum Ausdruck.

Michael Seine vielfältige Begabung zeigte Michael beim Hip-Hop und Ballett-Tanzen. Doch auch seine tägliche Jogging-Runde durfte nicht zu kurz kommen. Im Kurs wich unser Maskottchen, die Phage, nicht von seiner Seite. Außerdem brachte zu Gunsten des Kurses oft gewaltige Opfer und trug dadurch zu allgemeiner Erheiterung bei.

Rebecca bereicherte die Akademie nicht nur durch tolle Beiträge im Kurs, sondern auch durch ihr Organisations- und Schauspielertalent. Auch in den KüAs hinterließ sie ihre Spuren, sei als Diabolo-Könnerin oder Backexpertin. Ihr Lieblingswort „absorbieren“ setzte sie im Kurs durch „Absorption von Information“ um.

Jonathan Starphotograph Jonathan hielt für die gesamten Teilnehmer die schönsten Momente der Akademiezeit fest. Außerdem trug er durch seine Jonglage-Einlage am Abschlussabend dazu bei, diesen unvergesslich zu machen.

Paul-Philipp Unser bester Kurssportler zeichnete sich am Sportfest als Champion im Erdnussweitspucken aus. Um seine sportliche Leistungsfähigkeit aufrecht zu erhalten nahm er ohne Ausnahme das Joggingangebot täglich war. Des Weiteren wurde er von Malte zur ehrenamtlichen Wetterstation ernannt (Fit for Life).

... und die Leiter:

Günther Ullrich Der X-treme-traveller und Meisterphotograph Günther stellte uns eine Auswahl seiner Aufnahmen bei der mor-

gendlichen Traumreise vor. Durch seine sympathische Art wuchs er uns schon am Eröffnungswochenende ans Herz. Den Kurs machte er nicht zu einer trockenen Lerngemeinschaft, sondern, im Gegenteil, schaffte er es durch seinen Humor und anschaulichen Beispielen die Aufmerksamkeit aller zu erwecken.

Celia Viermann In unserem bilingualen Kurs meisterte sie ihre Aufgabe als wandelndes Lexikon hervorragend. Durch ihre vielen Erfahrungen und tollen Tipps stand sie uns immer mit Rat und Tat zur Seite. Ihre Vorliebe für Kaffee lebte sie auch in unserem Kurs aus und brachte ihre bis zum Rand gefüllte Kaffeetasse mit.

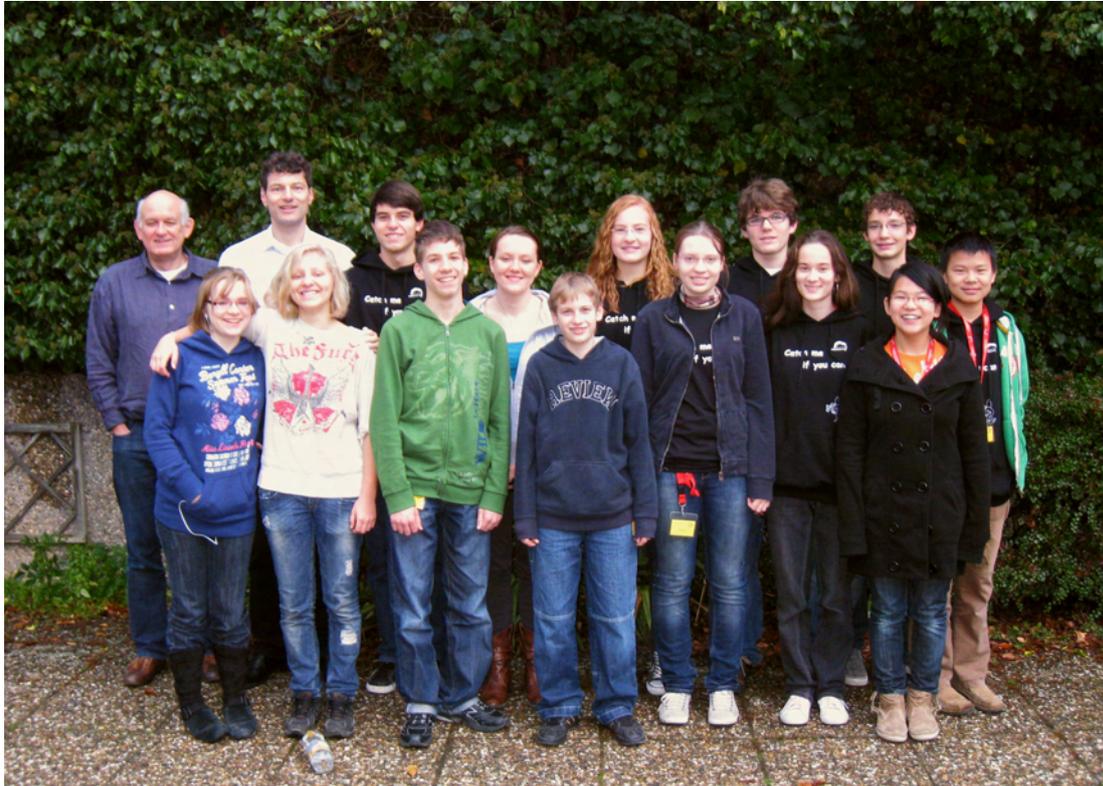
Charlotte Mewes setzte sich neben ihrer Aufgabe als Schülermentorin auch noch als Joggingdirektorin ein. Wenn Probleme auftraten übersetzte sie die hochwissenschaftliche Sprache ins „normale Deutsch“. Dem Betreten des Kurses konnte sie nicht widerstehen und diente als „rauchendes Mordopfer“.

Die besten kursinternen Sprüche

- „Mein Enzym fliegt rum.“
- „Ich verletze mich jetzt!“
- „When you eat a Schnitzel ...“
- „Ich lasse mich klonen und passe zweimal ins T-shirt rein!“
- „Wischible“
- „Dreitens“
- „Beichspauheldrüse“
- „Du kannst doch nicht die Wand schlagen!“
- „Fertilized milk“ statt „Filtrated milk“
- „Du lachst mir auf den Kopf!“
- „Unser Phagen“



Kurs 4 – Pinball, Breakout & Friends



Wir ...

Samuel Samu kümmerte sich ständig um alles mögliche, er selbst war immer motiviert. Am Eröffnungswochenende jammerte er von Anfang an, er habe keine Ahnung vom Programmieren, doch im Sommer zeigte er uns wo der Programmierhammer hängt. Mit seinen Computerfähigkeiten wuchs auch seine Aufmüpfigkeit ;-)) und er wurde zu einem vorantreibendem und lebhaftem Geist.

Wenke stellte sich den großen Herausforderungen mit Bravour und half überall mit. Jederzeit konnten wir auf ihre Zuverlässigkeit und Gewissenhaftigkeit zählen, mit der sie ihre Aufgaben erledigte. Wir vermissten sie sehr, da sie am Abschlusswochenende leider krank war. Es fiel uns nicht leicht ihr Fehlen auszugleichen. Als Leichtathletin war sie nicht nur beim Sportfest sehr gut zu

gebrauchen, sondern auch zur Organisation unserer coolen Festlichkeiten.

Lucia war sehr nett und immer hilfsbereit. Außerdem konnte man sich voll und ganz auf sie verlassen. Ihre Fantasie kannte bei den Leveln keine Grenzen, und sie entwickelte uns drei schicke Designs.

Das Bergfest gestaltete sie mit anderen zusammen zu einer genialen Fete.

Kate unser jüngster Spross der Academy war zwar ruhig, aber sehr kreativ. Auch wenn sie es als jüngste nicht immer ganz leicht hatte, ging sie im Akademieleben nicht unter.

In unserem Kurs behauptete sie sich als eine solide Programmiererin, mag sie am Anfang auch manche Probleme mit der abstrakten Materie des Programmierens gehabt haben

– an dieser Stelle noch mal ein Lob an ihre Willensstärke sich durch diese Thematik durchzubeißen.

Larissa war zwar still, arbeitete aber trotzdem zügig und präzise. Wir konnten immer auf ihre Programme zählen. Mit ihrer souveränen Vortragekunst verzauberte sie uns alle, denn wenn sie vorne stand und ihr Thema präsentierte, verstand jeder gleich worum es ging.

Außerdem zeigt sie uns ihre Kontrolle über die Blockflöte am Hausmusikabend mit einer Kanon-Sonate.

Paul unser großer Koordinator, hat nie den Überblick verloren. Ohne ihn wären wir aufgeschmissen gewesen. Er fügte alle Klassen locker zusammen und sorgte für ein funktionsfähiges Spiel. Auch er trug zu mit viel Ideenreichtum und witzigen Sprüchen zum Erfolg unseres Kurses bei. Er scheute sich nicht Verantwortung zu übernehmen und zu sagen, was Sache ist.

Philipp war unser Crack, sowohl informatisch als auch physikalisch gesehen. Mit viel Spaß programmierte er die anspruchsvollen Animationen der Abschlusspräsentation und programmierte uns alle an die Wand.

Die Programmiersprache beherrschte er wie seine Muttersprache und mit seinem Fachwissen half er an allen Ecken und Enden.

Alex Klein kam er doch ganz groß raus, was er uns durch seine wunderbare Präsentationsfertigkeit bewies. Mit seiner aufgeweckten Art brachte er, wo auch immer er hin ging, gute Laune mit und trug damit super zur Atmosphäre bei.

Timo war der totale Physikjunkie, immer gut drauf und ließ sich oft von DanY und Mina nerven. Er hatte die Ruhe weg und meisterte früher oder später sämtliche Probleme.

Dank seiner Ruhe löste er nicht nur die verzwickten Rätsel, sondern minderte den Stress in manchen Situationen.

Dany war immer bester Stimmung, auch wenn ihr Magen laut knurrte. Sie war extrem gesprächig und heiterte alle anderen auf. Außerdem stand sie voll und ganz hinter einem PINKEN Breakout. Um uns eines

ihrer Hobbies näher bringen zu können, hat sie eine Taekwondo-KüA geleitet und Timo im persönlichen Schachspiel abgezogen.

Mina wusste immer, was zu tun war. Sie war sehr locker und ließ sich nicht aus der Ruhe bringen, stattdessen brachte sie frischen Wind in den Kurs. Zu jeder Situation fiel ihr ein guter Kommentar ein, mit dem sie alle zum Lachen brachte. Ihre freche und ehrliche Art macht sie einzigartig.

Kevin war neben Paul die Sammelzentrale unserer erarbeiteten Ergebnisse. Mit maßloser Vorfreude wartete er auf die fertigen Programmversionen und verpasste unserer Abschlusspräsentation ein fetziges Layout. Dabei ist er sämtliche Spielereien in Open-Office auf den Grund gegangen.

Jörg unser junger Kursleiter, der uns immer mit Rat und Tat zur Seite stand. Auch in schwierigen Situationen behielt er den Überblick und war stets geduldig. Er motivierte uns auch über die längsten Durststrecken hinweg und fand immer die richtigen Worte, wenn er das benötigte „Hirnschmalz“ einforderte.

Matthias unser erfahrener und überaus kompetenter Kursleiter war sehr hilfsbereit und versuchte uns in jedem Moment die Welt der Informatik etwas näher zu bringen.

Er legte besonders Wert auf Ordnung im Quelltext und die Auflösung der Bilder, was uns oft in den Wahnsinn trieb. Er liebte es uns darauf hinzuweisen, dass wir unser Projekt „an die Wand fahren“. Seine Kaffeemaschine brachte uns sehr viele Besuche ein.

Melli war die beste Schülermentorin. Sie hat überall gute Stimmung verbreitet, so war es ständig lustig, wenn man auf sie getroffen ist.

Beim Hip-Hop war sie immer voller Power und Motivation und schaffte es auch im theoretischen Unterricht, uns schwierigen Physikstoff zu vermitteln.

Alle zusammen haben wir viel geschafft und jede Menge Spaß gehabt: Was sind wir? INFOS!

Einleitung

PAUL NICKEL

Breakout, Pinball und Friends – das war der Name unseres Kurses.

Zusammen mit unseren Kursleitern Jörg Richter, Matthias Taulien und Melina Becker haben wir uns in den Bereich der Computerspielentwicklung gewagt. Das Ziel des Kurses war es ein komplexes Computerspiel zu entwickeln, bei dem auch die Physik und die Mathematik eine wichtige Rolle spielt.

Um das Spiel auf den Bildschirm zu bringen erlernten wir die Programmiersprache Java.

Das Ziel des Kurses war es also ein physikalisch möglich korrektes Computerspiel zu entwickeln – aber es blieb die Frage, wie dieses Spiel aussehen sollte?

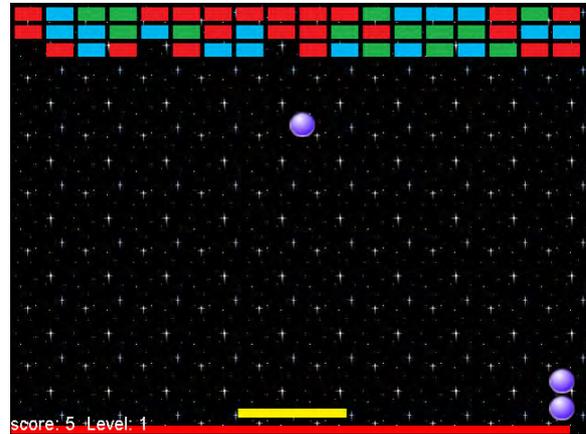
Angeregt von unserer Kursleitung entschieden wir uns für das Spiel Breakout.

Auf der Abbildung ist eine Vorabversion unseres Spieles zu sehen: Am oberen Spielfeldrand sind verschiedenfarbige Blöcke zu sehen, darunter befindet sich der Ball und das gelbgefärbte Paddel.

Ziel des Spieles ist es, alle Blöcke auf dem Spielfeld mithilfe des Balls zu zerstören. Der Ball wird mit dem Paddel im Spielfeld gehalten. Im Idealfall bewegt sich der Ball nach den physikalischen Gesetzmäßigkeit und wird an dem linken, rechten und oberen Spielfeldrand sowie an den Blöcken und (ganz wichtig) an dem Paddel reflektiert. Am unteren Spielfeldrand wird der Ball allerdings nicht reflektiert, sondern aus dem Spiel entfernt.

Diese Grundidee kann man um beliebig viele Modifikationen erweitern. So stehen einem in der Version, wie auf der Abbildung zu sehen ist, insgesamt drei Bälle zur Verfügung. Zudem haben die Blöcke mehrere Leben und besitzen eine gewisse Art Anziehungskraft. Am unteren Spielfeldrand ist eine rote Zeitleiste zu sehen. Ist diese abgelaufen wird eine neue Reihe von Blöcken erzeugt. Auf der linken, unteren Spielfeldseite wird der aktuelle Spielstand angegeben. Auf der rechten, unteren Spielfeldseite ist zu sehen, wie viele Bälle noch zur Verfügung stehen.

In unserem Spiel, das wir als Team zusammen programmiert haben, gibt es unter anderem eine ausführlichere Ausgabe des Spielstands, Buttons mit verschiedenen Funktionen, ein Hilfefenster, drei verschiedene Level, Bonusobjekte und vieles mehr.



Screenshot eines Breakout-Spieles

Aber nicht nur die Spielidee kann man beliebig modifizieren: Auch bei der physikalisch korrekten Umsetzung des Spieles kann man, wie Jörg immer so schön sagte, „beliebig viel Gehirnschmalz“ investieren. Bei insgesamt 3 794 Zeilen Code unseres Spieles machten die 1 139 Zeilen, die das Spiel physikalisch möglichst realistisch machen, einen erheblichen Anteil aus.

So haben wir uns in mehreren Einheiten mit verschiedenen physikalischen Themen auseinandergesetzt: Begonnen mit Vektorberechnung, über Gravitation bis hin zu Beschleunigung haben wir uns mit einigen Bereichen der Dynamik beschäftigt.

Objektorientierte Programmierung

LARISSA LINK

Unser Breakout-Spiel haben wir in Java, einer objektorientierten Programmiersprache entwickelt. Wichtige Aspekte der objektorientierten Programmierung und damit die größten Vorteile dieser Art der Programmierung sind: die hierarchische Klassenstruktur mit Vererbung, also die Aufteilung des Quelltextes in einzelne Klassen, und die Datenkapselung.

Klassen und Objekte

In unserem Spiel gibt es verschiedene Spielfiguren und Spielfunktionen, die unterschiedlich aussehen und verschiedene Eigenschaften und Fähigkeiten haben. In einem Programm ist für jedes dieser Elemente eine Klasse vorhanden. Klassen sind Baupläne, sozusagen die Bauanleitungen für die Objekte, die man dann im Spiel verwenden kann. Ein Objekt hat Fähigkeiten, bestimmte Aktionen auszuführen und hat typische Eigenschaften. Diese Eigenschaften – auch Attribute genannt – und die möglichen ausführbaren Handlungen, die man mithilfe von Methoden realisiert, sind in der jeweiligen Klasse aufgeführt. Jede dieser Klassen hat ihren eigenen Quelltext – das heißt eine Datei, in die man in der Programmiersprache Befehle hineinschreibt, um Methoden und Attribute zu definieren. Dies ist ein großer Vorteil der objektorientierten Programmierung: man hat nicht einen großen Programmtext, sondern jede Klasse hat einen Bereich, eine Datei für sich, in der programmiert werden kann. Das ist vor allem wichtig, wenn man in Gruppen arbeitet. Jede Arbeitsgruppe kann beispielsweise eine eigene Klasse programmieren, damit gleichzeitig an verschiedenen Funktionen des Programms gearbeitet werden kann. Später lassen sich dann alle Klassen zu einem gemeinsamen Programm zusammenführen. Sowohl die Attribute, als auch ihre Werte und die Methoden einer Klasse lassen sich nur innerhalb des Quelltextes genau dieser Klasse direkt verändern; nur durch Methoden kann man beim Programmieren auf andere „fremde“ Klassen zugreifen. Das nennt man Datenkapselung.

Hierarchie und Vererbung

Wenn man eine Klasse geschrieben hat, kann man beliebig viele Objekte dieser Klasse erzeugen. Diese haben dann die jeweiligen definierten Eigenschaften und können auch real ihre Methoden ausführen. Die Klassen eines Programms müssen aber nicht alle gleichgestellt sein. Man kann unter ihnen auch eine Hierarchie aufbauen. Das heißt, man kann von einer Klasse Unterklassen erzeugen. Nur durch diese Hierarchie unter den Klassen kann ein

sehr wichtiger Aspekt der objektorientierten Programmierung zum Tragen kommen, nämlich die Vererbung. Wenn man von einer Klasse eine neue Unterklasse erstellt, und von dieser Objekte erzeugt, erben diese automatisch alle Attribute und Methoden der Oberklasse. Außerdem kann man in der Unterklasse nun noch zusätzliche Eigenschaften und Fähigkeiten hinzufügen. Man muss so nicht alle bereits in der Oberklasse vorhandenen Attribute und Methoden nochmal schreiben! Dies erspart Arbeit – die neue Unterklasse hat schon alle in der Oberklasse gegebenen „Voraussetzungen“ und lässt sich dazu noch weiter spezifizieren.

Wie funktioniert eine Animation am Computer?

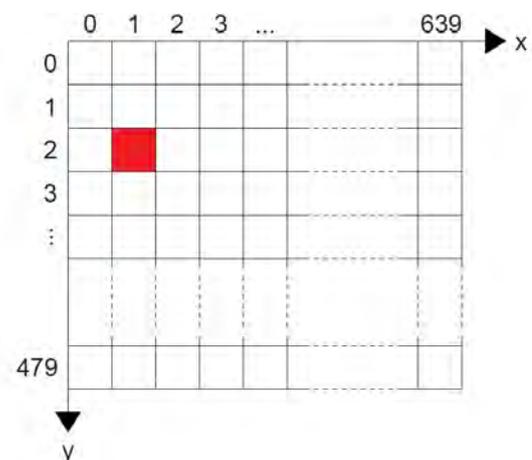
LUCIA CONSTANZE GROSSE

Täglich, wenn man am Computer arbeitet oder nur im Internet surft, wird man mit sich bewegenden Grafiken konfrontiert. Das gleiche passiert auch in unserem Computerspiel, denn was wäre ein Breakout-Spiel ohne einen animierten Ball?

Bevor man ein Objekt bewegen kann, muss man es zunächst zeichnen können.

Zeichnen einer Grafik

Wenn man eine Grafik am Computer zeichnet, legt man ihre Position durch Koordinaten fest.



Dazu nutzt man ein normales zweidimensionales kartesisches Koordinatensystem, welches

sich von dem, das wir aus dem Mathematikunterricht kennen, ein wenig unterscheidet.

Die x-Achse zeigt zwar wie gewohnt von links nach rechts, die y-Achse jedoch von oben nach unten. Die markierte Kachel hat also die Koordinaten (1|2).

Damit ein Objekt erscheint, muss es genau wie auf einem Papier gezeichnet werden. Dafür benötigen wir eine Methode, da wir schließlich auch sichtbare Objekte verwenden. Die Methode `zeichneDich()` ist bei uns für das Zeichnen eines Objekts zuständig. Die Grafik wird mit einem Objekt namens `g2d` der Klasse `Graphics2D`, vergleichbar mit einem Multifunktionsstift, konstruiert und gezeichnet.

Mit der Methode `g2d.setColor()` legt man fest, welche Farbe das zu zeichnende Objekt erhalten soll.

Danach zeichnet man beispielsweise mit der Methode `g2d.fillRect(100, 200, 50, 10)` ein Rechteck, das 50 Pixel breit und 10 Pixel hoch ist; die linke obere Ecke des Rechtecks hat die Koordinaten (100|200)

In der Praxis setzen wir nicht sofort Zahlen ein, sondern Variablen. Dies ermöglicht Rechtecke mit unterschiedlicher Größe und Position zu zeichnen. Bei uns werden die Abmessungen sogar dynamisch an die Spielfeldgröße angepasst.

Animieren einer Grafik

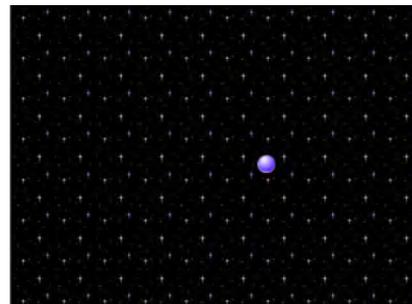
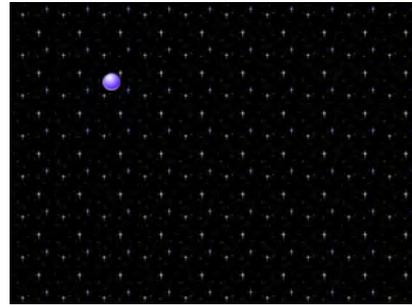
Für die Bewegung der Objekte ist die Methode `bewegeDich()` zuständig. Objekte werden vom Computer bewegt, indem man ihre Koordinaten verändert. Um ein Objekt zum Beispiel nach rechts zu verschieben, verändert man die x-Koordinate. Um es sowohl horizontal als auch vertikal zu verschieben, verändert man die x-Koordinate wie auch die y-Koordinate.

In der Methode `bewegeDich()` weisen wir dem x-Wert und dem y-Wert jeweils neue Werte zu. Das Gleichheitszeichen entspricht in diesem Fall nicht dem gebräuchlichen Gleichheitszeichen, sondern einer Zuweisung.

```
x = x + 20
```

```
y = y + 10
```

Wenn man diese Methode mehrmals hintereinander ablaufen lässt, befindet sich der Ball jedes Mal an einer anderen Position:



Je schneller man die Methode hintereinander ablaufen lässt, desto gleichmäßiger und realer wirkt die Bewegung, weil wir die Sprünge zu den neuzugewiesenen Koordinaten nicht mehr wahrnehmen. Dies kann man sich wie bei einem Daumenkino vorstellen.

Entwicklungsumgebungen Greenfoot und Eclipse

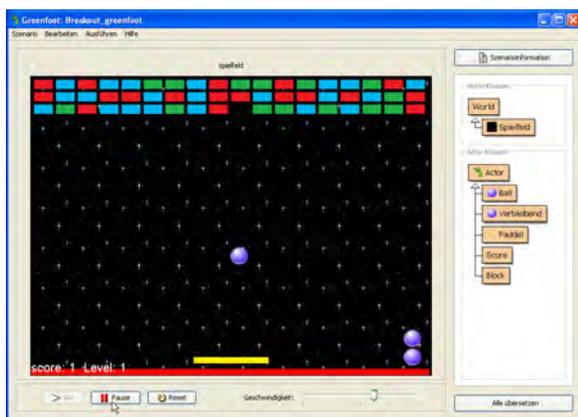
ALEXANDER QUINT, KEVIN WANG

In unserem Kurs haben wir mit zwei sogenannten Entwicklungsumgebungen gearbeitet: Greenfoot und Eclipse. Beide basieren auf der Programmiersprache Java, unterscheiden sich aber deutlich.

Eine Entwicklungsumgebung hilft dabei, Programme zu entwickeln. Sie formatiert den Code, zeigt Syntaxfehler an und macht Lösungsvorschläge zur Fehlerbehebung. Außerdem übersetzt der Compiler den Quellcode in Befehle, die vom Computer ausgeführt werden können. Greenfoot ist zum Erlernen von Java gedacht. Man kann eine Spielfeld-Welt mit graphischen Objekten bevölkern, deren Eigenschaften und Fähigkeiten man programmiert – ideal für ein kleines Computerspiel

Eclipse dagegen eine sehr mächtige Entwicklungsumgebung ist, die auch von professionellen Programmierern benutzt wird. In Eclipse ist kein Grundgerüst vorgegeben, also muss man alles selbst erstellen.

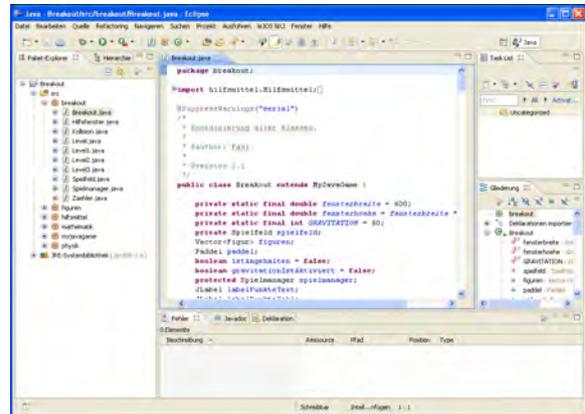
Greenfoot haben wir am Eröffnungswochenende und bei unserer Hausaufgabe verwendet – während der Sommerakademie jedoch haben wir mit Eclipse programmiert.



Hauptfenster von Greenfoot

Die obige Abbildung zeigt das Hauptfenster von Greenfoot. In der Mitte befindet sich das Spielfeld. In dieses kann man direkt Objekte einfügen, und man kann deren Methoden aufrufen oder Attribute inspizieren. Auf der rechten Seite sieht man den Bereich mit den verschiedenen Klassen und Unterklassen, z. B. die Klasse `Paddle`. Mit den Buttons „Run“ (vor Spielstart), „Pause“ (während des Spiels) und „Reset“ unterhalb des Spielfelds kann man das Spiel starten, stoppen und in den Anfangszustand versetzen. Mit dem Regler „Geschwindigkeit“ wird die Geschwindigkeit der beweglichen Objekte (Ball, Paddle) eingestellt.

Im untenstehenden Bild wird die Arbeitsplattform von Eclipse dargestellt. Hier sieht man, dass Eclipse deutlich komplexer als Greenfoot ist.



Arbeitsplattform von Eclipse

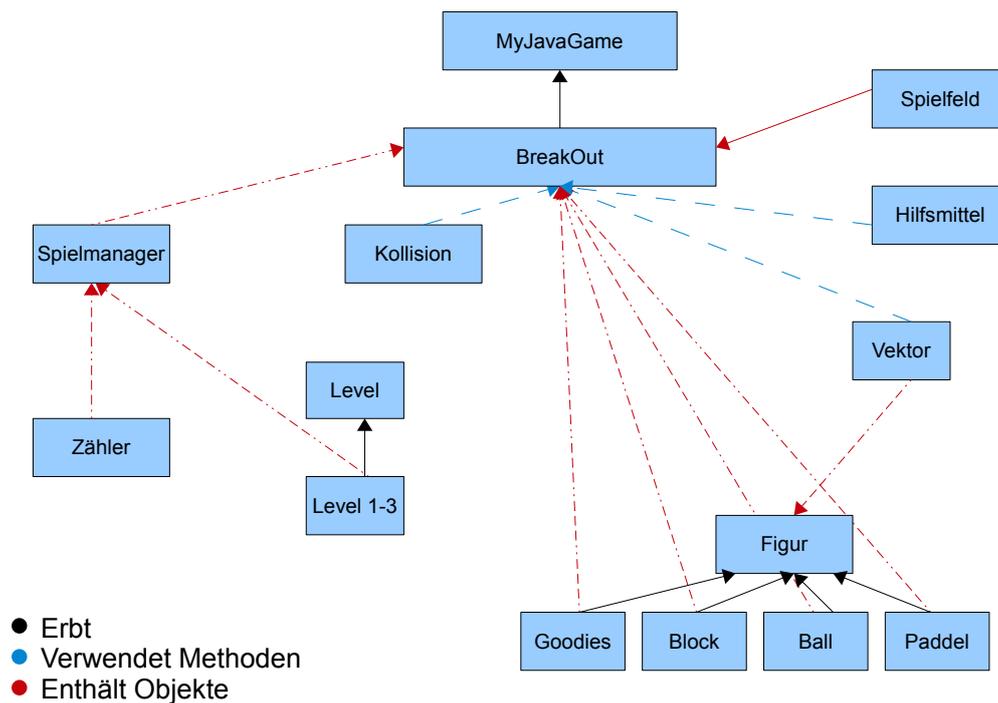
Auf der linken Seite sieht man einen Bereich, auf der sich alle Projekte, Pakete und Klassen befinden. In der Mitte ist das Editorfenster, in dem man den Quelltext für Programme erstellen kann. Auf der oberen Leiste gibt es ein grünes Button mit einem weißen Pfeil. Wenn man auf diesen klickt, wird das Spiel kompiliert und gestartet. Unten gibt es einen Ausgabebereich für Fehlermeldungen etc. Auf der rechten Seite befindet sich eine Klassenhierarchie. Und wenn man einen Programmierfehler macht, wird dieser durch ein rotes Feld am Rand gekennzeichnet. Wenn man auf eine Glühbirne am Rand klickt, bekommt man Lösungsvorschläge.

Die Entwicklung unseres Spiels

DANIELA SCHÄFER, JASMINA
VERCRÜSSE

Für ein komplexes Spiel wie Breakout war es sinnvoll die Arbeit aufzuteilen.

Dazu mussten wir noch bevor wir anfangen zu programmieren, überlegen, wie unser Spiel zum Schluss aussehen sollte und eine Programmstruktur entwerfen. Die einzelnen Fachgruppen mussten sich dann Bereiche aussuchen und die damit verbundenen Klassen programmieren. Mit dieser Vorgehensweise erzielten wir einen großen Erfolg, weil sich jede Gruppe nur mit



ihrem Themengebiet und dessen Problemen beschäftigen musste. Teilweise wurde, zum Beispiel der Mathematikgruppe, spezielles Fachwissen übermittelt. Ein weiterer Vorteil war, dass

verschiedene Klassen gleichzeitig programmiert werden konnten, was uns sonst nicht möglich gewesen wäre.

Um das Programmieren der Klassen zu koordinieren, wurden zu Beginn Etappenziele festgelegt. Die unterschiedlichen Versionen wurden an einem gesammelten Speicherort zusammengefügt und mit den jeweiligen Versionsnummern bezeichnet. Nachdem alle Klassen in einer Versionsnummer übereingestimmt hatten, wurden sie zu einem gesamten Spiel mit eben dieser Versionsnummer zusammengefügt.

Ein temporäres Problem war, dass jede Fachgruppe unterschiedlich viele Aufgaben für die jeweiligen Versionen hatte und unterschiedlich schnell gearbeitet hat. Somit waren die einzelnen Bereiche oft verschieden weit entwickelt und es konnte nicht immer die neueste Version des Spiels erstellt werden, obwohl sie für einige Gruppen zur Weiterarbeit nötig gewesen wäre. Man musste deshalb provisorisch arbeiten: Hierzu sprach man sich vorher ab, wie die benötigte Methode heißen sollte, und verwendete

sie geeignete Platzhalter.

Ein weiteres Problem konnte sich in der Kommunikation ergeben: Es kam vor, dass Fachgruppen an Aufgaben arbeiteten, für die sie gar nicht zuständig waren oder die zuständige Fachgruppe erledigte ihre Aufgaben nicht, weil sie mit anderen Aufgaben beschäftigt war.

Trotz dieser Probleme bot die Gruppenarbeit viele Chancen und verringerte den Arbeitsaufwand für die gesamte Gruppe. Ohne diese Aufteilung wären wir mit unserem Spiel wohl nie so weit gekommen.

Das Herz des Spiels

KEVIN WANG, PAUL NICKEL

Das Herz unseres Breakout-Spiels sind die Klassen `MyJavaGame`, `Breakout` und die Klasse `Spielmanager`. Die Klasse `MyJavaGame` enthält ein Grundgerüst für die Animation. `Breakout` koordiniert das gesamte Spiel, und die Klasse `Spielmanager` verwaltet die Angaben, die den Spielstand betreffen, wie zum Beispiel das aktuelle Level, den Punktestand und die Anzahl der Leben.

Die Klasse `MyJavaGame`

Doch wie funktioniert das Zusammenspiel dieser Klassen? Die Klasse `MyJavaGame` wurde von unseren Kursleitern vorbereitet, um uns den Einstieg zu erleichtern. In dieser Klasse war die Rumpf-Animation bereits vorhanden: Zum Beispiel eine Methode, die immer wieder ausgeführt wird, und in der auch das (alledings noch leere) Spielfeld gezeichnet wird.

Die Klasse `Breakout`

`Breakout` definierten wir als eine Unterklasse von `MyJavaGame`, sodass `Breakout` alle Methoden von `MyJavaGame` ausführen kann. In der Klasse `Breakout` werden neue Spielfiguren und das Spielfeld erzeugt, ihre Positionen berechnet und gezeichnet – sie ist die zentrale Klasse unseres Spiels. Außerdem wird der Punktestand angezeigt und geprüft, ob eine Taste gedrückt wird.

Betrachten wir die Klasse `Breakout` näher. Der Quelltext der Klasse `Breakout` besteht im Wesentlichen aus vier Abschnitten:

Im Konstruktor stehen die Befehle, die beim Start des Spiel bearbeitet werden. In ihm werden zum Beispiel das Spielfeld, die Spielfiguren und die Spalte für den Spielstand erzeugt.

Im zweiten Abschnitt finden alle Berechnungen statt. Dort wird die aktuelle Position des Balls berechnet und geprüft, ob eine Kollision stattfindet.

Des weiteren gibt es den Bereich, die für das Zeichnen des Spiels zuständig ist.

Am Schluss befindet sich der Teil, der für die Behandlung der Tasten zuständig ist. In ihm ist die gesamte Steuerung des Spiels festgelegt: Wenn zum Beispiel die p-Taste gedrückt wird, wird das Spiel pausiert.

Man sieht, dass die Klasse `Breakout` ziemlich komplex ist. Damit `Breakout` nicht zu unübersichtlich wurde, haben wir andere wichtige Aufgaben in eigene Klassen ausgelagert.

Die Klasse `Spielmanager`

Die Berechnung des Spielstands (Punkte, Leben, Level) übernehmen deshalb die Klassen

`Spielmanager` und `Zaehler`. Außerdem erzeugt der `Spielmanager` neue Level und Goodies. Goodies sind Objekte, die zufällig herunterfallen, wenn man einen Block zerstört hat. Sie können dann vom Spieler eingesammelt werden. Damit dies funktioniert, kommunizieren die Klassen `Spielmanager` und `Breakout` miteinander.

Um den aktuellen Spielstand zu berechnen, steht der `Spielmanager` in engem Kontakt mit der Klasse `Zaehler` und der Klasse `Kollision`. Ein Beispiel: Wenn ein Block zerstört wurde, ruft die Klasse `Kollision` den `Zaehler` auf, der dann den Punktestand erhöht. Der Punktestand wiederum wird dann vom `Spielmanager` abgefragt.

Soweit es uns möglich war, haben wir versucht, den `Spielmanager` unabhängig von der Klasse `Kollision` zu gestalten. In der Praxis sieht das dann so aus: Sollten keine Blöcke mehr auf dem Spielfeld sein, muss nicht die Klasse `Kollision` dem `Spielmanager` mitteilen, dass er ein neues Level erzeugen soll. Vielmehr prüft der `Spielmanager` selbstständig, ob auf dem Spielfeld noch Blöcke sind. Ist dies nicht der Fall, erzeugt er automatisch ein neues Level. Somit entstehen zwei getrennte Abläufe, die die Fehlerbehebung vereinfachen und das Spiel übersichtlicher machen.

Insgesamt bilden die drei Klassen `MyJavaGame`, `Spielmanager` und `Breakout` das Herz unseres Spiels. Sie bekommen den Großteil aller Informationen übermittelt und entscheiden auf deren Basis, welche Aktion als nächstes ausgeführt werden soll.

Das Paket `figuren`

KATE LAU

Das Paket `figuren` beinhaltet die Klasse `Figur` und als deren Unterklassen `Ball`, `Block`, `Paddel` und `Goody`.

Somit ist das Paket `figuren` für die verschiedenen Objekte auf dem Spielfeld zuständig.

Die Klasse **Figur**

Die Klasse **Figur** enthält alle diejenigen benötigten Methoden und Eigenschaften, die alle Figuren gemeinsam haben: die Position, die Breite, die Höhe, die Geschwindigkeit, die Beschleunigung, die Farbe und das Abbild. Für die Position, die Beschleunigung und die Geschwindigkeit werden Vektoren benutzt, da man mit ihnen geschickter rechnen kann.

Für die Attribute sind Getter- und Settermethoden implementiert. Das sind Methoden, mit denen man die Werte der Attribute erfragen oder modifizieren kann.

Alle Figuren werden aufs Spielfeld gezeichnet, müssen also eine Methode `zeichneDich()` bereitstellen. Nun wird ein Ball natürlich anders gezeichnet als ein Block. Deshalb kann der Code von `zeichneDich()` nicht in der Klasse **Figur** stehen. Sie ist deshalb hier lediglich deklariert, dadurch ist sichergestellt, dass in allen Unterklassen eine solche Methode implementiert werden muss. In der Fachsprache nennt man solche Methoden „abstrakt“.

Die Klasse **Paddel**

Da die Klasse **Paddel** eine Unterklasse von **Figur** ist, erbt ein Paddel-Objekt alle Methoden und Attribute von der Klasse **Figur**. Deshalb braucht sie nur wenige zusätzliche Methoden. Zum Beispiel kennt das Paddel noch die beiden Methoden `getGanzLinks()` sowie `setGanzLinks()` und analog die Methoden `getGanzRechts()` und `setGanzRechts()`. Außerdem wird die Methode `zeichneDich()` mit Leben gefüllt.

Die Klasse **Ball**

Ein Ball hat drei Attribute mehr als eine Figur: Durchschlagskraft, Masse und Radius. Die Masse wird bei der Kollision von zwei Bällen benötigt. Durchschlagskraft ist ein boolescher Wert (ein Wahrheitswert, der entweder wahr oder falsch sein kann) und beschreibt, ob der Ball von den Blöcken reflektiert wird oder nicht.

Die Klasse **Block**

Ein Block besitzt noch das Attribut `anzLeben`. Es zählt, wie viele Leben ein Block hat, also

wie oft ein Block vom Ball getroffen werden muss, bis er verschwindet.

Die Klasse **Block** hat mehrere Konstruktoren für die verschiedenen Blöcke, etwa für ruhende Blöcke oder sich bewegende Blöcke.

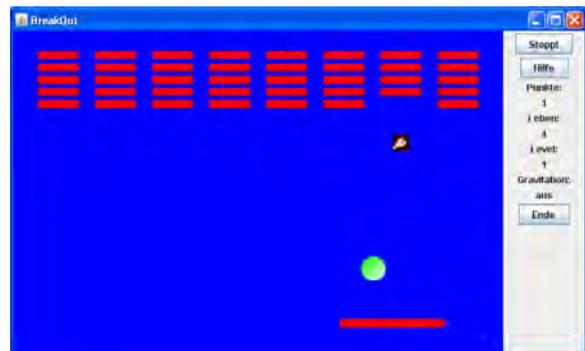
Sie kennt außerdem Methoden, um Leben hinzuzufügen bzw. abzuziehen und die Anzahl der Leben abzufragen.

Level

LUCIA CONSTANZE GROSSE

Um für den nötigen Spielspaß zu sorgen, haben wir verschiedene Level entworfen, die unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden entsprechen und besondere Funktionen, wie zum Beispiel Goodies besitzen.

Level 1



Wenn ein Block zerstört wird, kann mit einer gewissen Chance ein sogenanntes „Goody“ entstehen. Goodies sind, wie der Name schon verrät, Bonusobjekte. Um die Wirkung des Goodies auszulösen, muss man das Goody mit dem Paddel auffangen.

Die Goodies und ihre Wirkungen



Beim Auffangen dieses Goodies wird das Paddel breiter.



Dieses Goody sorgt dafür, dass der Ball eine Durchschlagskraft bekommt und so durch Blöcke hindurch fliegen kann und nicht von ihnen reflektiert wird.



Mit Auffangen dieses Goodies erhält man fünf Extrabälle.



Unter dem Paddel entsteht eine Sicherheitsbande, die einen Ball reflektiert, falls es dem Spieler nicht gelingt, den Ball mit dem Paddel aufzufangen.



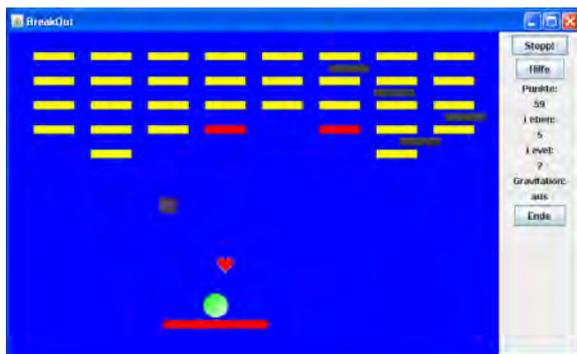
Dieses Goody führt dazu, dass man ein weiteres Leben bekommt.



Dieses Goody müsste man eigentlich als „Bady“ bezeichnen, da es bewirkt, dass das Paddel schmaler wird.

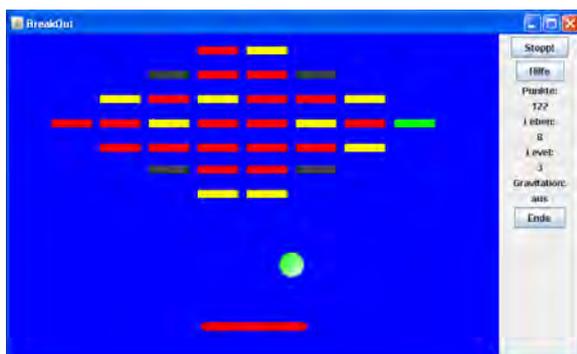
Level 2

Im zweiten Level kommen zu den Funktionen aus Level 1 noch „Steine“ hinzu. Das sind nicht-verschwindende Blöcke, die den Ball dennoch normal reflektieren. In diesem Level bewegen sich die Steine horizontal hin und her. Außerdem gibt es Blöcke, die man 2 treffen muss, bevor sie verschwinden. Man sagt, sie haben 2 Leben.



Level 3

In unserem 3. Level gibt es Blöcke mit entweder einem, zwei oder drei Leben. Die Anzahl der Leben eines Blocks lässt sich an seiner Farbe erkennen. Rot steht für ein Leben, gelb für zwei und grün für drei Leben. Wieder gibt es Steine, die sich diesmal aber nicht bewegen.



Beschleunigung

PAUL NICKEL, PHILIPP PROVENZANO

Um das Spiel noch realistischer zu gestalten, sollten die sich bewegende Körper eine Schwerkraft erfahren.

Beim Fall eines Körpers zum Boden erfährt er eine konstante Geschwindigkeit.

Um die Gravitation nachvollziehen zu können, mussten wir uns aus diesem Grund erst einmal mit dem Thema Beschleunigung beschäftigen.

Beim Beschleunigen erfährt ein Körper eine fortwährende Zunahme der Geschwindigkeit – er wird schneller.

Die durchschnittliche Beschleunigung \vec{a} definiert man als:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{t_2 - t_1}$$

Dabei sind \vec{v}_1 und \vec{v}_2 die Geschwindigkeit zu den Zeitpunkten t_1 und t_2 . Für $t_2 - t_1$ schreiben wir kürzer Δt .

Mit dieser Formel berechnen wir dann die geänderte Geschwindigkeit des Körpers:

$$\vec{v}_{neu} = \vec{v}_{alt} + \vec{a} \cdot \Delta t$$

Die neue Geschwindigkeit verwenden wir wiederum zur Berechnung der neuen Position des Körpers:

$$\vec{s}_{neu} = \vec{s}_{alt} + \vec{v}_{neu} \cdot \Delta t$$

\vec{s} ist bei uns die Position des Mittelpunkts eines Objekts.

Da durch diese Formel die Geschwindigkeit diskret beschrieben wird, ist die Berechnung nicht hundertprozentig genau – für unsere Zwecke jedoch vollkommen ausreichend.

Kollisionen ...

SAMUEL BRIELMAIER

... am Spielfeldrand

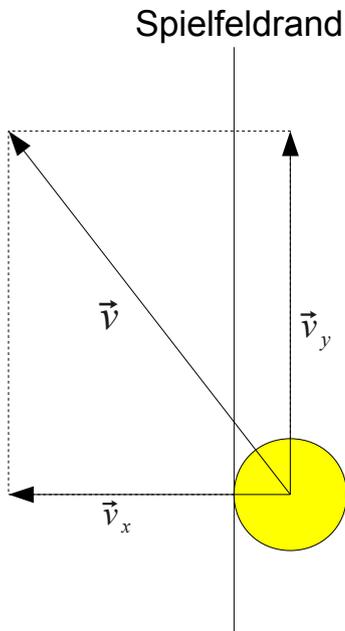
Damit der Ball bei unserem Spiel im Spielfeld gehalten wird, muss der Ball an den Rändern reflektiert werden. Um zu prüfen, ob der Ball

den Spielfeldrand berührt, wird jedes Mal, wenn die Figuren neu gezeichnet werden, abgefragt, ob der Abstand des Ballmittelpunkts zum Rand kleiner oder gleich wie sein Radius.

Wenn dies der Fall ist, wird ein Teilvektor (entweder die x-, oder die y-Komponente) des Geschwindigkeitsvektors gespiegelt.

Konkret bedeutet das bei dem unten zu sehenden Beispiel:

Die x-Richtung soll entgegengesetzt werden, deshalb wird die x-Komponente des Geschwindigkeitsvektors invertiert. Dadurch gilt die Gesetzmäßigkeit „Einfallswinkel ist gleich Ausfallwinkel“.

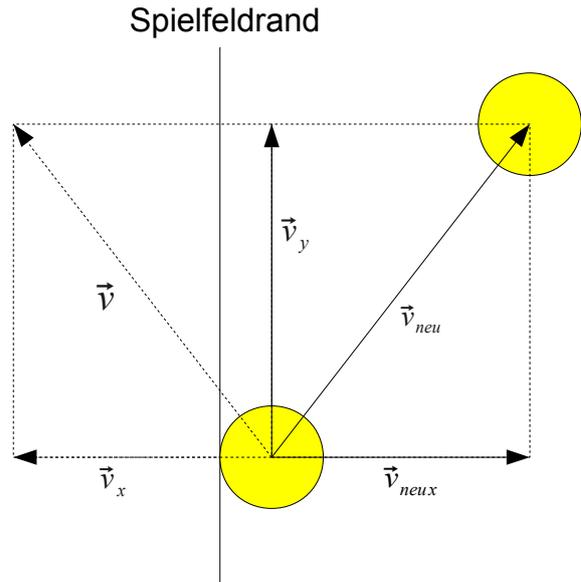


Reflexion am linken Spielfeldrand: Der Abstand des Balles zum linken Rand ist hier genau der Radius. \vec{v} steht für den Geschwindigkeitsvektor, \vec{v}_x für seine x-Komponente und \vec{v}_y für die y-Komponente.

Bei der Kollision des Balles am oberen Spielfeldrand wird statt der x-Komponente einfach die y-Komponente umgedreht.

... mit einem Block

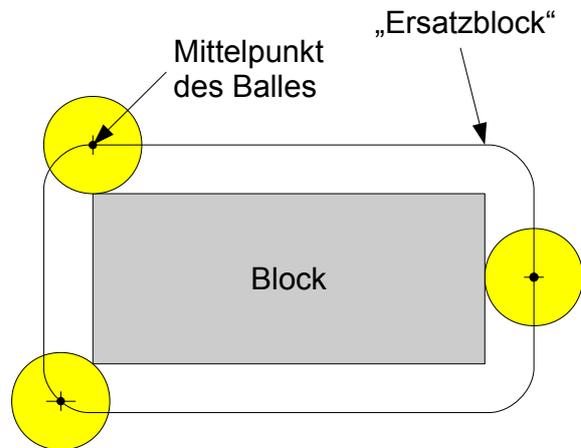
Dazu haben wir die Kollision in 8 verschiedene Fälle eingeteilt: Die Kollision mit der Ober- und Unterseite, der linken und rechten Seite und den vier Ecken bildet hierbei jeweils einen Fall.



Die invertierte x-Komponente der Geschwindigkeit ergibt mit der unveränderten y-Komponente den neuen Geschwindigkeitsvektor.

An der linken und rechten Seite verhält sich der Ball exakt genau so wie am linken und rechten Spielfeldrand, denn es wird immer nur der x-Vektor invertiert. Dementsprechend wird bei der Kollision an der Ober- und Unterseite der y-Vektor invertiert, so wie es auch beim oberen Spielfeldrand der Fall ist.

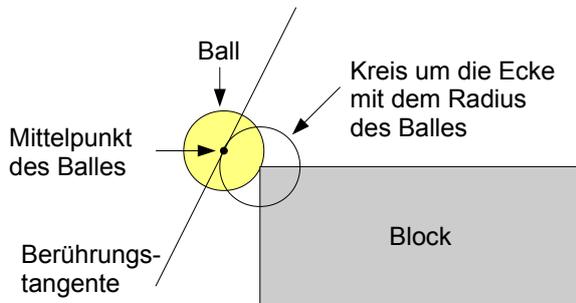
An den Ecken ist es dagegen erheblich komplizierter. Deshalb haben wir uns angesehen, wo der Mittelpunkt des Balles ist, wenn eine Kollision stattfindet.



Die Reflexion verhält sich genauso, als wenn man zum Berechnen der neuen Werte den Mittelpunkt des Balles an einem „Ersatzblock“ re-

flektieren lässt, der zum Rand des echten Blocks den Abstand des Radius des Balles hat.

Somit ist die Berechnung deutlich einfacher. Der Mittelpunkt des Balles wird im Kollisionsfall „Ecke“ an der Berührungstangente mit einem Kreis (um die Ecke und dem Radius des Balles) reflektiert.

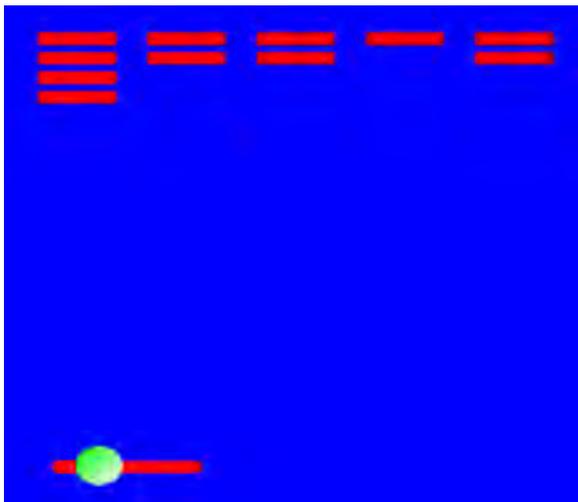


Der Ballmittenpunkt wird an einem Kreis um die Ecke reflektiert

Ball-Paddel-Problem

WENKE GRAHNEIS

Als wir die ersten Versionen unserer Kollision des Balls am Paddel testeten, trat immer wieder ein Problem auf: Wenn das Paddel den Ball (mit einer Geschwindigkeit $\neq 0$) von der Seite traf, blieb der Ball im Paddel hängen, wie man hier erkennen kann:



Das wollten wir natürlich nicht und machten uns auf die Suche nach der Ursache. Dabei fanden wir folgendes heraus: Wenn der Ball nach der Reflexion am Paddel eine geringere

Geschwindigkeit als das Paddel hat – das Paddel also schneller ist als der Ball – meldet es nach dem nächste Rechenschritt wieder Kontakt mit dem Ball. Das führt zu einer weiteren Reflexion des Balls. Da der Ball nun wieder in seine ursprüngliche Richtung fliegt, hat er im nächsten Rechenschritt höchstwahrscheinlich wieder Kontakt mit dem Paddel und wird reflektiert. Durch dieses dauernde Reflektieren des Balls hat es für uns den Anschein, als hätte das Paddel den Ball gefangen.

Unsere erste Idee zur Behebung des Problems war es, den Ball nach seiner Reflexion am Paddel noch zusätzlich einen Zeitschritt zurückzusetzen. Wir testeten die neue Version und merkten schnell, dass diese Lösung zwar bei niedrigen Geschwindigkeiten funktionierte, aber bei hohen Geschwindigkeiten des Paddels keinen Erfolg hatte. Wir stellten das Problem mit einem physikalischen Versuch nach, bei dem zwei Wagen kollidieren und erkannten, dass der Ball eigentlich vom Paddel nicht nur reflektiert, sondern, sofern das Paddel auch eine Geschwindigkeit besitzt, entsprechend dem Impulserhaltungssatz auch beschleunigt wird.

Für diese Rechnung muss man die Kollision aus dem „Paddelsystem“ betrachten, das heißt sich das Koordinatensystem aus Sicht des Paddels vorstellen. Wenn sich also ein Ball im eigentlichen Koordinatensystem mit einer Geschwindigkeit von -10 Pixel pro Sekunde nach links auf das Paddel zubewegt und das Paddel sich ihm mit einer Geschwindigkeit von 50 Pixel pro Sekunde nähert, würde er sich dem Paddel im „Paddelsystem“ mit einer Geschwindigkeit von -60 Pixel pro Sekunde nähern. Der Grund dafür ist, dass das Paddel im „Paddelsystem“ immer die Geschwindigkeit 0 hat und man dem Ball somit die Geschwindigkeit des Paddels abzieht. Nun wird der Ball am Paddel reflektiert. Das hat zur Folge, dass seine Geschwindigkeit invertiert wird, also aus -60 Pixel pro Sekunde, $+60$ Pixel pro Sekunde werden. Um diese Geschwindigkeit nun wieder in das normale Koordinatensystem umzurechnen, muss man die Geschwindigkeit des Paddels wieder dazu addieren: $60 \text{ px/s} + 50 \text{ px/s} = 110 \text{ px/s}$. Also hat der Ball nach der Kollision mit dem Paddel eine Geschwindigkeit von 110 Pixel pro Sekunde.

Diese Rechnung bauten wir dann in unseren Quelltext der Klasse Kollision ein. Wir führten einen Test der neuen Version durch, und es zeigte sich, dass das Paddel den Ball erfreulicherweise nicht mehr fangen konnte. Leider trat nun ein neues neues Problem auf: Durch den starken Kick wurde der Ball oft sehr schnell – im obigen Beispiel hat sich die Geschwindigkeit mehr als verzehnfacht! Durch diese hohe Geschwindigkeit wurde der Ball für den Spieler unkontrollierbar. Wir beschlossen, die Methode so zu modifizieren, dass der Ball bei der Kollision einen geringeren Teil der Paddel-Geschwindigkeit übertragen wird, so als wäre das Paddel weich.

So hatten wir schließlich eine physikalisch korrekte und gleichzeitig spielbare Lösung gefunden!

Kollision von zwei Bällen

PHILIPP PROVENZANO, TIMO SIMNACHER

Die Behandlung der Kollision zwischen zwei Bällen hat uns am meisten Kopfzerbrechen bereitet.

Bei der Berechnung der Position der Bälle haben wir uns bisher immer an dem Koordinatensystem des Spiels orientiert. Bei der Kollision mussten wir allerdings ein Koordinatensystem mit einem anderen Ursprung verwenden: Wir arbeiteten im Schwerpunktsystem.

In diesem System ist der Ursprung des Koordinatensystems der Schwerpunkt der beiden Bälle. Alle Bewegungen werden von dort aus betrachtet.

Der Ort des Schwerpunktes ist:

$$\vec{x}_{Sp} = \frac{m_1 \cdot \vec{x}_1 + m_2 \cdot \vec{x}_2}{m_1 + m_2}$$

Dabei sind m_1 und m_2 die Massen und \vec{x}_1 und \vec{x}_2 die Koordinaten der Mittelpunkte der beiden Kugeln.

Mit der Ableitung nach der Zeit kann man die Geschwindigkeit des Schwerpunktes berechnen. Aus

$$\frac{d\vec{x}_1}{dt} = \vec{v}_1 \text{ und } \frac{d\vec{x}_2}{dt} = \vec{v}_2$$

folgt:

$$\vec{v}_{Sp} = \frac{m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$$

Dann ist die Geschwindigkeit des Schwerpunktes nach dem Stoß:

$$\vec{u}_{Sp} = \frac{m_1 \cdot \vec{u}_1 + m_2 \cdot \vec{u}_2}{m_1 + m_2}$$

Der Impulserhaltungssatz besagt:

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = m_1 \cdot \vec{u}_1 + m_2 \cdot \vec{u}_2$$

Daraus folgt: $\vec{u}_{Sp} = \vec{v}_{Sp}$ – die Geschwindigkeit des Schwerpunktes ist also erhalten!

Im Schwerpunktsystem ist die Geschwindigkeit des Schwerpunktes 0:

$$\vec{v}_{Sp} = 0$$

$$0 = \frac{m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2}{m_1 + m_2}$$

$$0 = m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2$$

Die rechte Seite der Gleichung ist der Gesamtimpuls – er ist im Schwerpunktsystem also immer null!

Elastische Stöße im Schwerpunktsystem

Wir berechnen nur elastische Stöße, also solche, bei denen keine Bewegungsenergie verloren geht, etwa durch Verformung. Sie sollen auch reibungsfrei sein, so dass die Bälle keinen Drall erhalten.

Zunächst überzeugt man sich davon, dass die Beträge der Geschwindigkeiten einzeln erhalten sind:

Wie wir gerade gesehen haben, ist der Gesamtimpuls im Schwerpunktsystem immer null. Dies formt man um:

$$m_1 \cdot \vec{v}_1 + m_2 \cdot \vec{v}_2 = 0$$

$$\vec{v}_2 = -\frac{m_1}{m_2} \cdot \vec{v}_1$$

Und ebenso nach dem Stoß:

$$m_1 \cdot \vec{u}_1 + m_2 \cdot \vec{u}_2 = 0$$

$$\vec{u}_2 = -\frac{m_1}{m_2} \cdot \vec{u}_1$$

Da wir elastische Stöße betrachten, ist die Gesamtenergie vor und nach dem Stoß gleich. Die Bewegungsenergie eines Körpers errechnet sich aus dem Produkt der Masse und dem Quadrat der Geschwindigkeit: $E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \vec{v}^2$. Es gilt also:

$$\frac{1}{2}m_1 \cdot \vec{v}_1^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot \vec{v}_2^2 = \frac{1}{2}m_1 \cdot \vec{u}_1^2 + \frac{1}{2}m_2 \cdot \vec{u}_2^2$$

Nun kann man für \vec{v}_2 und \vec{u}_2 einsetzen, was man oben erhalten hat:

$$\begin{aligned} m_1 \cdot \vec{v}_1^2 + m_2 \cdot \left(-\frac{m_1}{m_2} \cdot \vec{v}_1 \right)^2 \\ = m_1 \cdot \vec{u}_1^2 + m_2 \cdot \left(-\frac{m_1}{m_2} \cdot \vec{u}_1 \right)^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_1 \cdot \vec{v}_1^2 + m_2 \cdot \frac{m_1^2}{m_2^2} \cdot \vec{v}_1^2 \\ = m_1 \cdot \vec{u}_1^2 + m_2 \cdot \frac{m_1^2}{m_2^2} \cdot \vec{u}_1^2 \end{aligned}$$

$$\vec{v}_1^2 + \frac{m_1}{m_2} \cdot \vec{v}_1^2 = \vec{u}_1^2 + \frac{m_1}{m_2} \cdot \vec{u}_1^2$$

$$\left(1 + \frac{m_1}{m_2} \right) \cdot \vec{v}_1^2 = \left(1 + \frac{m_1}{m_2} \right) \cdot \vec{u}_1^2$$

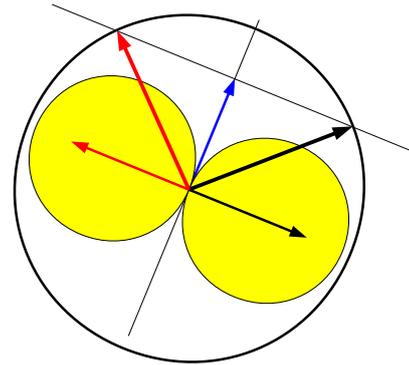
$$\vec{v}_1^2 = \vec{u}_1^2$$

$$|\vec{v}_1| = |\vec{u}_1|$$

Damit ist gezeigt, dass sich im Schwerpunktsystem der Betrag der Geschwindigkeit jedes Balls nicht ändert, seine Richtung möglicherweise schon.

Um die neue Richtung zu finden, zerlegt man die Ballgeschwindigkeit zu dem Zeitpunkt, zu dem sich die Bälle berühren, in eine Komponente parallel und eine Komponente orthogonal zur Berührungstangente.

Bei einem reibungsfreien Stoß wirkt keine Kraft tangential zur Oberfläche. Deshalb ändert sich die Parallelkomponente (blau) nicht. Auch der Betrag der Geschwindigkeit bleibt gleich. Dadurch muss auch der Betrag der Orthogonalkomponente gleich bleiben. Für die Orthogonalkomponente sind deshalb nur zwei verschiedene Möglichkeiten denkbar: die Orthogonalkomponente vor dem Stoß (dünner schwarzer

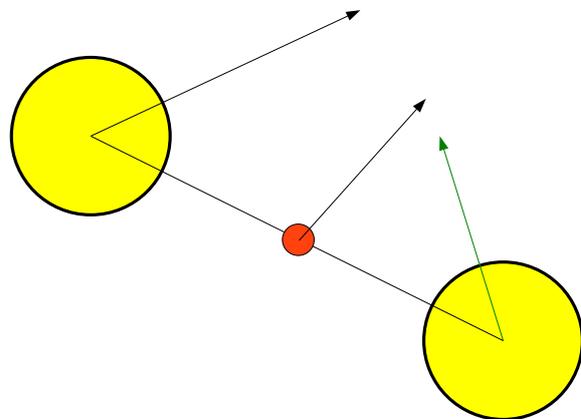


Pfeil) oder der Gegenvektor dazu (dünner roter Pfeil). Somit erhält man im Schwerpunktsystem die Geschwindigkeit nach dem Stoß (rot) indem man die ursprüngliche Geschwindigkeit (schwarz) einfach an der Berührungstangente spiegelt.

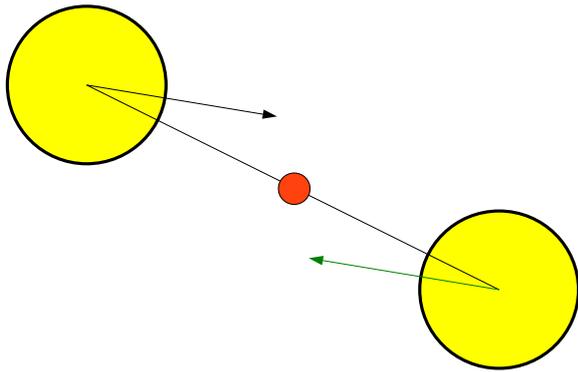
Stöße im Koordinatensystem unseres Spiels

Wie kann man mit diesem Wissen nun die Stöße in unserem Spielfeld-System berechnen? Ganz einfach: Man rechnet zunächst alles ins Schwerpunktsystem um, berechnet dort den Stoß und transformiert schließlich wieder zurück ins System des Spielfeldes.

Zunächst rechnen wir also die Geschwindigkeiten der Bälle in unsrem Koordinatensystem in das Schwerpunktsystem um. Dazu subtrahiert man die Geschwindigkeit des Schwerpunkts von den anderen Geschwindigkeiten.

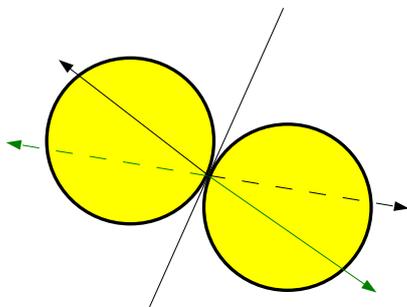


Bewegung von zwei Bällen und deren Schwerpunkt im „normalen“ Koordinatensystem



Bewegung von zwei Bällen im Schwerpunktsystem

Anschließend erfolgt die Berechnung der Geschwindigkeiten nach dem Stoß im Schwerpunktsystem.



Spiegeln der Geschwindigkeitsvektoren der Bälle bei einer Kollision an der Berührungstangente (Schwerpunktsystem; gestrichelt die jeweils ursprüngliche Richtung)

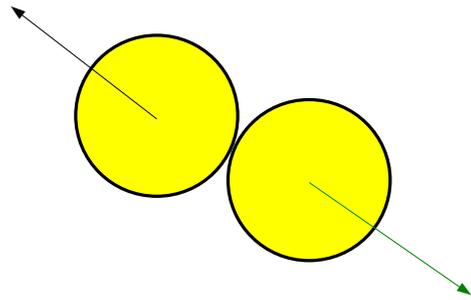
Zum Schluss müssen wir die neuen Geschwindigkeitsvektoren wieder in unser „normales“ Koordinatensystem zurückrechnen, indem man die Geschwindigkeit des Schwerpunktes wieder zu den Ballgeschwindigkeiten hinzuaddiert.

Ausblick

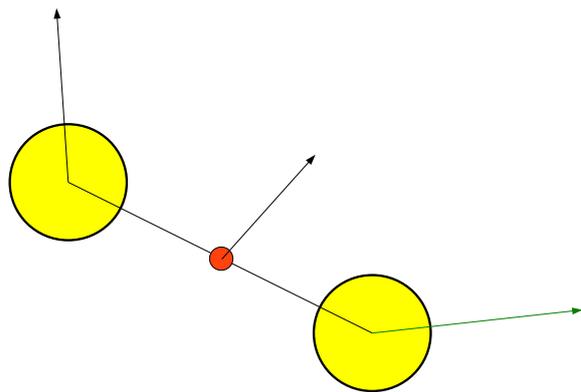
WENKE GRAHNEIS

Was hätten wir gemacht, wenn wir noch mehr Zeit gehabt hätten? – Eine Menge!

Nachdem wir alle die Grundlagen beherrschten und die einzelnen Arbeitsgruppen eingeteilt waren, wage ich zu sagen, dass es in jedem von uns angefangen hat „rumzuträumen“. Ein richtig professionelles Computerspiel, das man vielleicht später im Media Markt im Regal stehen



Bewegung der Bälle nach der Kollision (Schwerpunktsystem)



Bewegung der Bälle nach der Kollision („normales“ Koordinatensystem)

sieht. Okay, das ist jetzt vielleicht die Extremversion, aber an Erweiterungsideen mangelte es sicher nicht. Zum Beispiel wollten wir in den vierten Level so etwas wie schwarze Löcher einbauen, die den Ball verschwinden lassen, oder auch Blöcke, die bei der Zerstörung das Spielfeld für einige Sekunden weiß werden lassen („flash“), waren beim Level-Team im Gespräch. Aber leider waren die zwei Wochen im Nu vorbei und es hieß: „Fertig werden, die Abschlusspräsentation steht an!“. Die letzten Verbesserungen wurden noch getätigt, und dann stand sie, unsere Version 2.0. Das heißt aber nicht, dass es nie eine Version 5.0 geben wird. Wir können jetzt ja programmieren (zumindest so grob) und hatten solchen Spaß dabei, dass es sich wahrscheinlich niemand nehmen lassen wird, unser „Breakout“ zu Hause zu erweitern und noch ein paar Special Features oder Goodies einzubauen. Denn nichts ist schöner, als wenn der Computer dann endlich macht, was er soll!

Kurs 5 – Theoprax



Stellen wir uns einmal vor, wir wären auf einer Insel. Diese Insel versorgt sich mit Strom durch erneuerbare Energien. Es gibt ein Wasserrad, ein Windrad und Solarzellen. Nun wird es Nacht auf der Insel und wir wollen uns im Backofen eine Pizza backen. Da es dunkel ist, können die Solarzellen keine Energie mehr in Strom umwandeln. Der Wind ist in dieser Nacht komplett ruhig, es geht kein Lüftchen, also können auch die Windräder keinen Strom für den Backofen erzeugen. Dummerweise ist erst in der vorherigen Woche das Wasserrad kaputt gegangen, also fällt dieses auch aus.

Ja und nun? Was machen wir jetzt? Wir können keine Pizza backen, müssen also hungrig schlafen gehen, da kein Strom zur Verfügung steht. Oder aber wir überlegen uns im Voraus, wie man eine solche Situation vermeiden kann. Die Lösung: Man speichert die Energie, wenn sie zur Verfügung steht, um sie dann in Notsituationen, wie in unserem Fall, verwenden zu können.

Eine Speichermöglichkeit ist die Redox-Flow-Batterie. Zu diesem Thema erarbeiteten wir in den zwei Wochen der Science Academy die chemischen und physikalischen Grundlagen und machten uns anschließend in drei Gruppen Gedanken über Verbesserungsmöglichkeiten der Batterie und entwickelten konkrete Ideen dazu.

Unsere Teams

NINA UDVARDI-LAKOS

Team 1: Das A-Team

Anna Aubele Anna bringt uns mit ihrer lockeren und witzigen Art oft zum Lachen und lenkt uns vom Stress ab. Sie sorgt für eine gute Gruppendynamik und spornt durch ihren Vorwärtsdrang an, vor allem wenn es mal nicht so läuft, wie wir es uns vorstellen.

Anne Lang Anne ist kreativ, spontan und immer gut drauf. Sie schwatzt auch gern mal



drauf los und hat keine Hemmungen auszusprechen, was sie denkt, vor allem bei ihren überraschenden Ideen, die inspirierend auf alle wirken. Ihre riesigen Symbole auf dem Laptop sorgen für allgemeine Heiterkeit.

Arvid Baumgärtner Arvid ist immer gut drauf und sorgt mit seinem Humor für eine entspannte Stimmung. Er bringt uns alle zum Lachen, ist sehr aufgeschlossen und optimistisch, und selbst im größten Stress für einen Scherz zu haben. Er arbeitet mit viel Freude und am liebsten mit Musik. Damit motiviert er uns alle.

Alexander Giesecke (Alex) Alexander hat die meisten kreativen Ideen und war wegen seiner ruhigen, selbstsicheren Art bei unserer Präsentation der perfekte Moderator. Am Bergfest brachte der Landespreisträger bei Jugend musiziert (mit Weiterleitung zum Bundeswettbewerb!) uns durch sein Klavierspiel zum Staunen.

Team 2: Flowing Four

Johannes Jahn Johannes ist unser Informatik-Schülerstudent aus Konstanz, und deshalb für alle Computerangelegenheiten zuständig. Er arbeitet strukturiert, organisiert und ordentlich und besitzt eine kontaktfreudige und offene Art.

Jasper Lecon Jasper ist immer fröhlich, interessiert und ermutigt uns bei Problemen. Sein Charme kommt auch von seinem persönlichen Platzhalterwort: DABEI. Dabei ist er immer lustig und kann sich toll präsentieren. Auch beim Abschlussabend konnte er diese Fähigkeit beim Aufführen des Akademie-Lieds unter Beweis stellen.



Vera Flad Vera überzeugt uns alle durch ihre ruhige und hilfsbereite Art. Ihr wunderschönes, klares Schwäbisch wirkt bei angespannter Stimmung ausgleichend und hilft die Atmosphäre zu entspannen. Sie kann gut zuhören, ist eine tolle Gesprächspartnerin und hilft bei kleinen Konflikten.

Nicolai Jackstadt Nicolai ist ein Musterbeispiel für den Spruch „In der Ruhe liegt die Kraft!“ Er ist immer rücksichtsvoll, verständnisvoll und kompromissbereit. Viel reden war nicht sein Ding, aber was er sagt, hat stets Hand und Fuß.

Team 3: JuTaVaNiS Battery

Julian Lutz Julian weiß immer alles mögliche Wichtige und Unwichtige zu erzählen und tut dies auch gern während wir arbeiteten. Dadurch trägt er sehr zu unserer Erheiterung bei. Er hilft uns in unserer Gruppe bei jeglichen Problemen und arbeitet viel am Computer. Außerdem ist er unser Staubsaugerverkäufer, da er selbst einem Tiereschützer einen Pelz verkaufen könnte.

Tamara Voigtländer Obwohl sie die Jüngste unseres Kurses ist, kann sie immer gute Beiträge bringen und erklärt Sachverhalte ruhig und verständlich bei unserer Präsentation. Nebenher arbeitete sie hart an ih-



rer Bärenzähler-Ausbildung. Zudem war sie auch in der Theater-KüA und überzeugte alle in ihrer Rolle als gutmütiges Fräulein Doktor.

Valerie Berge Valerie versteht die chemischen Grundlagen der Redox-Flow-Batterie wohl am Besten und hatte auch nichts dagegen, abends in der KüA-Schiene weiterzuarbeiten. Sie war diejenige, die die Fragen unserer Auftraggeber souverän beantwortete, und uns damit alle gut dastehen ließ.

Nina Udvardi-Lakos Nina zeichnet sich durch ihre Gelassenheit, ihren Enthusiasmus und ihren Humor aus. Sie arbeitet zielstrebig, ist immer hilfsbereit und überraschte uns am Abschlussabend bei der Theateraufführung als Einstein.

Der allerbeste Schülermentor aller Zeiten:

Matthias Ernst Matthias ist bei allen Problemen immer bereit zu helfen, unterstützt uns mit Rat und Tat und bildet die Brücke zwischen den Kursteilnehmern und den Kursleitern. Er erklärte uns die Reaktionen in der Redox-Flow-Batterie und war für die Fotos zuständig.



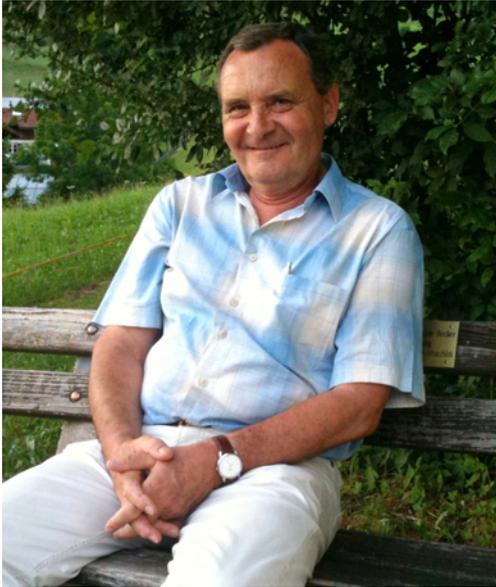
Unsere Kursleiter:

Dörthe Krause Die Mutter von TheoPrax und Vorstandsmitglied der TheoPrax-Stiftung war es, die unseren Kurs plante, unsere überfachlichen Kenntnisse und unsere soziale Struktur förderte. Dörthe war immer zur Stelle, um uns zu helfen und gab Tipps um unser Teamgefühl, unsere Kreativität und unsere Motivation zu stärken. Sie unterbrach uns auch bei der Arbeit, um durch Spiele die Stimmung aufzulockern und zu verbessern.



Simon Budjarek Simon forderte und förderte uns, brachte uns dazu, alles zu geben, im Kurs sowie in der von ihm angebotenen Sport-KüA. Als Dörthes rechte Hand stand er uns immer zur Seite, und konnte uns mit flotten Sprüchen, seinem unendlichen

Humor und seiner liebenswerten Art zum Lachen bringen.



Peter Eyerer Peter war leider nicht immer da, aber er baute uns auf, wenn wir niedergeschlagen waren, brachte viele konstruktive Vorschläge und munterte uns auf. Er war immer bereit uns zu helfen, auch bei der Kontaktaufnahme mit unserem Auftraggeber.

Wie alles begann . . .

VERA FLAD, VALERIE BERGE

Ein Schüler erinnert sich: Diesem Wochenende hatten wir voller Neugier und Tatendrang entgegen gefiebert und nun war es da: DAS Eröffnungswochenende! Fremde Menschen und eine große Herausforderung warteten auf uns. Gleich am ersten Abend stellten unsere Kursleiter uns die erste Aufgabe. Wir sollten drei Teams bilden und uns einer Jury, bestehend aus den Kursleitern und den anderen Teilnehmern, stellen. Dabei galt es sich zu überlegen, was unsere Gruppe ausmacht und warum gerade wir für unser Thema, die Effizienzverbesserung der Redox-Flow-Batterie, besonders geeignet sind. Es war gar nicht so schwierig wie wir erwarteten! Eins wurde uns jedoch an diesem Abend klar: Mit der Teamarbeit steht und fällt ein Projekt. Für gute Stimmung sorgte ein kleines Kistchen mit magischem Inhalt: Brause in allen

möglichen Variationen, das leider schon am Ende des Wochenendes vollends aufgebraucht war. So setzten wir die Tradition unserer Vorgängerkurse fort. „Der TheoPrax-Kurs spielt und isst den ganzen Tag“, bekamen wir schon an diesem Wochenende von den anderen Kursen zu hören.

Anfangs sorgte die Präsentation unseres Arbeitgebers, Jens Noack vom Fraunhofer ICT, für Verwirrung, da uns die Zusammenhänge der Redox-Flow-Batterie als zu komplex für unser bisheriges Verständnis vorkamen. Unsere Besorgnisse waren jedoch unbegründet, da sich unsere Unklarheiten während der Akademie schnell in Luft auflösten.

Zuallerletzt bereitete uns die Einteilung der endgültigen Gruppen einiges Kopfzerbrechen, da wir uns in ausgeglichene Gruppen mit sich ergänzenden Stärken einteilen sollten, was wir souverän lösten. Hieraus ergaben sich das „A-Team“, die „Flowing Four“ und die Gruppe „JuTaVaNiS Battery“.

Damit war unser Wochenende schon zu Ende und so schnell gegangen, wie es gekommen war. Zurück fuhren wir erschöpft aber fröhlich und bepackt mit einigen Aufgaben.

Spannung bis zum Schluss

VALERIE BERGE, VERA FLAD, ANNE LANG

Die Tage wurden herunter gezählt und die Spannung begleitete uns vom Ende des Eröffnungswochenendes bis in die Sommerferien hinein. Bald geht sie los, die Sommerakademie! Doch zuerst einmal standen wir unter großem Druck: Die Aufgaben mussten noch vor der Sommerakademie abgegeben werden.

Stress, ein ständiger Begleiter des TheoPrax-Kurses. Anfangs lästig und am Ende Alltag. Dennoch lernten wir, damit zurecht zu kommen, und vermissten es am Ende sogar. Während des kurzen Eröffnungswochenendes konnte die Frage, was TheoPrax genau ist, nicht geklärt werden. Diese Frage werden Sie, liebe Leser, sich sicher auch schon gestellt haben.



Präsentation der während des EWEs erhaltenen Aufgaben

Was ist TheoPrax?

JOHANNES JAHN

Auf diese Frage gibt es mehrere Antworten. Zum einen ist TheoPrax eine kombinierte Lehr- und Lernmethode, die von Dörthe Krause und Prof. Dr. Peter Eyerer entwickelt wurde und seit 1996 an Schulen und Hochschulen bundesweit praktiziert wird. Zum anderen ist TheoPrax eine Arbeitsgruppe am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie in Pfinztal bei Karlsruhe. Sie ist für die Weiterentwicklung und Integration der Methodik in Schule und Hochschule zuständig.

2001 wurde die TheoPrax-Stiftung, die unter anderem auch die Science Academy unterstützt, gegründet. Sie soll die TheoPrax-Methodik verbreiten und die Wissenschaft und Forschung fördern. Einmal im Jahr wird auch ein Preis für die besten Projektarbeiten, die in Zusammenarbeit von Schulen, Hochschulen und Firmen bearbeitet wurden, in Deutschland vergeben.

Die Ziele der TheoPrax Lernmethodik:

Das Hauptziel von TheoPrax ist die Steigerung der Motivation zum Lernen. Dies geschieht zum einen durch den gleichzeitigen Einsatz von Theorie und Praxis. Weitere Ziele sind das Stärken von überfachlichen Kenntnissen, das

Unterstützen von selbständigem Lernen und das Steigern des Interesses an den Naturwissenschaften.

Die Bestandteile der TheoPrax Lernmethodik:



*Grau, teurer Freund, ist alle Theorie
Und grün des Lebens goldner Baum.*

Hierbei handelt es sich um ein Zitat aus Goethes „Faust“. Dieses Zitat kann man sehr schön auf das Logo von TheoPrax übertragen und dabei die beiden Kernpunkte von TheoPrax erklären. Grau ist, wie man auch im Logo erkennen kann, die Theorie. Alle Theorie nützt einem ohne die Praxis, die Anwendung des Gelernten, aber nichts.

Die TheoPrax Methodik ist eine Kombination aus Theorie und Praxis. Es sind zwei eigenständige Punkte, die aber trotzdem zusammen gehören (spiegelt sich auch im Logo wider). Dabei ist die Theorie in die fachlichen und die überfachlichen, also methodischen, Kenntnisse unterteilt. Die Praxis ist die direkte Anwendung dieses Wissens.

Welche Auswirkung hatte TheoPrax für unsere Arbeit in den zwei Wochen der Science Academy?

Jedes TheoPrax-Projekt hat Ernstcharakter, was bedeutet, dass immer ein Angebots-Auftrags-Verhältnis vorliegt. Bei unserem Projekt war das Fraunhofer ICT unser Auftraggeber.

Unsere erste Aufgabe war das Anfertigen eines Angebotes für unseren Auftraggeber, inklusive eines Zeit- und Strukturplans. Die Kenntnisse, die wir lernten, um einen solchen Plan zu erstellen, waren Teil der überfachlichen Theorie, in diesem Fall das Projektmanagement. Dazu kam das Erlernen und Anwenden verschiedener Kreativitäts- und Präsentationstechniken sowie das Team- und Konfliktmanagement, was später genauer erläutert wird.

Die fachlichen Grundlagen waren bei uns das physikalische und chemische Wissen, das wir brauchten, um die Redox-Flow-Batterie zu verstehen. Wir bekamen sowohl den Grundaufbau einer solchen Batterie erklärt, als auch die Funktion der Galvanischen Zelle und die Redoxreaktion. Die Praxis erfolgte durch die Anwendung dieses Wissen. Wir bauten selber eine Redox-Flow-Batterie und machten viele Versuche an ihr.

Schlusspunkt einer jeden TheoPrax-Projektarbeit ist der Abschlussbericht und die Abschlusspräsentation vor dem Auftraggeber. So mussten auch wir einen Abschlussbericht anfertigen und unsere Ergebnisse dem Auftraggeber präsentieren.

Projektmanagement

JOHANNES JAHN

Definition und Ziel des Projektmanagement:

„Projektmanagement ist die Gesamtheit von Führungsaufgaben, -organisation, -techniken und -mitteln für die Abwicklung eines Projekts“ (DIN 69901)

Das Ziel ist es, die geforderten und für das Projekt spezifischen Aufgaben mit den vorgegeben finanziellen Mitteln innerhalb des Zeitrahmens zu erreichen.

Merkmale und Teile des Projektmanagements:

Ein Projekt zeichnet sich durch mehrere Merkmale aus: Ein Projekt ist keine Routineaufgabe. Es wird also nicht wie andere Dienstleistungen wiederholt. Außerdem gibt es eine genau definierte Zielsetzung und eine Begrenzung der zeitlichen, personellen und finanziellen Ressourcen.

Zu den Teilen eines Projekts gehört die Organisation des Aufbaus und Ablaufs, die genaue Planung des Projekts, die Umsetzung, Steuerung und Kontrolle. Zusätzlich gehören noch

die Dokumentation, Kommunikation, Reflexion und das Feedback, die über das komplette Projekt stattfinden, hinzu. Jedes Projekt hat 4 charakteristische Phasen:

- Start- und Definitionsphase
- Planungsphase
- Umsetzungsphase
- Abschluss

Jede dieser Phasen hatten auch wir bei unserem Projekt.

Aufgaben der Start- und Definitionsphase

Hier werden zum Beispiel erste Recherchen durchgeführt, die Zieldefinition formuliert und das Team zusammengestellt.

Aufgaben in der Planungsphase:

Schwerpunkte dieser Phase sind die verschiedenen Pläne, die erstellt werden müssen:

Projektstrukturplan: Der Projektstrukturplan gibt Auskunft, was inhaltlich in dem Projekt zu tun ist; dessen Arbeitsschritte sind in Paketen gegliedert

Projektablaufplan: Dieser gibt genau an, in welcher Reihenfolge die Arbeitspakete abgearbeitet werden, wann dies geschieht und wie lange es dauern soll

Kostenplan: Der Kostenplan fasst die gesamten Personalkosten und Sachkosten (Material, Fahrkosten, ...) zusammen

Risikoplan: Mit diesem Plan kann man die Risiken abschätzen, die während des Projekts passieren könnten und „Notfallpläne“ für den Fall des Eintretens eines Risikos erstellen.

Jeden dieser Pläne haben auch wir erstellt. Nachfolgend werden wir den Projektstrukturplan – inklusive des Projektablaufplans, den wir erstellten – näher erläutern.

Wir fassten den Struktur- und den Ablaufplan in einem Plan zusammen. Als erstes überlegte sich jede unserer drei Gruppen, welche speziellen Aufgaben sie zu erledigen hatten, um

die geplanten Projektergebnisse zu erreichen. Das waren zum Beispiel Versuchsplanungen und Durchführung von Versuchen, Ergebnisinterpretation und Detailrecherchen. Darüber hinaus hatten wir alle auch andere Arbeiten einzuplanen, zum Beispiel für die Rotation, das Schreiben des Abschlussberichts sowie die Erstellung einer Abschlusspräsentation.

Als diese Arbeitsschritte vollständig gesammelt waren, mussten wir einschätzen, wie lange wir dafür brauchen werden und ob unsere zur Verfügung stehende Zeit zur Bearbeitung ausreicht. Der nächste Punkt war die detaillierte Zeitplanung – das Aufteilen der einzelnen Arbeiten auf die zur Verfügung stehenden Tage. Wir schrieben die Arbeitsschritte auf ein großes Flipchart-Papier, das wir zuvor in die einzelnen Tage unterteilt hatten. Wir mussten dabei beachten, an welchen Tagen wir die Arbeiten überhaupt durchführen konnten, d. h., an Tagen, an denen zum Beispiel ein Ausflug geplant war, konnten wir auch keine Projektarbeiten machen.

Alles in allem ist die Planung eines Projektes nicht einfach gewesen. Man muss alle Arbeitsschritte beachten und sollte den Zeitaufwand möglichst gut abschätzen können, damit jederzeit gesehen werden kann, an welchem Arbeitsschritt das Team steht und was noch zu erledigen ist.

Das Angebot

Das Projektteam reicht der Firma, die ihnen den Auftrag erteilen soll, ein Angebot ein. Dies dient der Firma, die eine Lösung zu einem Problem möchte, als Grundlage für das Projekt. Zu dem Angebot gehört die Zielsetzung mit den geplanten Projektergebnissen sowie der Struktur-, Zeit- und Kostenplan.

Auch wir mussten natürlich ein solches Angebot bei unserem Auftraggeber einreichen. Dies ging aber sehr schnell, da unser Strukturplan und unsere Ziele schon fertig waren.

Wir waren alle sehr froh, am Abend den Auftrag von unserem Auftraggeber per Mail zu erhalten.



Heiße Arbeitsphase

Kreativitätstechniken (Beispiel Stadtpark)

ANNE LANG

Kreativ sein bedeutet, seiner Fantasie freien Lauf zu lassen

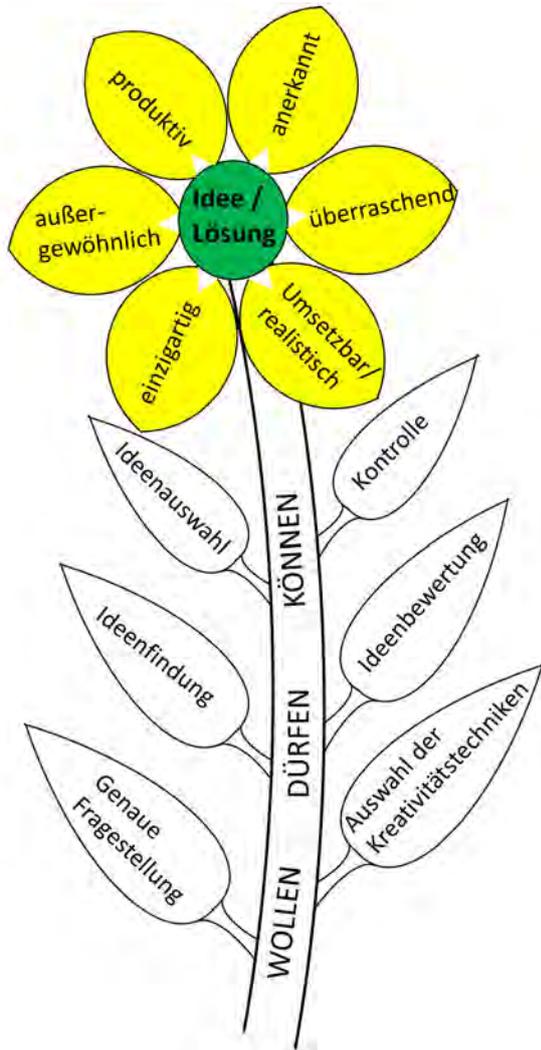
Manfred Max-Neef

Wie soll der neue Stadtpark aussehen? Wie kann ich meine Wohnung gemütlicher gestalten? Was kann ich tun, um die perfekte Party zu organisieren? Und in unserem Fall: Welche neuen Ideen kann ich meinem Auftraggeber anbieten?

Das sind alles völlig verschiedene Fragen, und doch braucht man, um eine Lösung zu finden, vor allem eines: Kreativität!

Aber was ist das eigentlich, KREATIVITÄT? Man sagt, „Kreativität ist die Fähigkeit, aus bekannten Informationen neue Kombinationen zu bilden.“ Stellen Sie sich vor, Sie wollen einen Stadtpark anlegen. Sie wissen, was ein Stadtpark unbedingt braucht und wie ein gewöhnlicher Stadtpark aussieht. Und doch wollen Sie einen völlig Neuen gestalten, der möglichst viele Stadtbewohner anzieht. Sie müssen neue Kombinationen bilden. Dinge mit einbringen, von denen Sie wissen, dass sie geeignet wären, die bisher jedoch in keinem anderen Stadtpark zu finden sind. Sie müssen ihn besonders machen, außergewöhnlich. Genau das ist es, was eine kreative Idee auszeichnet:

1. Sie ist außergewöhnlich, d. h. anders als Gewohntes



Veranschaulichung der Kreativitätstechniken

2. Sie ist überraschend
3. Und sie muss von anderen angenommen werden, d. h. sie muss akzeptiert werden

Aber wie finde ich sie? Diese außergewöhnliche, besondere Idee? Eine große Hilfe dabei sind die Kreativitätstechniken. Sie helfen, den großen Schritt von der Ideensammlung bis hin zur Ideendurchführung zu überwinden. Dafür gibt es verschiedene Prinzipien, die je nach Situation ausgewählt werden:

Das Prinzip der Zufallsanregung

Bestimmte Reizworte, die scheinbar nichts mit dem Thema zu tun haben, helfen bei der Überwindung von Denkblockaden. (z. B. Wolke, Musik, Ameise ...)

Das Prinzip der Assoziation

Beim Brainwriting und Brainstorming werden freie Assoziationen (spontane, scheinbar „verrückte“ Ideen) zur Ideenfindung verwendet.

Das Brainstorming

Für das Brainstorming ist es wichtig, so viele Ideen wie möglich zu sammeln, dabei gilt: „Quantität vor Qualität“. Das heißt, Kritik ist nicht erlaubt.

Das Brainwriting

Auch beim Brainwriting ist es Ziel, so viele Ideen wie möglich zu sammeln, diese schreibt jedoch jeder für sich selbst auf. Diese Ideen können anschließend von den anderen weiterentwickelt werden.

Die Kopfstandmethode

Die Kopfstandmethode hilft oft Denkblockaden zu überwinden. Dabei kehrt man die Frage-/Problemstellung in ihr Gegenteil um, d. h. anstatt zu fragen, wie man einen möglichst schönen Stadtpark gestalten kann, fragt man: Wie gestaltet man einen möglichst unattraktiven Stadtpark? Diese Idee kehrt man danach direkt wieder um. Auf diese Weise kommt man auf Ideen, die das verhindern, was man vermeiden will: Ein misslungenes Projekt.

Die Identifikation

Eine weitere Methode ist die Identifikation. Dabei identifiziert man sich selbst mit der Zielgruppe, die in diesem Fall von den Stadtbewohnern oder eventuell auch von den Pflanzen im Stadtpark vertreten wird, und überlegt sich, wie man auf deren Bedürfnisse eingehen kann. Z. B.: Was würde mich als Baum im Stadtpark glücklich machen? Oder: Was würde ich mir als Jugendlerner/Kleinkind/Mutter etc. in einem Stadtpark wünschen? Was würde ich mir als Gärtner im Stadtpark wünschen?

Diese Fragen helfen die verschiedenen Zielgruppen auch wirklich zu erreichen und unterstützen die Kreativität.

Das Prinzip der Bildhaftigkeit/Analogie

Synektik (συνεκτικτεν [griech.] = etwas miteinander in Verbindung bringen)

Das Prinzip der Bildhaftigkeit und der Synektik beruht auf der Gewinnung von neuen Erkenntnissen mithilfe von Erfahrungen und vorhandenem Wissen (heuristisches Prinzip). Dazu gehört z. B., dass man das Bekannte aus anderen Sachbereichen dazu verwendet, um eine neue Lösungsmöglichkeit zu entwickeln (Force-Fit).

Das Prinzip der systematischen Bedingungsvarianten

Dieses Prinzip beinhaltet das systematische Erarbeiten verschiedener Kriterien (z. B.: Form, Farbe, Eigenschaften, Materialien, ...).

Dabei wird sichergestellt, dass kein Punkt vergessen wird, also alle Kriterien beachtet werden. Am Beispiel Stadtpark: Landschaftsarchitektur, Freizeitgeräte, Toiletten, Größe (Fläche, Umfang), Pflege ...

Ideenbewertung

Sobald man eine Ideensammlung angefertigt hat, muss man sich natürlich für die beste Idee entscheiden. Auch diese Aufgabe gehört zu den Kreativitätstechniken. Um Bewertungskriterien zu finden, die die Auswahl erleichtern, können folgende Methoden angewandt werden:

- Eine Pro-Contra-Diskussion: Für jede Idee werden positive und negative Aspekte gesammelt und ausgewertet.
- Entscheidung durch Experten: Man zieht Experten zu Rate, die ebenfalls positive/negative Aspekte nennen.
- Ein-Punkt-Abfrage: Jeder Teilnehmer kann einen Punkt für seine bevorzugte Idee abgeben.
- Mehr-Punkt-Abfrage: Jeder Teilnehmer hat mehrere Punkte, die er für seine bevorzugten Ideen nach vorher festgelegten Kriterien abgeben kann.

Doch auch die Kreativität kann durch bestimmte Faktoren beeinträchtigt werden.

Zu den Kreativitätshemmnissen gehört:

- Pessimismus: Man hat zu wenig Mut, Experimente zu machen oder Risiken einzugehen.
- Angst: Angst lähmt (man traut sich nicht, eigene Vorschläge/Meinungen mit einzubringen).
- Vorurteile: Man geht auf bestimmte Aspekte erst gar nicht ein.
- Routine: Man passt die Ideen dem Gewohnten/Normalen an, d. h. es können keine außergewöhnlichen/einzigartigen Ideen entstehen.
- Konformismus: Wunsch nach Übereinstimmung (andere werden daran gehindert, völlig unabhängig eigene Ideen einzubringen).

Auch bestimmte Ausdrücke („Killerphrasen“) können zum Scheitern eines kreativen Prozesses führen. Dazu gehören Sätze wie:

- Das geht doch nicht!
- Das ist gegen die Vorschriften/Regeln!
- Das haben wir doch alles schon versucht!
- Zu altmodisch! ... Zu modern! ... Zu kompliziert! ... Zu teuer!

Zusammengefasst:

Durch diese Kreativitätstechniken gelingt es, selbst kreativ zu werden und selbständig eigene, einzigartige und neue Ideen zu kreieren. Es ist also keine Fähigkeit, mit der man geboren wurde oder nicht, es ist durchaus trainier- und umsetzbar!

Kreativ sein bedeutet, „produktiv gegen die Regeln zu denken und zu handeln“.

Im TheoPrax-Kurs haben auch wir mit den Kreativitätstechniken gearbeitet. Um dies zu üben, haben wir uns mit einer Zugtoilette identifiziert oder uns in die Gedankenwelt eines luftanhaltenden Elefanten hineinversetzt. Und am Ende hatten wir auch unsere Ideensammlung, die es auszuwerten und umzusetzen galt. Und wie ihr auf den folgenden Seiten lesen werdet, ist uns das mithilfe dieser Methode gut gelungen.

Präsentationstechniken

TAMARA VOIGTLÄNDER



Ein kleiner Einblick in unsere Arbeitswelt

Einen informativen Vortrag zu halten, das kann jeder, aber eine interessante, beeindruckende Präsentation daraus zu machen, das ist gar nicht so leicht, wie es sich anhört.

Um festzustellen, ob eine Präsentation gelungen ist, müssen folgende Merkmale vorhanden sein:

A – Durch etwas ganz Besonderes, Unerwartetes die Aufmerksamkeit des Publikums am Anfang auf sich ziehen.

I – Durch Beispiele, rhetorische Fragen, Interaktion (die Einbeziehung des Publikums) o. Ä. das Interesse der Zuhörer wecken. Eine Übersicht über das Thema geben und Ziele nennen.

D – Durst machen auf das Ziel. (Desire = Wunsch) Den idealen Zustand farbig ausmalen, die persönlichen Vorteile aufzeigen und alles plastisch darstellen durch Bilder und Grafiken.

A – Aktionen aufzeigen, die Zuhörer auffordern zum Handeln. Optimismus und Zuversicht ausstrahlen.

Jetzt stellt sich natürlich die Frage, wie man diese vier Punkte methodisch umsetzt. Hierfür stehen einem viele abwechslungsreiche Methoden zur Verfügung:

1. Pinnwand
2. Flipchart
3. Folien
4. PowerPoint
5. Interaktion
6. Rollenspiel

7. ... was einem einfällt! Je mehr Kreativität, desto besser!

Natürlich muss man sich immer genau überlegen, welche Methode sinnvoll ist. Nicht jede Methode passt in jede Präsentation. Das ist z. B. abhängig von den Zuhörern, dem Thema, dem Raum und der Größe des Publikums.

Außerdem ist es wichtig, die Methoden richtig anzuwenden, z. B. sind bei einer PowerPoint-Präsentation aufwendig einfliegende Sätze zu ablenkend.

Das alles haben wir in einer interessanten Präsentation von unserem Kursleiter gelernt und es natürlich, wie immer in TheoPrax, sofort geübt. In drei Arbeitsgruppen sollten wir innerhalb von 30 Minuten zu vorgegebenen Themen eine Präsentation erstellen und diese anschließend so vortragen, dass die Zuhörer von unseren Erkenntnissen und Meinungen überzeugt waren.

Ein Thema war z. B. die Gedankenwelt eines Elefanten beim Luftanhalten. Die Umsetzung dieser Präsentation war in so kurzer Zeit gar nicht so leicht. Aber letztendlich haben wir es alle sehr gut geschafft und dabei auch viel gelacht!

Nachdem wir die verschiedenen Präsentations- und Kreativitätstechniken gelernt hatten, wollten wir uns endlich mit unserem eigentlichen Thema, der Redox-Flow-Batterie, befassen und stellten uns als erstes die Frage:

Was ist eine Redox-Flow-Batterie?

VALERIE BERGE

Diese Frage beschäftigte uns während der Akademie rund um die Uhr! Und ganz nebenbei warf diese Batterie noch etliche weitere Fragen auf! Wie sieht sie aus? Ist sie überhaupt eine Batterie oder doch eher ein Akkumulator? Was ist das Besondere daran und für welche Zwecke wird sie verwendet? Wie unterscheidet sie sich von anderen Speichermedien? Nach und nach begannen wir dann die aufgetauchten Fragen zu klären.

Schon vor Beginn der Akademie hatten wir einige Fotos bekommen. Diese Fotos überrasch-

ten uns, denn die Redox-Flow-Batterie (RFB) ist im Gegensatz zu anderen Akkumulatoren ziemlich groß und schwer. Auf den ersten Blick sieht man überall Schläuche herausragen. Zusammengefasst ein großes, schweres Durcheinander. Aber wie gesagt: Auf den ersten Blick! Von diesem anfänglichen kleinen Schock erholten wir uns sehr schnell, nachdem wir uns den Aufbau genauer angesehen hatten.

Allgemein kann man zur RFB sagen, dass sie eine weiterentwickelte Galvanische Zelle ist. Ein Energiewandler, der beim Ladevorgang elektrische in chemische Energie und beim Entladevorgang chemische in elektrische Energie umwandelt.

Eine ausschlaggebende Frage war bis dahin unbeantwortet: Wieso forscht man an diesem Akkumulator, obwohl es schon viele andere Batterien und Akkumulatoren gibt? Der entscheidende Vorteil, den die Redox-Flow-Batterie gegenüber allen anderen hat, ist die hohe Energiedichte von 80 %. Zum Vergleich: Ein herkömmlicher Bleiakku hat nur eine Energiedichte von 30 %. (Die Energiedichte gibt die Verteilung der Energie E auf eine bestimmte Größe X , hier die Masse, an). Zudem hat sie einen sehr hohen Wirkungsgrad von ebenfalls 80 %.

Bei der Redox-Flow-Batterie fällt außerdem die Selbstentladung als Störfaktor weg, da die Elektrolyte in Tanks außerhalb der Zelle gelagert werden und so nicht miteinander in Kontakt kommen können. So kann es auf lange Dauer gesehen nicht selbst reagieren und dabei Wärme statt Strom freisetzen.

Wir haben uns mit einer Redox-Flow-Batterie beschäftigt, bei der beide Redoxpaare aus Vanadium-Ionen bestehen. Das hat den Vorteil, dass ein Crossover (eine ungewollte Vermischung der Elektrolyte durch die Membran) die Batterie nicht ruiniert, sondern bei der nächsten Aufladung wieder behoben werden kann. Aufgrund dieser Tatsache hat die Batterie eine sehr lange Lebensdauer.

Die RFB kann durch ihre geringe Selbstentladung und die unbegrenzte Größe ihrer Elektrolyttanks (\rightarrow hohe Kapazität) ideal für die Speicherung von regenerativen Energien eingesetzt werden.

Die Grundlagen für die Redox-Flow-Batterie

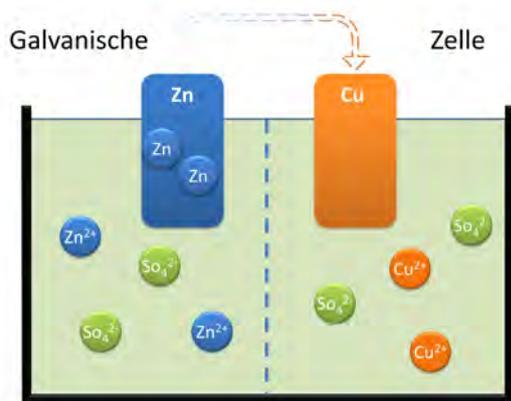
VALERIE BERGE

Um die Vorgänge zu verstehen, die in der Redox-Flow-Batterie (RFB) ablaufen, eigneten wir uns die Grundlagen an. Dabei nahmen wir uns zuerst die Begriffe der Oxidation, Reduktion und Redoxreaktion vor. Unsere Rechercheergebnisse hierzu ergaben, dass die Oxidation die Elektronenabgabe (z. B.: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$) und die Reduktion die Elektronenaufnahme (z. B.: $\text{Cl} + \text{e}^- \rightarrow \text{Cl}^-$) ist.

Die Redoxreaktion bezeichnet das fast gleichzeitige Ablaufen von Oxidation und Reduktion (z. B.: $\text{Fe} + 2 \text{Cl} \rightarrow \text{FeCl}_2$). Um zum Verständnis der RFB den letzten Grundbaustein zu legen, befassten wir uns mit der Galvanischen Zelle. Hierbei lernten wir, dass die Galvanische Zelle ein Energiewandler ist, d. h. sie wandelt chemische in elektrische Energie um, und umgekehrt. Man kann sagen, dass die Redox-Flow-Batterie eine weiterentwickelte Galvanische Zelle ist, was uns schon einen Hinweis darauf lieferte, was uns bei der RFB erwartete.

Beide Energiewandler beruhen auf dem Prinzip der Redoxreaktionen, d. h. beim Auf- und Entladevorgang finden räumlich getrennt Oxidation und Reduktion statt. Die Galvanische Zelle führt uns langsam an den Aufbau der galvanischen Zelle heran, denn die Galvanische Zelle besteht wie die RFB aus zwei, mit Elektrolyten (z. B. Zink/Blei in Schwefelsäurelösung gelöst) gefüllten Halbzellen. Sie werden durch eine ionenleitende Membran voneinander getrennt, sind jedoch über einen Stromkreislauf verbunden.

Nebenbei klärten wir noch den Unterschied zwischen einer Batterie und einem Akkumulator. Eigentlich ist die Sache einfach und schnell erklärt: Eine Batterie kann man nur einmal benutzen, d. h. dass sie im Gegensatz zu einem Akkumulator nicht wieder aufgeladen werden kann.



Geladener Zustand einer Galvanischen Zelle

Was passiert in der RFB? – Reaktionen

VALERIE BERGE

Diese Frage war natürlich entscheidend, denn ohne die Funktionsweise zu begreifen, würden wir das ganze System nicht verstehen. Zum Glück war diese Frage schnell geklärt und die Reaktionsgleichungen, die uns anfangs Angst eingeflößt hatten, erwiesen sich als nicht einmal halb so schlimm!

Zuerst betrachteten wir noch einmal den Kreislauf in der Batterie, bevor wir uns die Reaktionen, die beim Entladevorgang ablaufen, genauer anschauten.

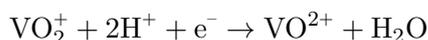
Eine Zelle besteht aus zwei Halbzellen, die durch eine ionenleitende Membran getrennt werden. Die beiden Elektrolyte werden in zwei voneinander unabhängigen Kreisläufen durch die beiden Halbzellen der Zelle gepumpt. Hierbei läuft die Redoxreaktion ab.

Reaktion, die in der Halbzelle an der Anode abläuft, wenn die Batterie entladen wird:



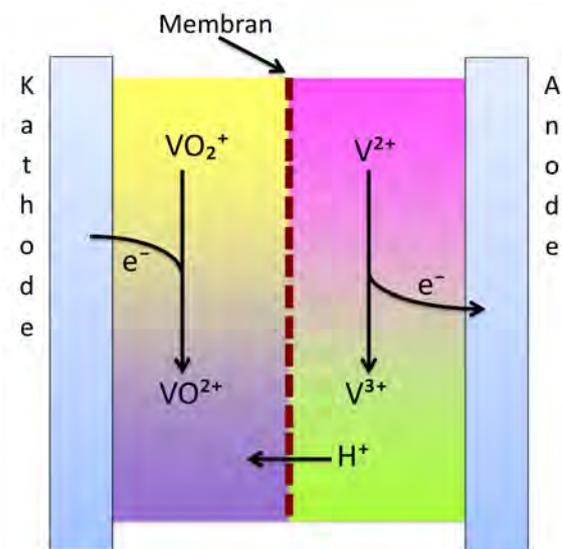
Das in H_2SO_4 -Lösung gelöste Vanadium II^+ wird oxidiert und gibt somit ein Elektron ab, Vanadium liegt nun als Vanadium III^+ vor. Das abgegebene Elektron wandert über den Stromkreislauf zur Kathode.

Reaktion, die in der Halbzelle an der Kathode abläuft, wenn die Batterie entladen wird:



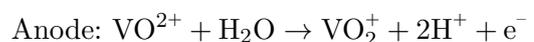
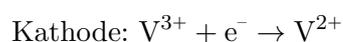
Vanadium V^+ wird reduziert, d. h. es nimmt ein Elektron auf und wird so zu Vanadium IV^+ . Vanadium V^+ liegt in einem Komplex vor, der zwei Sauerstoff-Ionen enthält. Da aber Vanadium IV^+ in einem Komplex vorliegt, bei dem es nur ein Sauerstoff-Ion um sich hat, ist ein Sauerstoff-Ion übrig. Dieses Sauerstoff-Ion reagiert mit zwei H^+ -Ionen zu einem Wassermolekül H_2O .

Wie bei einer klassischen Apothekerwaage muss die Ladung auf beiden Seiten gleich sein, deswegen wandern während der Reaktionen ständig H^+ -Ionen von der Halbzelle an der Anode durch eine von beiden Seiten durchlässige ionenleitende Membran zur Halbzelle an der Kathode, um das durch die Elektronenwanderung verursachte Ungleichgewicht auszugleichen. Ohne die Wanderung der H^+ -Ionen durch die Membran, würde sich in der Halbzelle an der Kathode ein negativer Ladungsüberschuss („Übergewicht“) entwickeln.



Veranschaulichung des Reaktionsschemas der RFB

Nachdem wir diese Aufgabe gut bewältigt hatten, stürzten wir uns in den Aufladevorgang, welcher genau andersherum verläuft:



Und nun konnten wir mit unseren Überlegungen und Versuchen starten.

Aufbau der Redox-Flow-Batterie

ARVID BAUMGÄRTNER, NICOLAI
JACKSTADT

Zellaufbau – Materialliste

Das Kernstück einer Redox-Flow Batterie ist der Zellstapel. Dieser besteht aus mehreren Komponenten, die unter anderem garantieren, dass im Betrieb der Zelle kein Elektrolyt austritt. Eine Einzelzelle, wie sie mehrfach in einer Batterie verbaut ist, besteht aus den folgenden Komponenten:

- 2 Endplatten
- 2 Isoliermatten
- 2 PVC-Rahmen
- 2 Bipolarplatten (massive Graphitelektroden)
- 1 Membran
- 1 Isolationsplatte
- 2 dünne Dichtungsmatten
- 2 Kupferstreifen

Wie bereits erwähnt, ist der Aufbau entscheidend für eine einwandfreie Funktion der Zelle oder Batterie. Daher ist es wichtig, dass exakt und genau gearbeitet wird.

Funktion der Materialien

Endplatte

Die beiden Endplatten dienen der Fixierung der Einzelteile der Zelle, sie halten sozusagen den Zellstapel zusammen. Die mechanische Fixierung erfolgt über entsprechende Schrauben.

Isoliermatte

Wie schon der Name Isoliermatte zum Ausdruck bringt, dient sie zum Zweck der Isolation. Durch diese wird zusätzlich gewährleistet, dass kein Elektrolyt aus der Batterie / dem Zellstapel austritt.

PVC-Rahmen

Der PVC-Rahmen dient als Rahmen und Halterung für die Bipolarplatte. Diese besteht aus einer massiven Graphitplatte und ist in den PVC-Rahmen so eingepasst, dass ein Graphitfilz

noch exakt eingelegt werden kann. Die elektronische Ableitung erfolgt über einen Kupferstreifen. Der Elektrolyt fließt durch den Graphitfilz. Die feinen Graphitfasern ermöglichen eine Oberflächenvergrößerung (je größer die Oberfläche, desto schneller laufen die Lade-/Entladevorgänge ab).

Membran

Die Membran besteht aus einem Material, welches einerseits die Aufgabe hat, Oxoniumionen (H_3O^+) von der einen zur anderen Seite durchzulassen. Außer dieser Ionenart sollten keine weiteren Ionen die Membran passieren, ansonsten würde es zu einer Selbstentladung der Zelle kommen. Andererseits ist die Aufgabe der Membran, eine elektronische Separation der beiden Halbzellen zu gewährleisten. Eine derartige Membran kann zum Beispiel, wie beschrieben, aus Nafion sein.

Isolationsplatte

Die Isolationsplatte befindet sich nur auf einer Seite der Zelle. An ihr befinden sich die Anschlüsse für die Zu- und Abführung des Elektrolyten. Der Elektrolyt durchströmt die Zelle diagonal (von links unten nach rechts oben / von rechts unten nach links oben).

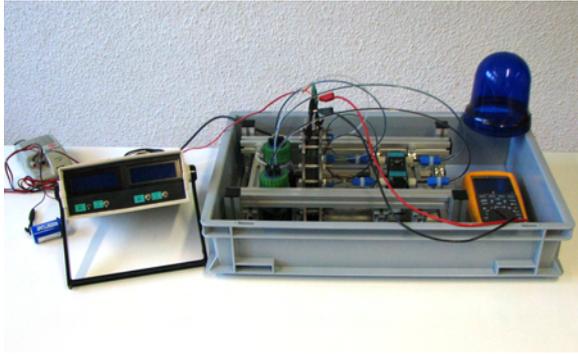
Dichtung

Die Dichtung befindet sich zwischen der Bipolarplatte und der Membran. Sie dient ebenfalls der Dichtung des Zellstapels.

Aufbau

In der angegebenen Reihenfolge werden die folgenden Materialien übereinander gestapelt: Endplatte ohne Löcher, Isoliermatte, Kupferstreifen, PVC-Rahmen mit Bipolarplatte und Graphitfilz, Dichtung, Membran, Dichtung, PVC-Rahmen mit Bipolarplatte und Graphitfilz, Kupferstreifen, Isoliermatte, Isolationsplatte mit den Durchführungen und zum Abschluss wieder eine Endplatte. Dieser gestapelte Aufbau wird durch Schrauben fixiert.

Literatur: <http://www.jufo.stmg.de/2010/Redox-Flow-Zelle/Redox-Flow-Zelle.pdf>



Unser Demonstrator

Jetzt, nachdem die Zelle schon fertig gebaut war und wir endlich die Einzelteile miteinander verbinden konnten, fingen wir erst einmal an, die Schläuche zu befestigen. Dies war nur im Chemielabor möglich, und wir mussten alle Schutzkittel und Schutzbrillen und Handschuhe tragen, damit nichts passiert. Als erstes mussten die Schläuche mit der Pumpe verbunden werden. Das war einer der längsten Teile beim Aufbau, weil die Schläuche oft nicht gehalten haben und immer wieder herausrutschten.

Doch mit der richtigen Technik hat es dann auch geklappt und wir konnten mit dem nächsten Teil weitermachen: Dem Befestigen der Schläuche an der Zelle. Da die Schläuche an der Zelle und der Pumpe unterschiedliche Größen hatten, benutzten wir Verbindungsstücke, an denen man die Schläuche noch festdrehen musste. Das Befestigen an der Zelle ging jedoch einfacher als an der Pumpe, sodass dieser Teil schnell fertig war. Zur Sicherheit, damit nichts kaputt gehen konnte, befestigten wir die Zelle und die Pumpe am Stativ, ebenso wie die Steuereinheit für die Pumpe. Anschließend beschrifteten wir die Stative mit unseren Gruppennamen.

Bevor wir die Elektrolyte anschließen konnten, überprüften jedoch noch Simon, Dörthe, Peter oder Matthias, ob alles an der richtigen Stelle angeschlossen war. Erst dann konnten wir die Stative unter den Abzug stellen, um den Aufbau fertig zu stellen. Diesen Teil konnten unsere drei Gruppen nur getrennt voneinander machen, da der Abzug leider ziemlich klein war. Beim Anschließen der Elektrolyte war es wichtig, dass alles sehr schnell ging, damit an das Vanadium kein Sauerstoff gelangen kann. Zuerst mussten wir die Dichtung entfernen, dann

schnell den Schlauch hineinstecken und wieder dicht zudrehen. Nachdem alle Gruppen damit fertig waren und wir nochmals alle Anschlüsse überprüften, waren wir mit dem Aufbau fast fertig. Jetzt fehlte noch der Stromanschluss für die Pumpen. Dafür hatten wir schon ein Netzteil, da die Pumpen nicht direkt an der Steckdose betrieben werden konnten. Also suchten wir die richtigen Anschlüsse, um die Pumpen anschließen zu können. Doch das hat auch nicht sofort geklappt, da wir nicht alle nötigen Kabel hatten, um einen stabilen Anschluss herzustellen. Leider war dann die Kurszeit schon fast vorbei und wir mussten bis zum nächsten Tag warten, um unsere Pumpen zu testen.

Am nächsten Tag sollten die drei Gruppen hintereinander nach unten gehen, um einen Probedurchlauf durchzuführen. Die erste Gruppe waren die *Flowing Four*. Als diese Gruppe die Pumpe eingesteckt hatte und das Netzteil auch in der Steckdose war, warteten alle schon gespannt darauf, ob die Zelle dicht war.

Am Anfang war noch nichts zu sehen, doch nach circa eineinhalb Minuten sahen sie, wie der Elektrolyt seitlich aus der Zelle herauslief. Aus diesem Grund mussten sie ihre Zelle noch einmal abbauen und sauber machen, bevor sie den Aufbau erneut beginnen konnten. Die Ursache dafür war, dass die Schrauben nicht fest genug angezogen waren, weshalb die anderen Gruppen vor dem Probedurchlauf erst noch einmal ihre Schrauben anzogen und noch Weitere an der Zelle befestigten, damit nicht alle noch einmal den Aufbau von vorne machen mussten.

Die anderen Teams, das A-Team und *JuTaVa-Nis Battery*, hatten dann Glück. Aufgrund der von den *Flowing Four* gewonnen Erkenntnissen konnten sie den Fehler vermeiden: Bei ihnen war die Zelle dicht. Doch die *Flowing Four* waren immer noch damit beschäftigt, alles neu aufzubauen. Damit der restliche Elektrolyt aus der Zelle kommen konnte, wurde die Pumpe noch einmal so angeschlossen, dass kein neuer Elektrolyt mehr angezogen wurde, sondern nur noch der Rest aus der Zelle zurück in die Behälter gepumpt wurde. Erst dann konnten sie die Zelle auseinander bauen und die Einzelteile mit destilliertem Wasser abwaschen.

Als die Zelle auseinander gebaut war, stellten wir fest, dass die Membran nicht wie erwartet aussah, sondern als wäre sie auseinander gezogen worden. Auch keiner der Kursleiter konnte sich dies erklären, was dazu führte, dass Peter die Membran mit ins Fraunhofer ICT nahm, um dort einen Experten zu befragen. Dieser versicherte uns, dass die Membran nach Versuchen mit der Zelle immer so aussieht.

Nachdem die Zelle mit einer neuen Membran fertig zusammgebaut war, konnte die Zelle auch wieder angeschlossen werden und ein erneuter Probedurchlauf zeigte, dass diesmal alles dicht war.

Gruppe Flowing Four

JASPER LECON

Wir, die Gruppe Flowing Four, haben uns bei der Effizienzverbesserung der Redox-Flow-Batterie besonders auf den Graphitfilz fokussiert. Wir wollten ein neues Konzept erarbeiten, wie man den Graphitfilz modifizieren oder durch einen anderen Stoff ersetzen könnte. Unsere Ergebnisse sollen vor allem weitere Forschungen auf diesem Gebiet unterstützen.

Um all diese Dinge überhaupt zu ermöglichen, mussten wir zuerst einen Struktur- und Zeitplan entwerfen und diesen plus einem Angebot an unseren Auftraggeber Jens Noack schicken. Vor Beginn unserer Arbeiten brauchten wir den offiziellen Auftrag von ihm. Zum Glück bekamen wir noch am gleichen Tag den Auftrag und wir konnten mit unseren Recherchen und Forschungen beginnen.

Am Anfang stellte sich natürlich die Frage, warum wollen wir überhaupt den Graphitfilz verändern bzw. auswechseln. Die Antwort ist ganz einfach: Der Graphitfilz ist in der Herstellung sehr teuer. Bei der Herstellung muss er mehrere Male bei unterschiedlichen Temperaturen in einen Hochofen und dies ist natürlich kostenintensiv. Der Preis für einen Quadratmeter Graphitfilz beträgt deshalb auch ungefähr 130 €.

Bei unseren Überlegungen kamen wir nun auf einige Ideen, die wir im folgenden Teil erörtern wollen:

1. Anstatt des Graphitfilzes wird Graphitpulver eingefüllt

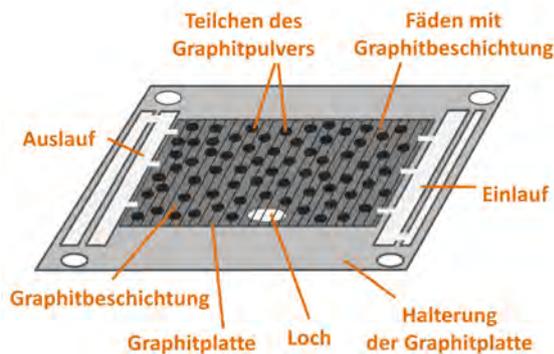
Dies war eine unserer ersten Ideen. Wir füllen einfach statt des teuren Filzes billiges Pulver ein. Das klingt ja erst einmal gar nicht so schlecht, beim genaueren Hinsehen fallen einem aber ziemlich schnell ein paar Probleme auf. Ein erstes, schwerwiegendes Problem ist, dass sich die Graphitteilchen nicht nur in der Kammer aufhalten, sondern frei herum fließen. Das heißt, das Graphitpulver würde bei einer laufenden Batterie sehr schnell weggeschwemmt werden. Außerdem, was noch viel schlimmer ist, würde das Pulver die Pumpe verstopfen, welche dann kaputt gehen und schlimmstenfalls sogar explodieren könnte.

Eine Lösung für dieses Problem wäre Filter einzusetzen, welche verhindern sollen, dass das Pulver weitergeschwemmt wird. Doch bei den Filtern gibt es gleich das nächste Problem. Der benötigte Filter müsste nämlich resistent gegen den Elektrolyt sein und wirklich alle Graphitteilchen aufhalten. Wir hatten dazu ein paar Filter vom ICT gestellt bekommen, mit denen wir vor Allem untersuchten, wie viel Graphitteilchen sie durchließen. Als Filter hatten wir einen Keramik-, einen Glas- und einen Spritzenfilter. Dazu hatten wir noch Graphitpulver mit der Körnergröße 0,7 mm bis 3,15 mm und einem mit einer Körnergröße kleiner als 100 µm.

Von den drei Filtern konnten wir von Anfang an den Keramikfilter ausschließen, da man direkt sehen konnte das dieser ohne Probleme sogar noch eine größere Körnergröße als unsere durchlassen würde. Den Spritzenfilter konnten wir leider nicht testen, da uns die Mittel fehlten, die Anschlüsse an diesem Filter dicht zu bekommen. Jedoch konnten wir Versuche mit dem Glasfilter machen. Dabei mussten wir jedoch feststellen, dass dieser Filter selbst das grobkörnige Pulver durchlässt und dazu auch noch verstopft.

Ein weiteres Problem gibt es beim Einfüllen von Graphitpulver in die Kammer. Denn wenn man die Batterie genauso aufbaut wie sonst auch, fällt einem schnell auf, dass die zweite Kammer mit dem Pulver von oben her auf den Aufbau gelegt werden muss. Die einzige Lösung dafür wäre das Pulver nachträglich in die

schon aufgebaute Zelle zu füllen. Dafür müsste man ein Loch in die Graphitplatte bohren, um so das Pulver einzufüllen. Das Problem dabei ist, dass man das Loch auch wieder dicht machen müsste. Dies könnte man z. B. durch Füllschaum erreichen.



Veranschaulichung des Graphitfäden-Modells

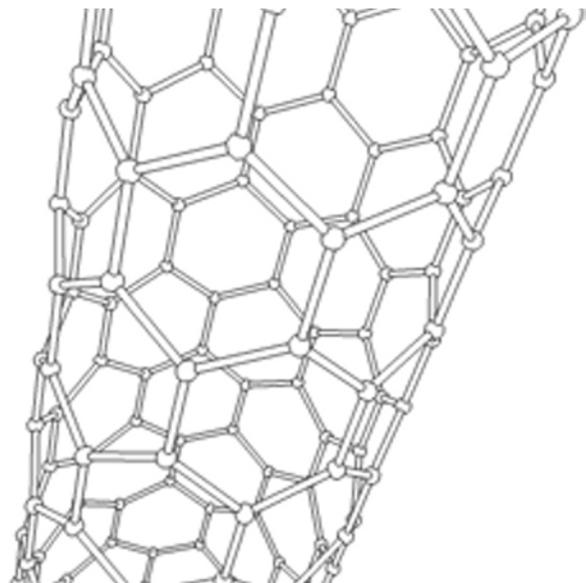
Zu dem Pulver gibt es noch ein Problem: Es kann nämlich sein, dass nicht das ganze Graphitpulver mit der Graphitplatte verbunden ist, was dann zu einem Effizienzdefizit führen würde. Um dieses Problem zu beheben, könnte man Fäden durch die Kammer spannen, die dafür sorgen sollen, dass alle Graphitpulverteilchen mit der Graphitplatte verbunden sind.

Zusammenfassend kann man also sagen, dass Graphitpulver zwar billig ist und auch eine einigermaßen große Oberfläche hat, jedoch gibt es noch einige Probleme, wie z. B. mit den Filtern und beim Einfüllen. Und ob das Pulver überhaupt die Eigenschaften des Graphitfilzes überbieten kann, ist auch noch fraglich.

2. Anstatt des Graphitfilzes wird Kohlenstoff in Form von Nanoröhrchen benutzt

Eine weitere Alternative fanden wir bei der Recherche im Internet auf der Homepage des Max-Planck-Instituts. Die Grundidee dabei ist, den Filz durch sogenannte Nanoröhrchen aus Graphit zu ersetzen, die durch ihre künstlich hergestellte Struktur eine sehr große Oberfläche besitzen, die deutlich größer ist als die des Graphitfilzes. Dies kommt dadurch zustande, dass die Nanoröhrchen einen Durchmesser von bis zu 50 nm haben, innen zusätzlich noch hohl sind und die Fäden des Graphitfilzes einen Durchmesser von ca. 7 µm besitzen.

Da diese Röhrchen nun in eine Richtung gelegt werden können, hat der Elektrolyt einen geringeren Durchflusswiderstand und da sie aus einem Stück bestehen, haben sie eine sichere Verbindung zur Graphitplatte. Die einzelnen Röhrchen werden immer in Bündeln zusammen gepackt. Ein Nachteil wäre jedoch die hohen Herstellungskosten, welche auf jeden Fall den Preis des Graphitpulvers übersteigt.



Kohlenstoffnanoröhre⁷

Leider hatten wir nicht die Möglichkeit diese Nanoröhrchen zu testen, um zu sehen, ob sie unseren Erwartungen entsprechend funktionieren. Außerdem wissen wir auch nicht genau, wie aufwendig die Herstellung für die Nanoröhrchen ist und ob sich dieses Verfahren deutlich besser eignet als der Graphitfilz.

3. Anstatt des Graphitfilzes werden Graphitfasern eingesetzt

Die Idee bei Graphitfasern ist, dass bestimmte sehr feine und dünne Fasern, z. B. Zellulose oder Kohlenstofffasern mit Graphitpulver beschichtet werden, um so einen weiteren Ersatz für den Graphitfilz zu haben. Damit das Graphitpulver an den Fasern hängen bleibt, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Als erstes könnte man die Fasern so erhitzen, dass sie anschmelzen und so

⁷http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/76/Kohlenstoffnanoroehre_Animation.gif

klebrig werden, dass das Graphitpulver an den Fasern haften bleibt, wenn es darüber geblasen wird. Eine andere Möglichkeit Graphitpulver an die Fasern zu bekommen wäre, die Fasern in ein Lösungsmittel zu tauchen, sodass die Fasern anfangen sich langsam aufzulösen und das Graphitpulver an diesen Fasern hängen bleibt.

Ein großer Vorteil dieser Möglichkeit wäre eine Kostenreduzierung im Vergleich zu den jetzigen Kosten der Herstellung von Graphitfilz. Ein Nachteil hingegen könnte sein, dass die Oberfläche im Vergleich zum Graphitfilz geringer ist. Versuche zu diesen Ideen muss der Auftraggeber durchführen.

Fazit

Unser Fazit zu diesen Ideen ist, dass wir zur Effizienzverbesserung der Redox-Flow-Batterie nicht das lose Graphitpulver einsetzen würden, da wir annehmen, dass sich bei der Durchführung zu viele Probleme ergeben würden, wie z. B. Schwierigkeiten mit der Verwendung eines Filters. Stattdessen würden wir zu der Variante mit den Nanoröhrchen tendieren, da wir hier großes Potenzial zur Effizienz-Verbesserung sehen, vor Allem hinsichtlich der großen Oberfläche durch den Waben-/Röhrchenaufbau.

Die Fasern mit Graphitbeschichtung würden wir erst empfehlen, wenn sich herausstellt, dass die Oberfläche größer ist als beim Graphitfilz oder das Verhältnis Kosten-Wirkungsgrad wirklich sinnvoll ist.

A-Team – Dichtungen

ALEXANDER GIESECKE

Nachdem wir uns in den Gruppen Themen zur Verbesserung der Redox-Flow-Batterie überlegt haben und unser Team sich für Überlegungen zur Dichtheit entschieden hatten, erstellten wir einen Zeitplan und einen Strukturplan zu unseren themaspezifischen Arbeiten.

Thema: durch Verbesserung der Dichtung, den Aufbau einer funktionierenden Redox-Flow-Batterie erleichtern.

Wir kamen auf die Idee, die Dichtung zu verbessern, da wir selbst erlebten, dass eine der

großen Schwierigkeiten die 100 %ige Dichtung ist. Unser Ziel war es also, Verbesserungen der Dichtheit zu überlegen. Dazu stellten wir eine detaillierte Ideensammlung auf, da es uns aus Material- und Zeitmangel nicht möglich war, Versuche zu unseren Ideen durchzuführen.

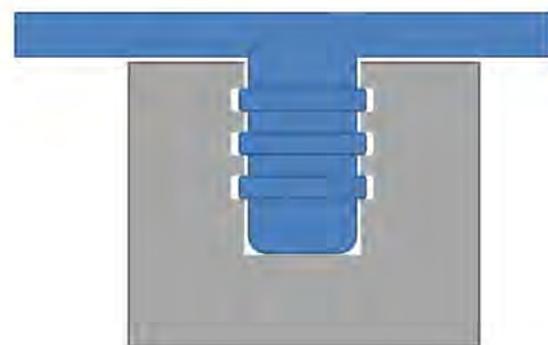


Veranschaulichung des Vergleichs der verschiedenen Dichtungen

Als Ideen hatten wir z. B. einen Dübel mit Formschluss, sowie eine Labyrinthdichtung mit Hinterschnitt, und die O-Ring-Dichtung. Letzteres war später auch unsere Empfehlung, da es unserer Meinung nach die größte Dichtheit bei niedrigem Aufwand aufwies.

Beschreibung

O-Ringe sind ringförmige Dichtungselemente. Aufgrund ihrer einfachen Form sind O-Ringe industriell leicht herstellbar. In den PVC-Rahmen, der die Elektrode hält, werden mehrere Löcher gefräst, in denen kleine Einkerbungen sind.



O-Ring-Dichtung

Eine Dichtungsmatte müsste dann auf der Unterseite zylindrisch genoppt werden, wobei klei-

ne O-Ringe auf den Noppen befestigt werden, deren Anzahl den Einkerbungen in den Löchern entspricht.

Anschließend wird die Dichtungsmatte auf dem Rahmen befestigt, indem die mit den O-Ringen bestückten Noppen in die für sie vorgesehenen Löcher gesteckt werden. Die O-Ringe verhaken sich dadurch in den Einkerbungen, was verhindert, dass die Dichtungsmatte verrutschen kann, und so nicht ordnungsgemäß abdichtet.

JuTaVaNis Battery – Unsere Gruppenarbeit

TAMARA VOIGTLÄNDER

Schon am Montagmittag mussten wir unser Angebot für unseren Auftraggeber erstellt haben, und so waren wir gezwungen schon relativ früh festzulegen, woran wir in den einzelnen Gruppen arbeiten wollten.

Wir, JuTaVaNis Battery, haben uns zuerst darüber Gedanken gemacht, wie sich die Effektivität einer Redox-Flow-Batterie verändern würde, wenn man sie erhitzt, also z. B. in warmes Wasser stellt. Dann mussten wir aber nach einer Recherche feststellen, dass solche Versuche schon durchgeführt worden waren und das Vanadium V, das in der Redox-Flow-Batterie reagiert, ab 40 °C ausfällt, d. h. nicht mehr reagiert. Somit waren weitere Untersuchungen hierzu nicht mehr nötig.

Wir griffen nun auf eine völlig andere Idee zurück. Wir stellten uns die Frage, wie man die Verschlüsse an den Schläuchen der Batterie so verbessern könnte, dass die Batterie dichter wird. Denn oft läuft die Flüssigkeit an den Schlauchanschlüssen aus, wie unser Kurs selbst beim Testen unserer Redox-Flow-Batterie erfahren musste.

Hierzu hätten wir detaillierte Recherchen durchführen müssen und wahrscheinlich in der kurzen Zeit mangels notwendiger Versuchsmaterialien nur wenige Chancen gehabt, zu verwertbaren Ergebnissen zu kommen.

Als Dörthe, unsere Kursleiterin, uns dann vorschlug, ein Lehrmodul zu erstellen, entschieden wir uns nach einer kurzen Diskussion für dieses Thema.

Was genau ist das Ziel eines neuen Lehrmoduls über die Redox-Flow-Batterie?

Wir sollten ein Lehrmodul für Schüler der 8.–10. Klasse aller Schulformen erstellen, anhand dessen man die Redox-Flow-Batterie und deren Sinn gut verständlich erklären kann. Außerdem sollten wir eine detaillierte Beschreibung zum eigenständigen Aufbau einer Batterie und die Durchführung einiger Messungen an der Batterie genauer beschreiben.

Bevor wir uns aber ans Schreiben unseres Angebots machen konnten, mussten wir das ganze Projekt noch ordnungsgemäß planen. Wir erstellten einen Struktur- und Zeitplan wie oben beschrieben. Im Laufe der Woche stellten wir aber fest, dass wir uns bei den Zeitkalkulationen ziemlich überschätzt hatten. Das hatte dann im Laufe der Akademie zu großem Stress geführt.

Wir schrieben am Montagmorgen unser Angebot und waren sehr erleichtert, als am Nachmittag die erlösende Antwort kam, dass alle unsere Angebote akzeptiert worden waren.

Daraufhin begannen wir am Nachmittag mit dem Aufbau unseres Ein-Zellen-Stacks, was mehr Zeit in Anspruch nahm, als wir vermutet hatten. Wir mussten sehr genau vorgehen, damit später der Elektrolyt ungehindert durch die Zelle fließen konnte und keine Kanäle verstopft wurden.



Zwei Assistentinnen bei ihrer Arbeit im Labor

Wir nahmen im Laufe der Woche unterschiedliche Messungen an unserem Stack vor, z. B. maßen wir die Stromstärke und die Spannung. Zwischen den praktischen Arbeiten an dem Ein-Zellen-Stack arbeiteten wir an unserem Lehrmodul.

Anfangs wollten wir das ganze Modul in Form

einer PowerPoint-Präsentation machen, stellten dann aber fest, dass es schwierig war, diese interessant und anschaulich zu gestalten. Schließlich haben wir selbst nur zwei erstellte Folien mit Animationen verwendet, mit denen die Redox-Flow-Batterie und die galvanische Zelle gut verständlich erklärt werden können. Unser Lehrmodul beinhaltete außerdem eine Erklärung zu regenerativen Energien, eine Seite zum Unterschied von Batterie und Akku, eine Versuchsbeschreibung zum Aufbau der Batterie, sowie zur Durchführung von verschiedenen Messungen, wie z. B. der Spannung.

Am zweiten Montag der Akademie boten wir eine Redox-Flow-KüA an, in der wir unser Lehrmodul an den anderen Akademieteilnehmern testeten. Wir erklärten ihnen die Batterie und sie hatten die Möglichkeit, mit unserer Hilfe eine Zelle trocken aufzubauen.

In der Mitte der Akademiezeit mussten wir eine Rotation, d. h. eine Präsentation halten, in der wir den anderen Akademie-Teilnehmern unsere Arbeit der letzten Woche in den Kleingruppen vorstellten. Die Vorbereitung liefen anfangs sehr holprig, weil wir nicht in unserer Großgruppe zusammen gearbeitet hatten, sondern nur jede Kleingruppe vor sich hin gearbeitet hatte, ohne einen Informationsaustausch mit den anderen zu haben. Dem entsprechend waren auch die Präsentationen an der Generalprobe alles andere als perfekt. Also änderten wir alles noch einmal und erarbeiteten dieses Mal abgestimmt in der Großgruppe eine gemeinsame, viel bessere Präsentation.

Am letzten Tag vor der Abschlusspräsentation hatten wir großen Stress, denn wir mussten die Präsentation vorbereiten, einen gemeinsamen Abschlussbericht an unseren Auftraggeber schreiben und zusätzlich noch unser Lehrmodul zu Ende bringen, das bisher noch nicht fertig war. Am Schluss sind wir dann aber doch alle fertig geworden und haben unsere Arbeit am nächsten Tag mit Erfolg unseren Eltern und Auftraggebern vorgestellt.

Auf unser Ergebnis – das Lehrmodul – waren wir sehr stolz.

„Was wir sonst noch so gemacht haben“

VERA FLAD, JULIAN LUTZ

Spiele

Ein weiterer Punkt der TheoPrax-Methodik sind die Teambuildingsspiele. An Tagen, an denen wir viel zu tun hatten und uns der Stress die Freude an der Arbeit zu nehmen drohte, schoben unsere Kursleiter oft ein Spiel zur Auflockerung ein. Alle Spiele hatten den Zweck, uns als Team zusammen zu schweißen. So mussten wir zum Beispiel einen wilden, kanadischen Meterstab bändigen, indem wir ihn alle berührten und ihn gemeinsam auf dem Boden ablegten.



Bändigung des wilden kanadischen Meterstabs

Das klingt zwar eigentlich ganz einfach, aber das knifflige an der ganzen Sache ist, geht auch nur eine Person etwas nach oben, folgen alle anderen zwangsläufig. Die Lösung des Problems: Ein „Galeerentrommler“ musste her, der den Takt angab. Diese Erkenntnis konnten wir später auf unsere Arbeit übertragen. Wir gaben unseren Aufgaben mehr Struktur, indem wir jemanden bestimmten, der alles im Blick hatte und der Einzelteile unserer Aufgabe sammelte.

Die Highland-Games

Nach der Rotation fanden die Highland-Games statt. Fliegende Gummistiefel und Erdnüsse entschieden an diesem Tag darüber, welcher Kurs die Nase vorne hat – jedenfalls bei den Highland-Games. Wir mussten im Kurs verschiedene Stationen absolvieren und uns so

mit den anderen Teilnehmern messen. Obwohl das Ganze den Namen Highland-Games oder auch nur Sportfest trug, hatten die meisten Stationen wenig zu tun mit den Sportdisziplinen, die wir aus der Schule kannten. So gab es zum Beispiel eine Station, in der die Disziplin Gummistiefel-Weitwurf praktiziert wurde. Hört sich ziemlich lustig an, oder? War es auch!

In den vergangenen Jahren war der TheoPrax Kurs bei den Highland-Games immer auf dem letzten Platz. Aus dieser Tradition sind wir schon fast glorreich ausgebrochen: zusammen mit dem Philosophie-Kurs belegten wir den vierten Platz. Damit waren wir alle sehr zufrieden. Möglicherweise hat uns unser häufiges Spielen im Kurs zu dieser vergleichsweise guten Leistung verholfen – wer weiß?

Verzehnte Süßigkeiten und Knabbereien

Wie in den vergangenen Jahren herrschte auch in diesem TheoPrax-Kurs enormer Zeitdruck. Egal ob beim Angebot, der Rotation oder der Abschlusspräsentation – stressig war es allemal. In solchen Momenten waren wir froh, auf „Nervennahrung und Stressdämpfer“ zurückgreifen zu können.

Für jeden Geschmack war etwas dabei, von pikant bis süß. Eine genaue Auflistung ist unten abgebildet.

| Menge | Artikel |
|---------------|------------------------------|
| 4 Jumbo Boxen | Gummibärchen |
| 12 Beutel | Gummibärchen |
| 2 kg | Mini-Schokotäfelchen |
| 8 Tafeln | Milch-Schokoriegel |
| 6 Tafeln | Joghurt-Erdbeer-Schokoriegel |
| 3 Doppelpacks | Butterkekse |
| 4 Tüten | Milch-Schokoladen-Bonbons |
| 4 Rollen | Schokoladen-Doppelkekse |
| 2 Packungen | Salzstangen |
| 3 Dosen | Stapelchips |

Quellen und Danksagung

ANNA AUBELE, TAMARA
VOIGTLÄNDER

In den zwei Wochen, die wir im Sommer in der Science Academy verbracht haben, haben wir viel Neues dazugelernt und viele Erfahrungen fürs Leben gewonnen. Dafür danken wir der Science Academy-Leitung Petra Zachmann und Georg Wilke. Außerdem danken wir ganz herzlich dem Fraunhofer ICT für die materielle Unterstützung sowie unserem Auftraggeber Herrn Jens Noack vom Fraunhofer ICT, welcher unsere erfolgreiche Kursarbeit möglich gemacht hat. Unser größter Dank gilt unseren Kursleitern Dörthe Krause, Simon Budjarek und Peter Eyerer sowie unserem Schülermentor Matthias Ernst, die uns während der zwei Wochen im TheoPrax-Kurs betreut haben, uns unterstützten und gute Nerven behielten, wenn wir mal wieder ein kleines Chaos (Vorbereitung Rotation) angerichtet hatten!

Kurs 6 – Philosophie 2010: Was ist Wirklichkeit?



§1 Philosophiekurs

CLARA KOPPENBURG

In unserem Philosophiekurs herrschte von Anfang an eine entspannte und fröhliche Atmosphäre. Wir wurden von unseren drei Kursleitern Jochen, Patrick und Sophia freudig begrüßt und durften sie gleich duzen, was die ganze Aufregung vermindert hat.

In unserem gesamten Kurs hatten wir vereinbart, dass wir uns nicht meldeten, sondern unsere Einfälle sofort der Gruppe mitteilen durften. Außerdem saßen wir in einem Kreis, sodass jeder den anderen sehen konnte.

Am Vorbereitungswochenende haben wir uns mit den vier Vorsokratikern Thales, Anaximander, Parmenides und Heraklit beschäftigt. Unser Tagesablauf sah immer folgendermaßen aus:

Morgens rekapitulierte eine Gruppe den Philosophen des vorherigen Tages, und anschließend fassten die Kursleiter diesen noch einmal zusammen.

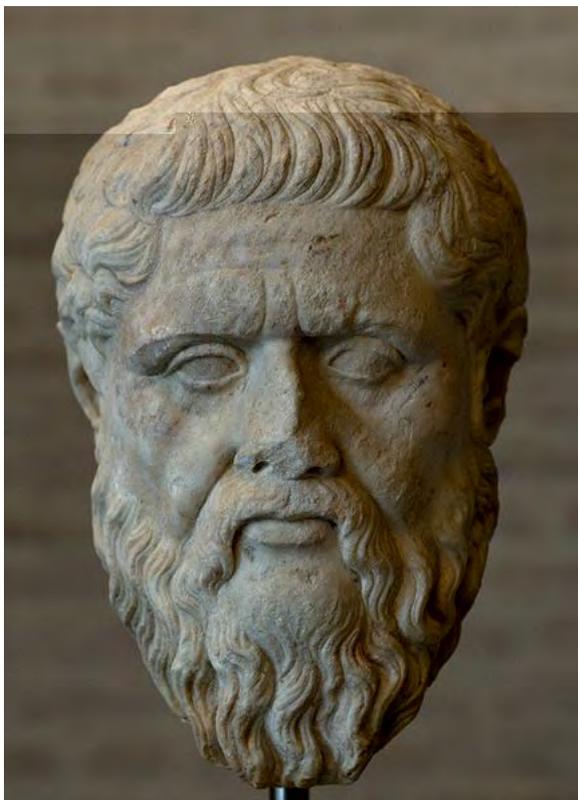
Nach dieser Rekapitulation wendeten wir uns dem neuen Philosophen zu und begannen, erst einmal allgemeine Dinge über die jeweilige Person zu besprechen. Daraufhin widmeten wir uns dem Text, der oft sehr schwierig war. Deshalb besprachen wir oft Satz für Satz.

Am Nachmittag haben wir immer in unterschiedlichen Gruppen gearbeitet. Wenn das Wetter mitspielte, haben wir uns auch oft nach draußen gesetzt und dort gearbeitet.

In den Kursen war es so entspannt, dass wir Kuchen gegessen, Kaffee oder Tee getrunken oder einfach nur so Witze gemacht haben.

lich in Dialogform, da er u. a. Gespräche seines Lehrers Sokrates aufzeichnete.

Auch Platon war auf der Suche nach einem Prinzip, einem ersten Grund, einer Gesetzmäßigkeit. Doch dabei fragte er sich, wie man überhaupt nach etwas suchen kann. Denn wenn man etwas weiß, muss man nicht danach suchen – man weiß es ja. Weiß man etwas jedoch nicht, so kann man nicht danach suchen, da man ja nicht weiß, wonach man suchen soll. Platon stellte daher folgende These auf: „Suchen und Lernen ist nur Erinnerung.“ Damit löste er sein Problem.



Römische Kopie eines griechischen Platonporträts⁸

Seine These erklärt er wie folgt: Er meint, die Seele des Menschen sei unsterblich. Da sie somit alles in der Unterwelt und auf der Erde erblickt hat, verfügt sie über sämtliches Wissen. Sobald sie jedoch bei einer Wiedergeburt mit einem Körper „verschmilzt“, vergisst sie das ganze Wissen wieder und muss sich mühsam daran erinnern.

⁸http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Head_Platon_Glyptothek_Munich_548.jpg?uselang=de

Platon schließt daraus, dass, wenn man sich oft genug an richtige Vorstellungen erinnert, man eine immer größere Erkenntnis erlangen müsste. So stellt er das sogenannte „Höhlengleichnis“ auf. Laut diesem Gleichnis gibt es drei Stufen der Erkenntnis.



Platons Höhlengleichnis⁹

Stufe 1

Die Menschen schauen auf eine Höhlenwand und sehen dort Schatten. Sie können ihren Kopf nicht drehen, da sie gefesselt sind. Die Menschen sehen die Schatten als Wahrheit an, obwohl sie von ihnen nur getäuscht werden.

Stufe 2

Man ist eine Stufe näher an der Wahrheit. Jedoch ist sie durch ein grelles Licht erhellt. Oft möchten Neuankömmlinge, die in diesem Bereich vom Licht geblendet und von der neuen Erkenntnis verwirrt sind, wieder zurück auf die erste Stufe.

Stufe 3

Man befindet sich in der wirklichen Welt. Da sie aber noch heller ist als die zweite Stufe, ist sie noch gewöhnungsbedürftiger. Die Augen sind so geblendet, dass man zuerst nur Grobes sieht. Nach und nach kann man immer feinere Dinge erkennen, bis man schließlich die Sonne (= Wahrheit) und die Ideen selbst erblickt. Nun ist man sicherlich glücklicher, als wenn man

⁹http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Platon_Cave_Sanraedam_1604.jpg?uselang=de

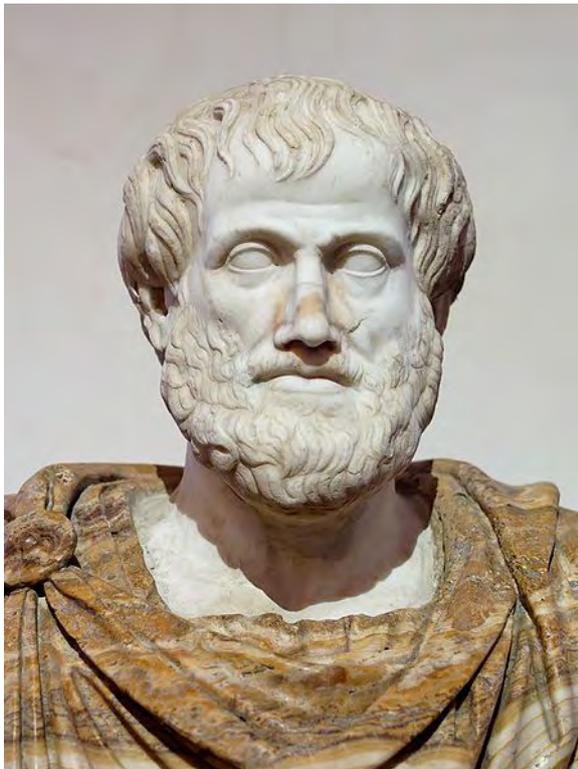
in der ersten Stufe im Schatten sitzt und eine Scheinwahrheit betrachtet.

Die „Ideen“, die man in der dritten Stufe erblickt, sind eine Art Ideal für alle Dinge, die es auf der Welt gibt. Sie stehen laut Platon vor allem. Alles andere ist dem Ideal nachgemacht.

§4 Aristoteles

LOUIS SCHÄFER

Aristoteles war ein Philosoph der Antike und lebte von 384 v. Chr. bis 322 v. Chr. Wie sein Lehrer Platon, so beschäftigte auch er sich hauptsächlich mit der Metaphysik (dem Fragen nach dem ersten Grund von allem). Doch Aristoteles hatte im Vergleich zu Platon keine Ideenlehre und keine Gleichnisse und ging wissenschaftlicher vor.



Aristoteles-Büste¹⁰

Metaphysik ist eine grundlegende Wissenschaft, die nach dem Ersten, dem Grundlegenden sucht. Sie beschäftigt sich mit den Fragen der Menschheit, dem Rätsel des Daseins – mit Fragen/Ant-

¹⁰http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aristotle_Altemps_Inv8575.jpg?uselang=de

worten, die sich jenseits menschlicher Erfahrung befinden.

Außerdem beschäftigte sich Aristoteles mit dem Wesen und der Aufgabe der Grundwissenschaft, d. h. die Philosophie, so meint er, kann, wie zum Beispiel die Mathematik (Algebra, Geometrie . . .) in verschiedene Fächer oder Teile gegliedert werden. Es gibt dabei eine grundlegende, oberste Philosophie. Aristoteles behauptete, die Aufgabe der Grundwissenschaft sei es, sowohl das reine Wesen der Gegenstände zu erforschen, als auch die an ihnen auftretenden Bestimmungen. Die Metaphysik muss das Prinzip des Seins herausfinden.

Wie man sich nun denken kann, fand Aristoteles auch eine Antwort oder Lösung auf seine Frage nach dem Obersten, dem obersten Axiom (Axiom ist ein Grundsatz, der keine Beweise mehr benötigt). Er stellte nämlich drei Sätze auf.

Satz der Identität: Alles, was ist, ist jeweils eines (Eins-sein) und dasselbe (Identität). Zum Satz der Identität gehörten für ihn auch das Prinzip des Denkens; des Seins; der Welt und des Seienden. Wenn man etwas so denkt, wie es auch wirklich ist, dann sind Denken und Sein eins.

Satz vom Grund: Aristoteles fragte sich, was das sei, was die Dinge zu dem macht, was sie sind, und kam zu dem Schluss: Nichts ist ohne Grund – es gibt immer einen Grund dafür, dass etwas so ist, wie es ist.

Satz vom Widerspruch: Dieser ist sein bekanntester Satz. Er beinhaltet nicht viel mehr, als dass es eben nichts gibt, das eine Eigenschaft besitzt und diese auch nicht besitzt. (Es gibt nichts, das gleichzeitig a und nicht a ist.) Trotzdem gibt es für den Satz des Widerspruchs einige Bedingungen: dieselbe Beziehung, derselbe Betrachter, dasselbe Objekt und zur selben Zeit. Genauer lautet der Satz also: Es ist ausgeschlossen, dass ein und dasselbe Prädikat einem und demselben Subjekte zugleich und in derselben Beziehung zukomme und auch nicht zukomme.

Diese drei Sätze sind das Grundfundament der Philosophie.

§5 Descartes

REBEKKA IRION

Wir haben uns in unserem Kurs auch mit dem Philosophen René Descartes beschäftigt, der 1596 geboren wurde. Er war aber nicht nur einer der ersten großen Philosophen der Neuzeit, sondern auch Soldat im Jahr 1641, also im Dreißigjährigen Krieg. Während dieser Zeit schrieb er seine *Meditationen über die Erste Philosophie*.



René Descartes auf einem Portrait von Frans Hals, 1648¹¹

Diese Meditationen sind in der Ich-Perspektive geschrieben, was eine bessere Auseinandersetzung mit dem Text ermöglicht, denn man kann sich mit Descartes identifizieren und all seine Gedankengänge „mitdenken“. Natürlich ist dieser Text auch deshalb einfacher zu lesen, weil er aus der Neuzeit stammt.

Von den *Meditationen über die Erste Philosophie* haben wir uns im Philosophiekurs mit der Zweiten, der Dritten und der Vierten beschäftigt.

In der Zweiten Meditation fragt sich Descartes nach der Wahrheit über die Wirklichkeit und nach etwas vollkommen Gewissem, dem Grund von Allem, dem Prinzip.



Philos in action: Abschlusspräsentation

Dabei stellt er sich die Frage, ob die Dinge, die er sinnlich wahrnehmen kann, möglicherweise nicht nur Sinnestäuschungen sind. Dazu verwendet er eine bestimmte Methode: den methodischen Zweifel. Das heißt, er nimmt sich einen Gegenstand, z. B. einen Stift, sieht ihn an und zweifelt daran, dass es diesen Stift, den er sehen und fühlen kann, wirklich gibt. Seine Sinne könnten ihn ja täuschen ... Bzw. von einem „großen Täuscher“ manipuliert werden. So zieht er alles in Zweifel, von dem er bisher angenommen hat, dass es wirklich ist, sogar sich selbst.

Doch genau an diesem Punkt kommt Descartes seinem Ziel, der Gewissheit, schon näher. Denn selbst wenn er zweifelt, dass es ihn selbst gibt und dass alles nur eine große Täuschung ist, kann er nicht bezweifeln, dass da jemand ist, der zweifelt. An seinem Körper und all den anderen sinnlich wahrnehmbaren Dingen kann er weiterhin zweifeln. Aber er hat sein erstes Ziel erreicht – er hat etwas gefunden, an dem er nicht zweifeln kann: dass es das „ICH“ gibt, das zweifelt, denkt und also ist.

Das formuliert er in dem schönen Satz: „Cogito, ergo sum.“ – „Ich denke, also bin ich.“

In der Dritten Meditation sucht Descartes nach weiteren gewissen Dingen. Gleich am Anfang des Textes stellt er fest, dass alles, was es gibt, eine Ursache braucht. Auch dazu hat er einen

¹¹http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Frans_Hals_-_Portret_van_Ren%C3%A9_Descartes.jpg?uselang=de

lateinischen Satz: „Ex nihilo nihil fit“ – „Aus nichts kommt nichts“. Das ist eine Konsequenz des Satzes vom Grund, den wir schon von Aristoteles kennen. Und damit beschäftigt sich Descartes in der Dritten Meditation eingehend. Denn wie weit gilt dieser Satz? Gilt er auch für Vorstellungen und Gedanken? Und wenn ja (und davon geht Descartes aus), was ist ihre Ursache? Das „ICH“, das er schon in der zweiten Meditation eingeführt hat? Oder etwas anderes? Da sich Descartes nicht mit der Ursache aller Vorstellungen und Gedanken beschäftigen kann, sucht er sich eine ganz bestimmte Vorstellung aus: die Vorstellung der Vollkommenheit. Er überlegt, ob er selbst, also sein „ICH“, die Ursache für diese Vorstellung ist. Das kann aber nicht sein, denn wie sollte etwas Unvollkommenes etwas Vollkommenes hervorbringen? Auf jeden Fall muss die Vorstellung der Vollkommenheit von etwas Vollkommenem verursacht sein, denn es gilt ja auch: „Ex nihilo nihil fit“. Doch Descartes stellt fest, dass er ja selbst zweifelt, d. h. nicht alles mit Sicherheit weiß und daher nicht vollkommen ist. Aber da ja etwas Vollkommenes die Ursache sein muss, kommt Descartes zu der nächsten Gewissheit, die er findet: Es gibt eine Vollkommenheit, er nennt sie Gott. Deswegen nennt man die Dritte Meditation auch „Gottesbeweis“.

In der Vierten Meditation baut Descartes die ganze Welt, die er noch in der zweiten Meditation angezweifelt hat, wieder auf. Doch wieso? Die Antwort Descartes' ist: Weil Gott vollkommen ist (hierzu muss man wissen, dass in der philosophischen Tradition „vollkommen“ immer mit „gut“ übereinstimmt), will er uns nicht täuschen, daher sind unsere Wahrnehmungen und Einsichten an sich nicht trughaft, d. h. sie sind wahr, übermitteln das Wahre und den richtigen Weg. Deshalb braucht Descartes nun nicht mehr an allem zu zweifeln, es stellen sich ihm allerdings genug andere Fragen – zum Beispiel die Frage nach dem Irrtum. Denn wenn Gott wirklich vollkommen (und damit gut) ist, wieso können wir Menschen uns dann überhaupt irren? Wir haben doch alle unsere Eigenschaften und Fähigkeiten von ihm erhalten. Descartes erklärt das so: Der Irrtum ist nur ein Mangel an Vollkommenheit, keine von Gott gewollte schlechte Eigenschaft. Er, der Irr-

tum, ist also eine Privation (Mangel). Weiter stellt er fest, dass der Irrtum durch Verstand und Wille bedingt ist. Das Irren kommt nicht von fehlerhaften Eigenschaften, die Gott uns gegeben hat, sondern von einer falschen Kombination unserer guten Eigenschaften: Verstand und Wille. Wir merken das ja alle selbst im Alltag – der Wille will mehr, als gut für ihn ist ... Der Verstand sagt nein, aber der Wille siegt innerlich.

Abschließend kann man Descartes' Ergebnisse in der Frage nach dem Prinzip, nach dem ja nicht nur er gesucht hat, zusammenfassen:

- Ursache/Grund: Vollkommenheit/Gott
- Gesetzmäßigkeit: Cogito, ergo sum.

Möglicherweise fragen Sie sich jetzt, wie wir das alles herausgefunden haben. In unserem Kurs haben wir viel über diese Texte diskutiert, zum Teil auch in Gruppenarbeit. Wir haben uns ganz unvoreingenommen auf diese Texte eingelassen und viel über sie nachgedacht. Und so kommt man ans Ziel.

§6 Leibniz

SOPHIA FREY

Leibniz – Qualität seit 1646

Leibniz – da denken die meisten wahrscheinlich zuerst einmal an den Butterkeks. Doch der Name dieses Butterkeksses hat seinen Ursprung in einem bedeutenden Philosophen, den wir im Philosophie-Kurs behandelt haben. Sein vollständiger Name ist Gottfried Wilhelm Leibniz, und er lebte von 1646 bis 1716, in der Neuzeit also.

Bei Leibniz wird vor allem die metaphysische Grundfrage „Warum ist überhaupt etwas und nicht vielmehr nichts?“ wichtig. Er gelangte zu der Erkenntnis, dass Gott der Grund für die Existenz des Universums sein muss und dass wir Menschen in einer Welt leben, die „die beste aller möglichen Welten“ ist. Deswegen wurde Leibniz auch ein metaphysischer Optimist genannt.

Leibniz war darüber hinaus ein sehr bedeutender Wissenschaftler. Er hat unter anderem Biologie, Mathematik, Physik, Geologie und weite-

re Wissenschaften betrieben, weshalb er auch als Universalgelehrter bezeichnet wird. Seine Texte wirken deshalb auch sehr wissenschaftlich.

Den Textausschnitt, den wir im Kurs gelesen haben (aus: *Principes de la nature et de la grace fondées en raison / In der Vernunft begründete Prinzipien der Natur und der Gnade*; entstanden 1714, veröff. 1718, dt. 1780), beginnt er zum Beispiel mit Definitionen.



Gottfried Wilhelm Leibniz¹²

Leibniz stellt zuerst die Substanz als ein Wesen vor, „das die Fähigkeit zu handeln hat“. Außerdem unterscheidet er zwischen zwei verschiedenen Substanzen. Die eine Substanz ist einfach, er nennt sie Monade. Für Leibniz ist sie der erste Grund von allem, das Prinzip. Sie hat keine Teile und darf nicht mehr teilbar sein. So darf sie auch keine Ausdehnung mehr haben, denn alles, was Ausdehnung hat, könnte man ja auch wieder teilen. Die Monade ist deshalb auch nichts Materielles, sondern etwas Geistiges. Dies kann man anhand eines Gedankens erklären: Der Gedanke hat auch keinen

Durchmesser, er ist nichts Materielles, sondern geistig.



Die Monaden sind also die einfachen Substanzen. Doch wie bereits erwähnt, nennt Leibniz noch eine weitere „Art“ von Substanzen: die zusammengesetzten Substanzen, die er zusätzlich mit dem Begriff Körper bezeichnet.

Diese sind, wie der Name schon sagt, zusammengesetzt. Und zwar aus den Monaden. Alle Körper, zum Beispiel Tische, Vasen, Bäume und auch wir selbst, sind aus diesen Monaden zusammengesetzt. Das bedeutet also auch, dass die Natur von diesen vielen Monaden erfüllt ist. Und es sind nicht nur viele, sondern unendlich viele. An jedem Ort.

Im Kurs haben wir uns mit der Frage beschäftigt, wie es sein kann, dass nun auch alles Materielle aus den Monaden, aus diesen geistigen Prinzipien besteht. Denn wie sollen wir Menschen zum Beispiel, die wir eine Ausdehnung haben, aus unteilbaren Substanzen bestehen, die keine Ausdehnung haben?

Das Problem lässt sich durch eine einfache Linie erklären. Wenn wir eine Linie auf ein Blatt Papier zeichnen und dann versuchen, sie zu zerteilen, dann erkennen wir, dass man diese Linie unendlich oft teilen kann.

Doch setzt sich diese Linie nicht aus mathematischen Punkten zusammen?

Und mathematische Punkte haben keine Ausdehnung.

Dennoch ist die Linie zu sehen und hat ganz offensichtlich eine Ausdehnung.

Außerdem könnte man ohne die Monaden gar nicht beginnen, die Linie zu zeichnen. Denn

¹²<http://www.ivt-vyuka.ic.cz/images/osobnosti/leibniz.png>

sobald man den Stift auf das Papier drückt und ein Punkt zu sehen ist, kann man auch beginnen, den Punkt zu zerteilen. Der Punkt setzt sich schließlich schon aus unendlich vielen Monaden zusammen.

Doch wie und wann sind die Monaden entstanden?

Leibniz schreibt dazu in seinem Text: „Da die Monaden keine Teile haben, so können sie weder gebildet, noch vernichtet werden. Sie können auf natürliche Weise weder beginnen, noch enden, und dauern folglich so lange wie das Universum, das zwar verändert, aber nicht zerstört werden kann.“

Die Monaden sind also unentstanden, unzerstörbar und unvergänglich. Sie sind ewig. Doch so recht konnten wir uns das Ewige nicht vorstellen und etwas ohne Anfang auch nicht. So ist uns in Leibniz' Text eine besondere Formulierung aufgefallen. Er sagt: „Sie können auf natürliche Weise weder beginnen noch enden [...]“

Mit „auf natürliche Weise“ meint er eine Entwicklung. Eine Entwicklung, die zum Beispiel ein Baum durchläuft, bevor er ein Baum wird. Wird ein Same gepflanzt, entwickelt sich daraus nach und nach eine kleine Pflanze, die Wurzeln schlägt. Die Pflanze wird größer und wächst. Doch so können die Monaden nicht entstanden sein, denn dann müssten sie Teile haben, dann müssten sie ebenfalls eine Entwicklung durchlaufen haben.

Monaden müssen also auf unnatürliche Weise entstanden sein. „Unnatürlich“ meint hier „übersinnlich“. Leibniz erklärt Gott als Schöpfer der Monaden. Gott hat sie in einem einzigen Moment erschaffen, auf einen Schlag waren sie da. Gott ist „der letzte Grund der Dinge“, er ist „notwendig“, das heißt, dass es keine andere Möglichkeit außer Gott als Schöpfer gibt. Außerdem trägt er „den Grund seines Daseins in sich selbst“.

Die Welt kann man sich durch diese Erklärung wie ein perfekt konstruiertes Uhrwerk vorstellen. Gott hat für das Universum laut Leibniz „den besten möglichen Plan“ gewählt. Er hat es sozusagen entworfen und dann in Bewegung gebracht. Wie ein Uhrwerk, das einmal aufgezogen wird und dann ewig weiterläuft.

Gott hat jeder Monade eine Bestimmung gegeben. Er weiß somit, was in der Vergangenheit passiert ist, was in der Gegenwart und in der Zukunft geschieht, da er alles schon vorher bestimmt hat. Dadurch, dass er die Welt in Bewegung gebracht hat, hat er also eine unendlich lange Anzahl an Wirkungen in Gang gesetzt. Gott bezeichnet man deshalb auch als Wirkursache. Aus einer Ursache ergeben sich unendlich viele weitere Wirkungen. Die Welt ist somit ein Fluss in ewiger Bewegung. Wo sich Monaden weiterbewegen, gelangen neue Monaden an deren Ort. Stirbt ein Lebewesen zum Beispiel, dann werden die Monaden nicht zerstört, da sie ja unzerstörbar sind. Aber sie bewegen sich weiter und bilden etwas Neues, zum Beispiel eine Blume.

Das Universum kann deswegen auch nicht zerstört, sondern nur verändert werden.

Durch Gott als Wirkursache haben wir Menschen auch keinen freien Willen, da sich jede unserer Handlungen und Gedanken nur aufgrund der Ursache davor ereignet hat und nur eine Wirkung derer ist.

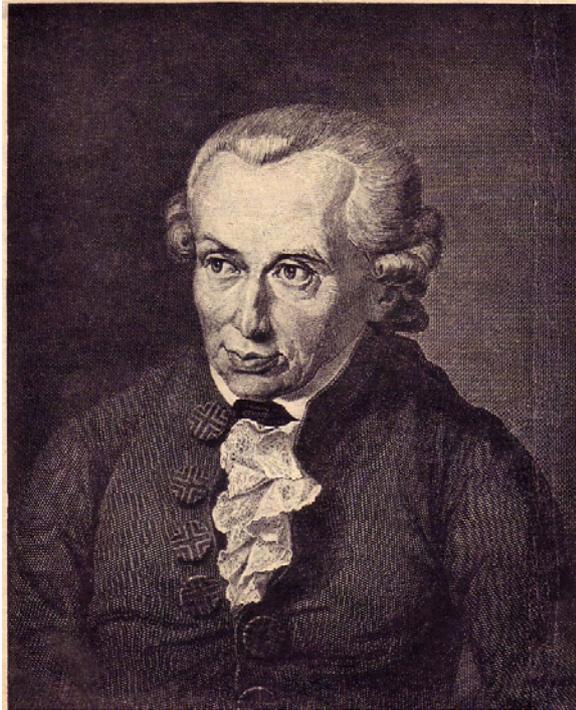
Die Ursache, wieso Sie gerade diesen Text lesen, liegt für Leibniz also allein in Gott. Es ist keinesfalls Ihr freier Wille, der Sie diesen Text lesen lässt, sondern bloß eine Wirkung einer Ursache, die Gott zu verdanken ist.

§7 Immanuel Kant

SARAH HLADIK, JULE HENNINGER

„Es ist Zeit!“ mit diesen Worten wurde Kant (1724–1804) jeden Morgen um exakt 4:45 Uhr von seinem Diener Lampe geweckt. In Königsberg, wo er die meiste Zeit seines Lebens verbrachte, konnten die Leute ihre Uhr nach seinem täglichen Spaziergang stellen. Tatsächlich verließ Kant eine Gesellschaft immer so pünktlich um 19 Uhr, dass man die Bewohner der Straße, in der diese stattfand, oft sagen hörte, dass es noch nicht sieben sein könne, da der Professor Kant noch nicht vorbeigegangen sei. Um 22 Uhr schließlich ging er dann zu Bett. Und auch hierbei war genau geplant, wie er sich in seine Bettdecke einwickelte. Verheiratet war er ebenfalls nie.

Wie kommt es nun, dass dieser Mann zusammen mit Buddha, Konfuzius und Sokrates auf dem Bild „Darstellung der vier Weltweisen“ zu sehen ist? Was ist an diesem fest durchgeplanten Junggesellen so interessant, dass er als einer der größten Denker bezeichnet wird, der die Philosophie revolutioniert hat?



Immanuel Kant¹³

So wie oben aufgeführt wird Kant zwar oft dargestellt und das wohl auch zu Recht. Doch lässt dieses Bild außer Acht, dass Kant auch sehr gesellig war. Er wird als fröhlich und munter beschrieben und berichtet, dass er mit Geist und auch Humor zu Unterhaltungen beitrug. Und dennoch schrieb Heinrich Heine: „Die Lebensgeschichte des Immanuel Kant ist schwer zu beschreiben, denn er hatte weder Leben noch Geschichte.“ Auch dies mag übertrieben sein, doch zeigt es, dass das wirklich Spannende an diesem Mann nicht das war, was in seinem Leben, sondern das, was in seinem Kopf passierte. Kant war nicht nur Philosoph, sondern lehrte auch Mathematik, Physik, Mechanik, Geographie, Mineralogie und Naturrecht. Allerdings verschrieb er sich hauptsächlich der Logik und

Metaphysik. Von Kant stammt die bekannte Definition von Aufklärung in der er „sapere aude“ mit „Habe Mut, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen!“ übersetzte.

Doch sein berühmtestes Werk, in dem er seine Gedanken niederschrieb, war die *Kritik der reinen Vernunft*. Es kennzeichnet einen Wendepunkt in der Philosophiegeschichte und war der Beginn der modernen Philosophie. Der folgende Auszug daraus zeigt, was Kant über die bisher betriebene Philosophie dachte:

„Der Metaphysik, einer ganz isolierten und spekulativen Vernunftkenntnis, die sich gänzlich über Erfahrungsbelehrung erhebt, und zwar durch bloße Begriffe (nicht wie Mathematik durch Anwendung derselben auf Anschauung), wo also Vernunft selbst ihr eigener Schüler sein soll, ist das Schicksal bisher noch so günstig nicht gewesen, daß sie den sicheren Gang einer Wissenschaft einzuschlagen vermocht hätte [...]“.

Zunächst einmal Glückwunsch an alle, die jetzt immer noch lesen, denn wie man vielleicht an diesem einen Satz schon merken kann, sind Kants Werke alles andere als leichte Lektüre. Tatsächlich heißt es immer wieder, dass man Jahre braucht, bis man Kant wirklich versteht. Er war einer der ersten Philosophen, die auf Deutsch schrieben. Seine Texte sind vor allem darum schwierig zu lesen, weil er sehr viele Schachtelsätze verwendete. (Im Kurs haben wir bei der Textarbeit zur Hilfe den eigentlichen Hauptsatz gesucht und unterstrichen. Denn dieser geht unter den vielen Nebensätzen oft so unter, dass man den Satz liest und gar nicht weiß, um was es eigentlich in erster Linie geht). Auf Grund dieser Schwierigkeit ist es nicht so leicht herauszufinden, worum es bei Kants Philosophie geht. Es heißt, es gebe beinahe genauso viele Kant-Deutungen wie Kant-Deuter.

Aber einige Sachen lassen sich mit Gewissheit feststellen: Kant fragt nach dem Unbedingten, und das in dreierlei Hinsicht. Er fragt nach dem Unbedingten im Menschen (unsterbliche Seele), dem Unbedingten in der Welt (Freiheit) und dem Unbedingten schlechthin (Gott). Kant bezeichnet „Unsterblichkeit, Freiheit und Gott“ als unvermeidliche Aufgaben des metaphysi-

¹³http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Immanuel_Kant_%28portrait%29.jpg

schen Denkens. Außerdem lassen sich noch vier weitere Leitfragen feststellen:

1. Was kann ich wissen? (Diese Frage wird in Kants Erkenntnistheorie behandelt.)
2. Was soll ich tun? (Diese Frage kommt in seiner Ethik vor.)
3. Was darf ich hoffen? (Dies ist das Thema seiner Religionstheorie) und
4. Was ist der Mensch? (Darum geht es in seiner Anthropologie).

Ein bekanntes Beispiel zu Kants Ethik ist der kategorische Imperativ: „Handle nur nach derjenigen Maxime, durch die du zugleich wollen kannst, dass sie ein allgemeines Gesetz werde.“ Dieser Satz hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der goldenen Regel: „Was du nicht willst, das man dir tu, das füg auch keinem anderen zu“, nur geht es bei Kant um den Grundsatz hinter der Handlung und nicht um die Tat selbst.

Durch den zuvor zitierten Satz wird deutlich, dass Kant die bisherige Art, wie die Metaphysik betrieben wurde, für zu spekulativ hält und für nicht sehr wissenschaftlich. Für ihn war die bisherige Philosophie „ein bloßes Herumtappen“. Er hingegen wollte Gewissheit über die bereits genannten Punkte erlangen. Darum schuf er mit seiner *Kritik der reinen Vernunft* die Grundlage für eine neue Art, Metaphysik zu betreiben. In diesem Werk geht es um die Frage „Was kann ich wissen?“ Man muss nur kurz in dieses Buch schauen, um festzustellen:

Es gibt nichts Kantigeres als Kant.

Im Philosophiekurs waren wir uns nun wirklich nicht oft einig, doch als wir gegen Mitte der Akademie zu den Texten von Immanuel Kant übergingen, gab es niemanden, der nicht schmerzvoll an die Vorbereitungsphase zurück dachte und sich an die vielen vergeblichen Versuche erinnerte, Kants Sätze zu entschlüsseln.

Doch wir wären nicht die Philosophen der Science Academy 2010, wenn wir nicht auch mit solch einem Brocken fertig geworden wären. Zugegeben: Es war schwer. Jochen und Patrick waren uns eine riesengroße Hilfe, und auch wir gegenseitig konnten uns gut unterstützen und wunderbar über Kants Aussagen diskutieren.

Ich will im Folgenden einen kurzen Einblick

darüber geben, was unsere Ergebnisse waren, beziehungsweise, was ich von unseren Ergebnissen verarbeiten konnte.

Wie ja im Text über Kant als Person schon angeklungen ist, war er nicht nur Metaphysiker, sondern hat diese auch kritisiert. Was hat er daran kritisiert?

Nun, es ist ja eindeutig so, dass sämtliche Metaphysiker der Vorzeit nicht einmal eine Antwort auf ihre vielen Fragen gefunden haben. Freilich hatte jeder von ihnen eine Theorie darüber, warum, inwiefern die Welt überhaupt so ist, wie sie eben ist. Und genau das ist der springende Punkt: Jeder von ihnen hatte eine Theorie. Allerdings waren die Theorien der Metaphysiker nicht beweisbar und scheinen sehr spekulativ. Dafür gibt es einen Grund: Der Gegenstand der Metaphysik, nämlich das Unbedingte, ist nicht erfahrbar. Die Metaphysik behandelt das Unbedingte aber als einen ganz normalen, erfahrbaren Gegenstand, was Kant für nicht gut befundet.

Bisher nahm man an, unser Denken richte sich nach der Erscheinung der Gegenstände. Wenn man dies nun kombiniert mit Kants Aussagen über die Metaphysik, entsteht ein Widerspruch. Wie kann sich unser Denken bitteschön nach einer Erscheinung eines Gegenstands richten, wenn dieser gar nicht wahrnehmbar ist?

Kant fand eine Lösung dieses Problems: Er verwendete Kopernikus als Vergleich. Dieser hatte das geozentrische Weltbild aus seinen Angeln gehoben und verkündet, dass die Erde auch nur ein Planet ist, der sich mit dem gesamten Sternenmeer zusammen dreht. Übertragen wir das auf das Denken: Die Gegenstände, die wir erfahren, und unser Geist sind beide wie Sterne des unendlichen Universums. Sie drehen sich miteinander, umeinander und haben Einfluss aufeinander.

Wenn ich beispielsweise einen Stuhl anschau, während ich auf ihm sitze, und ihn danach betrachte, wenn ich zwei Meter von ihm entfernt stehe, sieht er jeweils anders aus. Die Erscheinung ist immer wieder eine ganz andere, denn sie hängt nicht nur vom Gegenstand an sich ab, sondern auch von unserer Perspektive, unserem Denken.

Kant hat eine Liste von Bedingungen aufge-

stellt, die es erst möglich machen, dass wir etwas wahrnehmen. Er hat vier Kategorien gefunden, nach denen wir alles, was wir sehen, richten. Hier sind seine Kategorien und ihre Unterkategorien im Überblick:

| | |
|--|---|
| QUANTITÄT <ul style="list-style-type: none"> • Einheit • Vielheit • Allheit | QUALITÄT <ul style="list-style-type: none"> • Realität / Sachhaltigkeit • Negation • Limitation |
| RELATION <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaft • Ursache und Wirkung • Wechselwirkung | MODALITÄT <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit • Dasein • Notwendigkeit |

Nehmen wir an, ich sehe ein Ding das erste Mal in meinem Leben. Wenn ich versuche, dieses Ding zu beschreiben, stelle ich mir einige Fragen. Wie groß ist es? Aus wie vielen Teilen besteht es? Ist es überhaupt eins? All dies fällt unter die Kategorie „Quantität“. Weiter werde ich darüber nachdenken, was es wohl nicht ist oder was es vielleicht ist. Dabei rede ich über die „Qualität“ dieses Gegenstands. Wenn ich versuche zu überlegen, wofür es wohl gut sein könnte oder was es machen kann, wofür man es gebrauchen kann, fällt dies in die Sparte „Relation“, und wenn ich unterscheide, ob es möglich oder wirklich, notwendig oder zufällig ist, spreche ich über die „Modalität“ dieses Dings.

Was außerdem gegeben sein muss, sind laut Kant Raum und Zeit. Alles muss irgendwo und irgendwann sein bzw. mir erscheinen, ansonsten habe ich keine Chance, es zu sehen.

Kant hat dabei eingesehen, dass die Kategorien und Raum und Zeit, durch die wir die Dinge erkennen, nicht von den Dingen oder Welt herkommen, sondern dass wir sie an die Dinge herantragen, um sie erkennen zu können.

Anhand dieser Kategorien lässt sich unser Erkennen erklären. Wir nehmen nicht die Dinge an sich wahr, sondern nur so, wie sie sich unter den Bedingungen (Kategorien) zeigen. Deshalb ist laut Kant eine absolute metaphysische Erkenntnis der Dinge an sich nicht möglich. Erst in der Moral gibt es Prinzipien, die absolut gültig sein müssen.

Wenn ich nun auf den roten Faden unserer Arbeit blicke und festlegen will, was Kant als

„Prinzip von allem“ festlegt, gibt es da wohl zwei Dinge.

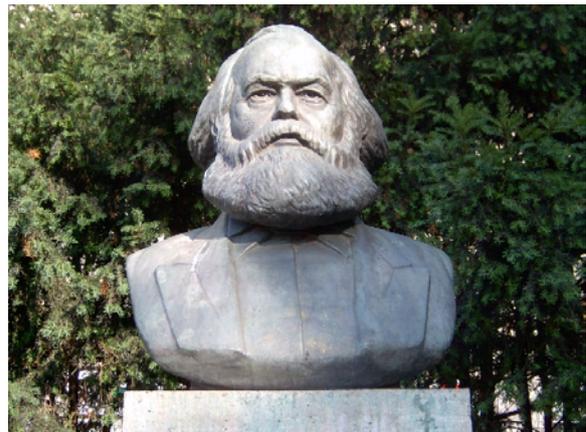
Zum ersten sind es oben genannte Erkenntnisgesetze und zum zweiten ist es das Ding an sich als Ursache der Erscheinung. Über dieses Ding wissen wir genau zwei Dinge:

1. „Etwas muss sein, damit etwas erscheine.“
2. Ansonsten wissen wir nichts darüber.

Ich hoffe sehr, dass ihr nun ein bisschen eine Ahnung davon habt, was wir in den Sommerferien im Kurs über den Herrn Kant gelernt haben, und in euren Gedanken nicht total verkantet seid. Wir jedenfalls waren schon ein bisschen stolz, als wir es geschafft hatten, uns einen groben Durchblick zu verschaffen.

§8 Karl Marx

SÖREN KRÖMER



Marx-Büste von Will Lammert¹⁴

Karl Marx (1818–1883) gehört, wie auch sein Zeitgenosse Friedrich Nietzsche und vor ihnen Immanuel Kant, zu den Metaphysikkritikern. Er hält die Metaphysik für zu abstrakt, zu theoretisch und zu spekulativ. Wie können wir wissen, ob das „erste Prinzip“, Gott, Geister, Seelen und andere übermenschliche Dinge existieren, obgleich wir selbst doch nur menschlich sind? Marx kommt zu dem Schluss, dass wir die Wirklichkeit und Wahrheit nicht durch Nachdenken finden können, sondern in unserem praktischen

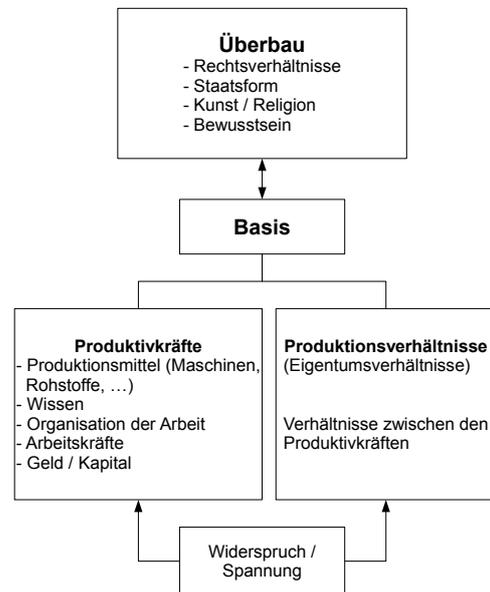
¹⁴http://de.academic.ru/pictures/dewiki/108/lammert_karl_marx.jpg

Handeln. Denn nur in der Praxis kann (und muss) der Mensch beweisen, dass das, was im Denken wahr scheint, auch reelle Wahrheit besitzt.

Die Denkweise, die Marx vertritt, nennt man Materialismus: Die Materie ist das Prinzip (der Grund und die Gesetzmäßigkeit) der Wirklichkeit, an dem alles gemessen wird. Doch für Marx ist der bisherige Materialismus, auch „anschauernder Materialismus“ genannt, zu passiv und einseitig. Marx legt sein Augenmerk nicht bloß auf die Beobachtung der Dinge, sondern auf die Gesellschaft und speziell das Vorankommen der Gesellschaft. Doch wie kommt er zu dieser Sichtweise? Der anschauernde Materialismus lehrt, dass der Mensch „Produkt der Umstände und der Erziehung“ ist, vergisst jedoch, dass die Umstände und vor allem die Erziehung, unter denen ein Mensch aufwächst, von den Menschen selbst gebildet wurden und verändert werden können: Je nach Gesellschaftsform gestaltet sich auch die Erziehung unterschiedlich. Durch eine Veränderung der Umstände und der Erziehung verändert sich auch der Mensch, der später wiederum Umstände und Erziehung ändert. So entsteht eine nie endende Wechselwirkung. Folglich ist das menschliche Wesen nicht nur durch die Umstände geprägt, wie der anschauernde Materialismus es ausdrückt, „in seiner Wirklichkeit ist es [das menschliche Wesen] das Ensemble der gesellschaftlichen Verhältnisse.“ Der Mensch ist zugleich der Schöpfer der gesellschaftlichen Umstände, die ihn prägen.

Doch wie sieht solch eine Gesellschaft aus? Marx stellt zunächst fest, dass alle Gesellschaften auf die Wirtschaft gegründet sind. Jeder Mensch benötigt Essen und Trinken um zu überleben. Wenn mehrere Menschen Nahrungsmittel anbauen und sich die Arbeit wie die Produkte teilen, ist eine Basis gegeben, auf der die Menschen ihre Kultur aufbauen können. Aber als Philosoph fragt Marx noch weiter: Wie ist die Wirtschaft aufgebaut? Marx teilt sie ein in „Produktivkräfte“ und „Produktionsverhältnisse“. Produktivkräfte sind z. B. Arbeiter, Geld, Wissen und Maschinen, Produktionsverhältnisse sind, wie der Name andeutet, die genau bestimmten Verhältnisse zwischen den Produktivkräften.

Marx' Politische Ökonomie



Nehmen wir einen Hausbau als Beispiel: Der Auftraggeber oder Sponsor hat das Geld, die Bauagentur die Maschinen, der Ingenieur das Wissen und der Bauarbeiter die Muskeln. Diese Produktivkräfte stehen in einem bestimmten Verhältnis zueinander. Nur der Auftraggeber hat das Geld, nur der Ingenieur hat das Wissen, nur die Agentur besitzt die Baumaschinen und nur der Bauarbeiter ist kräftig genug, das Haus auch aufzubauen. Hätte der Bauarbeiter genug Geld, viele Maschinen und das Fachwissen, so würden die anderen Personen arbeitslos werden, und das System würde nicht mehr funktionieren.

Funktioniert jedoch die Basis, können die Menschen ihre Kultur darauf aufbauen, Städte gründen, Staaten bilden, Gerichte einführen, Religionen entwickeln usw. Marx beschreibt das als Überbau. Doch was geschieht, wenn Risse in der Basis entstehen, Spannungen zwischen den Produktivkräften und den Produktionsverhältnissen?

Um das zu zeigen, begeben wir uns etwa 2000 Jahre zurück ins alte Rom. Die Wirtschaft basierte auf Sklaven, die die Arbeit betrieben haben, und Landherren, die über das Kapital

und das Wissen verfügten und die Arbeit organisierten. Mit der Zeit merkten die Landherren, dass man mit mehr Sklaven mehr Gewinn machen kann, und beschafften sich immer mehr Sklaven. Die Verwaltung der Arbeit ging langsam auf die Sklaven selbst über. Um die Arbeit zu verwalten, benötigt man das Wissen, wie die Arbeit zu verrichten ist, um z. B. die Sklaven so einteilen zu können, dass möglichst große Erträge erzielt werden. In dieser Weise gingen zwei von drei Produktivkräften (Wissen und Verwaltung) von den Landherren zu den Sklaven über. Das Verhältnis war umgekehrt worden, die Sklaven hatten fast mehr Kontrolle über die Wirtschaft als die Landherren.

Aber durch die ungeheure Menge an Sklaven wurden immer mehr normale Römer, die nur wenig Land besaßen, arbeitslos und verarmten. Dadurch ergab sich eine ungeheure Spannung in der römischen Gesellschaft. Schließlich verschwand die Sklaverei, und die Gesellschaftsform veränderte sich.

Wie so oft in der Philosophie kann man sich jetzt fragen: Was hat das mit uns hier und jetzt zu tun?

Auch bei uns gibt es eine Veränderung in der Basis: Internet, E-Mail, Netzwerke und Chatsrooms verdrängen die Post, Roboter übernehmen Arbeitsplätze der Menschen usw. Irgendwann wird unsere Basis zusammenbrechen und der Überbau, unsere Kultur, wird durch diese Veränderungen bedroht. Die Frage ist, ob eine Erneuerung unseres Basis-Überbau-Komplexes unbedingt schlecht sein muss.

In der Jetztzeit ist das Motto der Menschen: „Jeder ist seines Glückes Schmied“, was einerseits eine Chance auf Veränderung andeutet, gleichzeitig aber auch aussagt, dass jeder auf sich alleine gestellt ist. Dies kritisiert Marx, der den Menschen als „das Ensemble der gesellschaftlichen Verhältnisse“ sieht. Wenn die Menschen nur für sich arbeiten, aber von allen beeinflusst werden und alle beeinflussen, so führt das unweigerlich wieder zu Spannungen zwischen den beiden Aussagen. Marx' Motto für eine höhere, „menschliche Gesellschaft“ lässt sich so ausdrücken: Alle sind Schmiede des Glückes aller. Dieses Modell kann jedoch vom alten, nur „bürgerlichen“ Basis-Überbau-Komplex nicht

getragen werden. Die einzige Möglichkeit, zu einer neuen, besseren und menschlichen Gesellschaft zu gelangen, ist nicht, das jetzige System zu verbessern, sondern das komplette System zu zerbrechen und ein neues zu erschaffen.

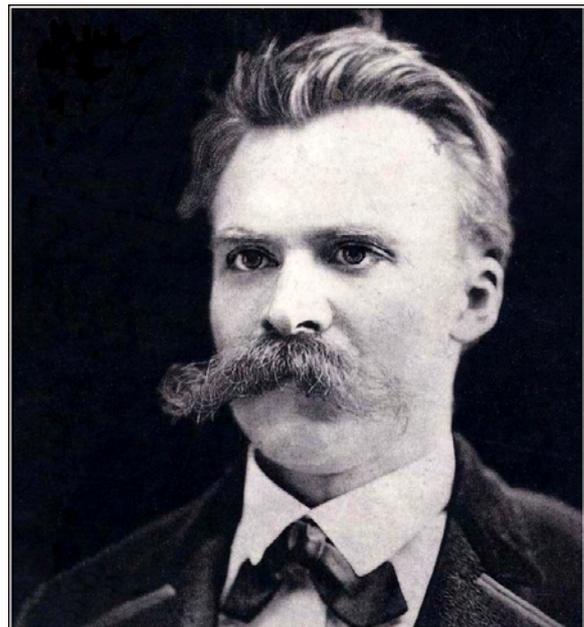
Diese Aufforderung zur praktischen Tat ist ein weiteres Merkmal der Metaphysikkritik, das Marx in der elften seiner *Thesen über Feuerbach* so formuliert:

„Die Philosophen haben die Welt nur verschieden interpretiert; es kommt aber darauf an, sie zu verändern.“

Quellen: Karl Marx, *Vorrede zur Kritik der Politischen Ökonomie* (1859); Karl Marx, *Thesen über Feuerbach* (1845, posthum veröffentlicht).

§9 Nietzsche

MORITZ RENFTLE



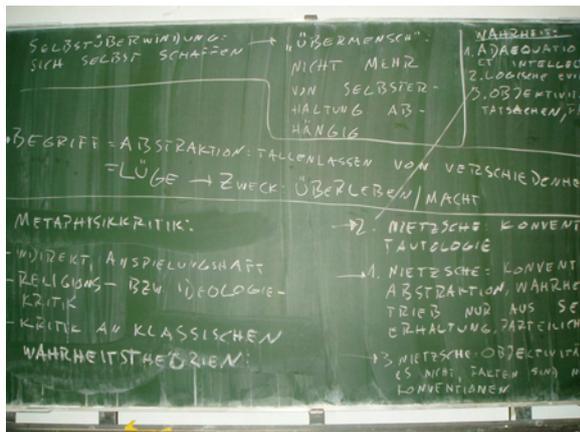
Nietzsche in Basel, ca. 1875¹⁵

„In irgend einem abgelegenen Winkel des in zahllosen Sonnensystemen flimmernd ausgegossenen Weltalls gab es einmal ein Gestirn, auf dem kluge Tiere das Erkennen erfanden. Es war die hochmütigste und verlogenste Minute der „Weltgeschichte“: aber doch nur eine Minute.

¹⁵<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Nietzsche187a.jpg>

Nach wenigen Atemzügen der Natur erstarrte das Gestirn, und die klugen Tiere mußten sterben.“

Das ist Nietzsche. Seine Texte lesen sich ganz anders als die der meisten Philosophen, oft hat man mehr das Gefühl, einen Roman zu lesen, als einen philosophischen Text. Das liegt an seinem Schreibstil, bei dem mehrere Besonderheiten auffallen. Zum einen verwendet er sehr viele Metaphern und Bilder, die einem das Ganze veranschaulichen. Andererseits schreibt er sehr polemisch, das heißt, er benutzt sehr scharfe und direkte Äußerungen gegenüber zeitgenössischen Anschauungen und Weltbildern. Auf andere Philosophen geht er ebenfalls ein, in Halbsätzen und Anspielungen kritisiert er ihre Ansichten. Nicht zuletzt sind seine Texte ironisch, sarkastisch und oft mehrdeutig.



Geordnetes Tafelbild

Abgesehen vom Stil war Nietzsche auch ein genialer Philosoph – zumindest aus seiner Sicht. Er kritisierte vorbehaltlos alles und jeden, auch die Metaphysik, wie sie bis jetzt betrieben wurde. Dabei ist seine Argumentation unserer Meinung nach wirklich nahe an Kant und von diesem sicherlich stark beeinflusst.

„So könnte jemand eine Fabel erfinden und würde doch nicht genügend illustriert haben, wie kläglich, wie schattenhaft und flüchtig, wie zwecklos und beliebig sich der menschliche Intellekt innerhalb der Natur ausnimmt.“

Hier fällt zuerst das eine Wort auf: Intellekt. „Intellekt“ bezeichnet das Denk- bzw. Erkenntnisvermögen des Menschen. Nietzsche hält hiervon nicht viel, er sagt, der Intellekt täusche

sich über seine Wichtigkeit. Laut Nietzsche fliegt auch eine Mücke mit einer Selbsteinschätzung durch die Gegend, die ihr sagt, dass alles in der Welt auf sie ausgerichtet ist. Der Intellekt täuscht naturgemäß andere über sich, er täuscht sich über die Dinge in der Umgebung und er täuscht sich auch über seine Einzigartigkeit. Und warum tut er das? Um zu überleben. Der Intellekt hat seinen Zweck nicht in sich selbst, sondern ist eine Überlebensstrategie. Nietzsches Prinzip ist also:

- Grund/Ursache: Natur
- Gesetzmäßigkeit: Selbsterhaltung (Intellekt)

Wenn uns der Intellekt auch über andere Dinge täuscht, wie können wir dann überhaupt Metaphysik betreiben? Können wir überhaupt Wahrheit erkennen? Es ist doch sehr seltsam, dass Menschen überhaupt einen „Trieb zur Wahrheit“ haben, wenn der Intellekt hauptsächlich mit Verstellung arbeitet. Das geschieht folgendermaßen: Aus Selbsterhaltungstrieb bildet er Herden, wofür er einen Friedensschluss braucht. Hier wird auf einmal definiert, was Wahrheit ist, indem eine allgemeingültige und „verbindliche Bezeichnung der Dinge“ erfunden wird, die Sprache. Nun setzt die Begriffsbildung ein: Ein Mensch hat ein Erlebnis, dem er ein Wort gibt. Dieses wird sofort mit anderen, ähnlichen, aber niemals denselben Erlebnissen gleichgesetzt und zum Begriff gemacht. Dadurch entfernen sich die Begriffe immer mehr von dem einzigartigen Ding oder Geschehen, für das sie einmal standen. Begriffe als Grundlage der Sprache können also keine Wahrheit ausdrücken, denn:

„das ganze Material, worin und womit später der Mensch der Wahrheit, der Forscher, der Philosoph arbeitet und baut, stammt, wenn nicht aus Wolkenkuckucksheim, so doch jedenfalls nicht aus dem Wesen der Dinge.“

Für Nietzsche ist Wahrheit in der Gesellschaft also die Verpflichtung, nach festen Konventionen zu lügen.

Diese harte Schlussfolgerung hat uns im Kurs gar nicht gefallen, was hat denn jetzt unsere gesamte Arbeit gebracht? Zum Glück kann man es auch anders sehen: Ohne Begriffe gäbe es uns vielleicht gar nicht mehr. Sie sind nämlich

für unsere Ordnung, den Staat, die Gesetze und Privilegien verantwortlich. Wir brauchen sie, um zu überleben.

§10 Charakteristika

DER PHILOSOPHIEKURS



Sie haben die Lizenz zum Philosophieren

Jochen & Patrick Unsere beiden Kursleiter kann man nur zusammen beschreiben, denn sie waren ein Herz und eine Seele. Sie wären niemals auf die Idee gekommen, uns zu ärgern – sie waren zu sehr damit beschäftigt, einander zu ärgern. Außerdem waren sie uns Vorbilder, wie man geteilter Meinung sein und sich trotzdem auf einen einzigen zusammenfassenden Tafelanschrieb einigen kann (welcher übrigens nur von Patrick und ausschließlich in gut leserlichen GROSSBUCHSTABEN verfasst wurde).

Als Wortführer oder „Richtungsgeber“ waren sie immer mitten im Diskussionsgeschehen und sorgten dafür, dass sich höchstens zwei Leute gleichzeitig ins Wort fielen. Auch waren sie uns eine große Hilfe bei den Vortragsvorbereitungen, bei denen sie uns mit

vielen Tipps und Vorschlägen zur Seite standen, wie unsere manchmal wirklich komplizierten Philosophen und deren Theorien am besten zu erklären seien. Auch wenn so gut wie alle Aussagen von Jochen „in ’nem gewissen Sinn“ und „auf ’ne gewisse Art und Weise“ relativiert wurden und Patrick es einfach nicht schaffte, Kritik an unseren Präsentationen zu üben, weil er viel zu positiv eingestellt war, hatten wir sicherlich die besten Philosophiekursleiter aller Zeiten – wir können euch nur danken!

Sophia Gernert war die erste von drei Sophias im Bunde unseres Kurses und uns eine großartige Schülermentorin – besonders ihre Hilfe bei den Präsentationsvorbereitungen war eine riesige Entlastung für unsere aufgeregten Gemüter. Sie druckte in stundenlanger Arbeit Folien, Spickzettel und Bilder für uns und verhalf uns zu einer Schleichwerbung für unsere Philosophen, die bereits auf dem Weg für die richtige Stimmung sorgte.

Führende Experten auf Seiten der Kursteilnehmer möchten außerdem gerne ihren sehr guten Modegeschmack hervorheben – einfach klasse!

Im Kurs ließ sie uns nach Lust und Laune diskutieren und disputieren und schaltete sich gerade rechtzeitig gegen Ende ein, wenn unsere Energien sich erschöpften, um irgendeine schlaue Frage zu stellen, an die wir noch nicht gedacht hatten. Für deine Ideen und Anteilnahme, Sophia – herzlichen Dank!

Louis Schäfer ist ein sympathischer und lustiger Philosoph.

Sein angenehmes Wesen und seine Großzügigkeit zeigte er auch außerhalb des Kurses. Im Kurs brachte er ideenreiche Beiträge, war ein guter Präsentationspartner und konnte komplizierte Sachverhalte anhand einfacher Beispiele anschaulich erklären.

Jan Brendel ist ein weiterer netter Teilnehmer unseres Philosophiekurses.

Nicht nur im Kurs, sondern auch in den KüAs und bei den anderen Aktivitäten war er sympathisch und witzig. Wenn er sich nicht gerade im Kursraum den Kopf mit

schweren Fragestellungen zerbrach und tolle Meldungen abgab, unterhielt er sich mit den anderen Teilnehmern stets angenehm und freundlich. Sogar eher anstrengende Dinge, wie Vorträge vorzubereiten, machten mit ihm viel Spaß.

Rebekka Irion erscheint einem zunächst sehr still, doch wenn man sie genauer kennen lernt, ist sie sehr aufgeweckt und für jeden Spaß zu haben. Neben ihrer Liebe zur Musik tanzt sie auch sehr gerne Standardtänze und Ballett. Sie hat sich in den zwei Wochen sehr musikalisch engagiert, indem sie am Gottesdienst, am Hausmusikabend und am Abschlussabend die Violinistin Theresa aus dem Astronomiekurs auf dem Klavier begleitete.



Ohne Kommentar

Clara Koppenburg engagiert sich bei Unicef, und ihre soziale und tierliebe Art zu denken brachte sie vor allem in die Gruppenarbeit immer wieder ein. In ihrer Freizeit betreibt sie Leichtathletik und nimmt dabei auch an Wettkämpfen teil. In der Akademie besuchte sie viele verschiedene KüAs: sie ging nicht nur morgens joggen, sondern töpferte auch, lernte Diabolo und buk Kuchen. Mit ihr gibt es immer etwas zu lachen.

Sarah Hladik Wenn man unsere Sarah zum ersten Mal sieht, könnte man meinen, dass sie schüchtern ist. Doch der Schein trügt, wie wir Philosophen jetzt nur allzu gut wis-

sen. Sarah ist nicht nur sehr nett, sondern mit ihr kann man auch richtig viel Spaß haben. Dass sie Ballett tanzt und ihr Tanzen auch sonst Spaß macht, hat man einmal in der Tanz-KüA gemerkt, aber auch in der Hip-Hop-KüA, bei der sie am Anfang ja nur „zufällig“ mitgekommen ist.

Auch den Chor hat sie mit ihrer Stimme verstärkt, und beim Töpfeln konnte sie ihre Kreativität zeigen. Im Philosophie-Kurs war sie mit viel Elan dabei, und Gruppenarbeit mit ihr war spitze! Danke Sarah für die schönen und witzigen Stunden mit dir!

Sophia Frey Wenn man Sophia kennen lernt, fällt einem sehr schnell eine ihrer großen Leidenschaften auf: Das Tanzen. Egal ob nun beim Bergfest oder bei der Abschlussfeier, wann immer es ihr möglich ist, tanzt sie und vor allem auch sehr gut. Normalerweise tanzt sie Steptanz und Ballett. Natürlich ging sie auch in Adelsheim immer zur Tanz- oder Hip-Hop-KüA, wenn sie nicht gerade beim Orchester Geige spielte. Auch im Philosophie-Kurs konnte sie sich gut einbringen, und bei der Rotation und Abschlusspräsentation merkte man, wie gut sie Vorträge halten kann (man hat dabei sogar kaum ihren Dialekt bemerkt). Auf alle Fälle ist sie sehr nett, und man kann unglaublich viel Spaß mit ihr zusammen haben! Danke für die schöne und lustige Zeit!

Saskia Niehl Wer sie im Kurs nicht erlebt hat, der kennt sie bestimmt dank ihres wundervollen Auftrittes am Hausmusikabend, wo sie ein wunderschönes Geigenduet mit Johanna spielte. Sie sang auch im Chor mit ihrer einprägsamen Altstimme, und die Musik-KüA wäre ohne sie nie das geworden, was sie war. Beeindruckend war auch ihr Auftritt als Jongleurin mit Jonathan am Abschlussabend, wo sie vor Teilnehmern und Eltern (!) unzählige Tricks und Varianten im Jonglieren mit vier und mehr Bällen vorführte – ob überkreuz oder versetzt, abwechselnd oder reihum, nichts war ihr zu schwierig.

Genauso lebhaft wie außerhalb brachte sie sich auch im Kurs ein – sie diskutierte lei-

denschaftlich mit den anderen oder machte sich Noitzen über diese und jene verrückte Theorie.

Aber nicht nur philosophisch, sondern auch handwerklich ist Saskia begabt; sie töpft gerne Füße, und außerdem schlummert ein großes Zeichentalent in ihr, insbesondere für Gesichter.

Ohne ihre Vielseitigkeit und Freundlichkeit wären die zwei Wochen in Adelsheim nicht dieselben gewesen.

Sophia Pfründer Als die schon zweite Sophia im Kurs – und diesmal auf der Schülerseite – war und ist Sophia immer und wirklich IMMER voll dabei. Morgens um neun stellte sie die meisten Fragen, und abends um halb sieben waren es immer noch mindestens genauso viele. Niemals wurden unsere Kursleiter enttäuscht – Sophia wusste genau, wie man selbst die größten Philosophie-Experten in Verlegenheit bringen kann, und wenn einer die Goldmedaille für tiefgründige Fragen verdient hätte, dann sie. Hinzu kam ihre unglaubliche Beweglichkeit – beim Bergfest kam kaum jemand beim Limbo so tief wie sie, und auch ihr Handstandüberschlag konnte sich sehen lassen. Ihre grenzenlose Begeisterung für das Singen trug sicher nicht unbedeutend dazu bei, dass es in diesem Jahr an der Science Academy einen sonst selten gesehenen Chor gab. Insgesamt hätte der diesjährigen Akademie ohne Sophia ganz sicher einfach etwas gefehlt.

Jule Henniger ist am besten beschrieben mit Wörtern wie: lustig, witzig, redegewandt, ein wenig tollpatschig. Mit ihrer guten Laune steckte sie einfach jeden an. Beim Essen unterhielt sie meistens den ganzen Tisch, sodass das Essen zu einer unserer Lieblingsbeschäftigungen in der Akademie wurde.

Sie ist sehr aufgeschlossen und offen anderen gegenüber, sodass wir uns alle sofort gut verstanden. Ihre große Leidenschaft ist das Schauspielen. In der Schule ist sie in ihrer Theater-AG sehr aktiv. Sie schafft es, sich in alle möglichen Charaktere hinein zu versetzen und sie zu verkörpern. So spielte sie bei dem Theaterstück der Akademie „Die Physiker“ die verrückte Ärztin, die die

entwickelten Gesetze der Physiker klauen will, mit Perfektion. Bei den sportlichen Aktivitäten war sie immer mit dabei, ganz egal ob Volleyball oder Tischtennis. Mit Jule Zeit zu verbringen, bedeutet Spaß und Action, aber auch echt tolle, interessante Gespräche. So hatten wir als „Tischnachbarn“ viele schöne Momente. Sie liebt es zu improvisieren und ist darin eine ungeschlagene Meisterin. So hielt sie perfekt und ohne jegliche Notizen (da diese plötzlich verschwunden waren) die Abschlusspräsentation.

Kurz, es hat Spaß gemacht, die zwei Wochen hier mit ihr zu verbringen.

Veronika Heyd Wenn sie gut gelaunt ist (und das ist sie oft!), muss man Veri nur ansehen und bekommt sofort auch gute Laune. Denn ihr Lachen ist ansteckend, ihr Reden ist mitreißend und ihre gesamte Ausstrahlung ist irgendwie schillernd und bunt.

Klar haben wir Veri auch schon verzweifelt erlebt (erinnern wir uns an den ein oder anderen genervten Ausbruch, als sie sich ganz und gar nicht damit abfinden wollte, dass Metaphysikkritiker alles über den Haufen werfen, was ihre Vorgänger so festgestellt haben!), doch ließ sie sich trotzdem nie zu schnell aus der Fassung bringen.

Bei Gruppenarbeiten behielt sie immer einen kühlen Kopf, auch wenn ihre Gruppenmitglieder mal anstrengend oder demotiviert waren. Mit ihrer Energie und ihrer ganzen Persönlichkeit schaffte sie es, die Zuhörer und auch uns zu begeistern. Sie fackelte nicht lange herum, sondern ergriff spontan das Wort und plapperte drauflos – und es kam stets etwas Tolles dabei raus.

Weiterhin hat sie eine wahnsinnig gute Menschenkenntnis, was sie bei dem ein oder anderen interessanten Gespräch unter Beweis stellte.

Sie hat sich teilweise Nächte um die Ohren geschlagen, um bei der Organisation des Akademieshirts aktiv dabei zu sein, weswegen ihr an dieser Stelle nochmals ausdrücklich gedankt werden sollte. Dankeschön, Veronika!

So richtig schön wurde es jedes Mal, wenn sie beim Beachvolleyball dabei war. Entweder sie hat ein bisher verschwiegenes Faible für sandige Unterwäsche, oder aber der Boden hatte irgendeinen mysteriösen Einfluss auf ihre sportlichen Leistungen. Veri ist wirklich nicht tollpatschig oder ungeschickt, aber beim Volleyball sah man sie doch ziemlich häufig halb vergraben im Sandfeld.

Doch Veronika wäre nicht Veronika, wenn sie solch eine Situation nicht elegant lösen würde: Mit einem wundervollen Lachen und einer gesunden Portion Selbstironie.

Moritz Renftle Moritz, der von seinem Lehrer als „high potential“ bezeichnet wird, ist während unserer gemeinsamen Zeit ziemlich auf dem Boden der Tatsachen geblieben. Dies kann man allerdings nicht von seiner Tätigkeit als Volleyballspieler behaupten: Dort nämlich trug er enorm zur Spielqualität bei, indem er hohe Sprünge vollführte. Allgemein – erfrischend normal, sympathisch und gewitzt.

Sören Krömer In unserem Kurs stach er heraus: Aufgeweckt und mit sehr viel Humor sorgte er für die nötige Stimmung beim Philosophieren. Er konnte sich auch als abstrakter Denker beweisen und philosophierte fleißig mit. Außerdem war er oft auf dem Sportplatz und immer ein super Kumpel. Sören war bei fast allem dabei, natürlich auch beim Verzehr des Teilnehmerkuchens ... Beim Abschlussabend spielte er ganz großes Theater, als Isaac Newton nahm er das Publikum vollkommen mit und empfing dort gewaltigen Applaus.

§11 Zitate

DER PHILOSOPHIEKURS

Sören: Ich bin ja jetzt schon länger hochbegabt.

Patrick: Der IQ-Test misst die Fähigkeit, gut in einem IQ-Test abzuschneiden.

Gott ist tot (Nietzsche)

Nietzsche ist tot (Gott)

Nietzsche ist Gott (der Tod)

Jochen (egal was es ist): „In 'nem gewissem Sinn ...“

$\neg x \simeq (S \wedge \neg S) : x \simeq x$

$x = \text{Kuchen} \quad S = \text{Geschmack}$

Keinem Kuchen entspricht ungefähr gleich, dass der Geschmack und Nicht-Geschmack, bezogen auf den Kuchen, ungefähr gleich dem Kuchen ist (Renftle).



Im Philosophieraum: The Simpsons are watching YOU!

Jochen gibt Tipps für Vorträge: „Ihr könntet sozusagen sagen ...“

Marx / sich weiterentwickelnde moderne Gesellschaft / Basis im Wandel:

„Selbstspülende und selbstputzende Klos rotten die Putzfrau aus.“

Preisfrage: Gibt es einen Nietzsche-Satz ohne Metapher?!

„Er ist *so* schön!“

Bei der Kant-Präsentation:

Frage eines voreingenommenen Zuhörers: „Was sind Monaden?“

Übers Berichteschreiben:

Jochen: „Das machen wir nicht aus Boshaftigkeit ...“

Patrick: „Nicht?“

Und wie immer schließen wir diesen Bericht ab mit unserem Kursmotto: „Philosophie ist, wenn man mit mehr Problemen rauskommt, als vorher ...“

... und es ist **GENIAL!**“

Kursübergreifende Angebote und weitere Veranstaltungen

Tagesablauf

ANNA KANDZIORA

Der erste Blick auf den Tagesablauf war wohl für alle Teilnehmer zunächst ein Schock. Schon um 7.30 Uhr begann der lange Tag. Nach dem Frühstück fand jeden Morgen das Plenum statt: Was stand an diesem Tag an? Welche KüAs konnte man besuchen? Alles Fragen, die morgens von Tabea, Hülya, Georg und Petra beantwortet wurden. Mit einem aufmunternden Spruch für den Tag wurden wir in die Kurse entlassen. Drei Stunden lang wurde gelernt, gelacht und diskutiert. Um zwölf Uhr ging es zum wohlverdienten Mittagessen. Danach kehrte auf dem Campus ein wenig Ruhe ein: Mittagspause. Eine der wenigen Minuten des Tages, die man zur freien Verfügung hatte. Alleine war man trotzdem selten.

In der Mittagsschiene der KüAs standen viele verschiedene Angebote zur Auswahl. So konnte man beispielsweise mit anderen musizieren, im Chor singen, töpfern, Theater spielen, jonglieren oder eines der Sportangebote wahrnehmen. Gleich im Anschluss wurde im Kurs Koffein extrahiert, die Genetik erforscht, diskutiert und philosophiert, der Mars erkundet, an der Redox-Flow Batterie experimentiert und ein Spiel programmiert.

Nach dem Abendessen gab es wieder die Möglichkeit in einer KüA seinem Hobby nachzugehen oder etwas ganz Neues auszuprobieren. Einige entdeckten das Beachen für sich und waren kaum noch von den beiden Beachvolleyball-Feldern herunter zu bekommen.

Es wurde getanzt, Sirenen in Physik gebaut und vieles mehr.

Vor dem zu Bett Gehen lauschten viele noch einer Gutenachtgeschichte. Anschließend fielen alle todmüde ins Bett. Einige unterhielten sich anfangs noch etwas länger, doch nach ein paar

Tagen brauchte jeder den Schlaf.

An einigen Tagen wich der Plan etwas ab, da verschiedene Aktionen wie das Sportfest, ein Vortrag einer Astrobiologin, das Bergfest, die Rotation, der Hausmusikabend sowie die Abschlusspräsentation mit anschließendem Abschlussabend stattfanden.

Musik-KüA

SASKIA NIEHL, JOHANNA LUDWIG

Was passiert, wenn Jugendliche sich mitten in den Sommerferien während der zweiwöchigen Science Academy in Adelsheim regelmäßig treffen und gemeinsam einen kleinen Hausmusikabend gestalten wollen?

Diese Frage stellen sich vielleicht manche, wenn sie den Namen Musik-KüA hören . . .

Alles begann damit, dass Johannes uns am Eröffnungswochenende fragte, ob es nicht ein paar Leute gäbe, die Lust hätten, während der Science Academy im Sommer ein bisschen zu musizieren. So brachten im Sommer tatsächlich einige ihre Instrumente mit und alle Interessierten trafen sich an einem der ersten Abende im Plenum. Johannes Kohlmann und Elisabeth Bührlen hatten sehr viele Noten mitgebracht und von diesen suchten sich die Instrumentalisten unter uns einige aus. Daraufhin begannen wir unter Anleitung von Johannes und Elisabeth zu proben . . .

Es sollte aber nicht nur Einzelbeiträge, Duos, Trios etc. geben, sondern auch ein Chor und ein Orchester, die abwechselnd von Elisabeth oder Johannes geleitet wurden und die Akademiezeit bereichern sollten.

Nach fast zwei Wochen intensiven Übens war es endlich so weit: Der Hausmusik-Abend, das große Ziel der Musik-KüA, stand bevor. Und es hat sich gelohnt: Hinterher bekamen Johannes

und Elisabeth von allen Seiten ein positives Feedback, auch von sonst eher „Musikunbegeisterten“.

Eröffnet wurde der Abend pünktlich um 20 Uhr von Alex und Jonathan (Klavier und Trompete) mit 2 Sätzen aus der Suite Op. 80 von Willy Hess. Nach einigen Worten von Elisabeth spielte Clara ein Rondo auf der Querflöte, begleitet von Johannes. Daraufhin folgten mehrere Duos: Johanna und Saskia spielten drei Violinduos von Bartok, Kate und Larissa einen Kanon für Violine und Blockflöte. Nach diesen Stücken folgte ein Klarinettenquartett, bestehend aus Arvid, Marcel, Marcus und Matthias, ein Andantino von C. W. Gluck.



Der allseits bekannte „Entertainer“ von Scott Joplin wurde von Judith mit Bravour dargeboten; Für das nächste Stück verließ sie die Bühne erst gar nicht, sondern spielte zusammen mit Carmen an der Trompete das Konzert B-Dur für Trompete von M.Schokolow. Abwechslung brachten die beiden nächsten Stücke, die statt von der Bühne herunter von hinten her erklangen: Paul lies zunächst den 3.Satz aus der Sonate Nr. 2 C-Dur von Felix Mendelssohn hören, danach begleitete er Jasper beim Gospel Medley für Violine und Orgel. Auf der Bühne ging es dann weiter mit dem Chor der Akademie: Aus den Kehlen der Chorsängerinnen und Chorsänger ertönte mehrstimmig das bekannte Lied „The Lions Sleeps Tonight“ von George David Weiss. Langsam näherten wir uns dem Ende des Hausmusikabends: Theresa und Rebecca (Violine und Klavier) spielten das wunderschöne „Salut d’amour“ von Edward Elgar und Czardas von Vittorio Monti. Als letz-

ten Solobeitrag spielte Alex „Meri“ von Selim Palmgren.

Auf dieses virtuos vorgetragene Stück folgten die beiden Orchesterbeiträge: „Sei nicht böse“, ein Walzer aus der Operette „Der Obersteiger“, und eine Mischung aus verschiedenen bekannten Liedern. Nach diesen laut Programmzettel letzten Beiträgen, waren sicherlich viele Zuschauer enttäuscht, dass der Abend bereits vorbei sein sollte. Glücklicherweise hatten Elisabeth und Johannes vorgesorgt: der Chor und das Orchester präsentierten gemeinsam einen Überraschungsbeitrag: bei gedimmtem Licht erklang „Der Mond ist aufgegangen“ in einem vierstimmigen Satz. So eingestimmt auf die baldige Bettruhe mussten Kursleiter und Teilnehmer nach einem kräftigen Applaus leider nach einer Stunde musikalischer Unterhaltung das Plenum verlassen. Der Hausmusikabend bot jedoch noch für den Rest der Akademiezeit anregenden Gesprächsstoff; Aussprüche wie „Du hast aber schön gespielt gestern!“ oder „Der Chor hatte wirklich was drauf!“, bzw. „Es war echt nicht so langweilig, wie ich gedacht hatte!“ waren keine Seltenheit ...

Insgesamt war der Hausmusikabend ein lohnendes Ereignis und sicherlich ein gutes Beispiel für die gesamte Probenzeit in der Musik-KüA, für die wir uns im Namen aller KüA-Teilnehmer noch einmal ganz herzlich bei Elisabeth und Johannes bedanken wollen. Ohne euer riesiges Engagement wäre das alles nicht zustande gekommen – vielen, vielen Dank!

Physik trifft Theater

ANNA FABER, MAREN LANZENDORFER,
INES KLOHR

Die wohl zeitaufwendigste, aber in unseren Augen auch lustigste und kreativste KüA der Science Academy 2010 war die Theater-KüA. Angefangen mit kleinen Spielen, die wir auch im Laufe der Akademie immer wieder zum Aufwärmen benutzten, kamen wir langsam zu der entscheidenden Frage, welches Stück wir innerhalb der 14 Tage auf die Beine stellen wollten. Unsere Wahl fiel auf „Die Physiker“ von Friedrich Dürrenmatt, da wir uns in der Science Academy hauptsächlich mit naturwissenschaftlichen The-

men befassten und deshalb der Meinung waren, dass dieses Stück gut passen würde, denn es vermittelt die Botschaft, die Erkenntnisse der Wissenschaft nicht zu missbrauchen. Es stellt auch die Frage an den Zuschauer, ob es sich wirklich lohnt, das „Heil“ der Menschen für die Wissenschaft aufs Spiel zu setzen. Hinzu kam, dass uns der schwarze Humor gut gefiel, der sich durch das ganze Stück zieht.

Doch ein so umfassendes Stück in nur zwei Wochen einzustudieren, erschien uns unmöglich. Und so ließen wir unserer Kreativität freien Lauf und kürzten das Stück auf fünfzig Minuten, strichen einige Rollen und fügten neue, z. B. den Erzähler, hinzu.

Nachdem wir die kreative Arbeit geleistet hatten, mussten wir, wie bei Theaterproduktionen üblich, erst einmal unseren Text lernen. Am Anfang saß er noch nicht so sicher, was sich durch das viele Proben jedoch bald änderte. Wir lernten es, miteinander auf der Bühne zu kommunizieren und uns in unsere Rollen hinein zu versetzen.

So erschienen wir zu den nächsten Proben nur noch als die ordentliche Oberschwester Martha (Sonja), die zwei machtsüchtigen Chefärztinnen (Jule und Tamara), die genießerische Kommissarin mit ihrer Kollegin, „dem feinen Pinkel“ (Anna und Maren), der schüchterne Gerichtsmediziner und Hilfspolizist Blocher (Rebecca), die weitsichtige Erzählerin (Daniela), Schwester Monika (Ines), das Genie Möbius (Philipp) und die schlaunen Geheimagenten alias Einstein und Newton (Nina und Sören).

Und so trafen wir uns jeden Tag in der MittagsküA-Schiene in der Turnhalle. Zu den kleinen Spielen zu Beginn gehörte auch eine Runde „Zip-Zap“. Diese Konzentrationsübung diente uns vor jeder Probe dazu, uns auf die kommende Arbeit vorzubereiten. Sie bestand darin, in kleinen Gruppen das Stück vorzubereiten. Der erste praktische Schritt war, das trockene Vorlesen des Textes mit verteilten Rollen, die so genannte Textprobe.

Daraufhin versuchten wir, die Szene erst einmal ohne Utensilien aufzubauen. Je weiter die Zeit voranschritt, desto mehr setzten wir die einzelnen Szenen bzw. Szenensequenzen zusammen. So wuchs allmählich das ganze Stück zusam-

men.

Die Zeit verstrich ziemlich schnell und nach nur acht Proben näherte sich der Abschlussabend und unser damit verbundener Auftritt.

Die Zeit unmittelbar davor verbrachten wir mit dem Begrüßen unserer Eltern, dem Vorbereiten von Turnhalle und Bühne und damit, im letzten Moment noch die Kostüme zusammenzustellen, ehe die Bühne uns gehörte.



Die Physiker kämpfen um Möbius Erkenntnisse.

Ein markerschütternder Schrei hallt durch die Halle: Schwester Irene wird vor den Augen des Publikums ermordet. Die Tatortmusik kündigt den Auftritt der zwei Kommissarinnen an, die den Mord aufklären sollen. Doch ihnen wird die Arbeit erschwert, denn sie haben keine Beweise gegen die zwei verdächtigten Geheimagenten, die sich als irre Physiker ausgeben und im Irrenhaus leben, in der Hand. Auch Möbius, das heimliche Genie, lässt sich nichts nachweisen.

Die Aufzeichnungen Möbius, die die Weltherrschaft zu übernehmen ermöglichen, werden am Ende von den zwei machtsüchtigen Chefärztinnen, die zudem noch Geschwister sind, gestohlen. Zwischen den beiden überwiegt jedoch die Eifersucht und so bringt die eine Chefärztin ihre Schwester um.

Nach einigen spontanen Textkürzungen, Text-einschüben („Noch einen!“) und Wutausbrüchen (wir haben kurzzeitig beschlossen die Stühle über die Bühne zu schmeißen) neigt sich das Stück dem Ende zu. Die dramatische Schlusszene: Newton erschießt sich, Einsteins Körper sinkt nach seinem Selbstmord tot zu Boden,

der erlösende Schuss ertönt jedoch versehentlich erst einige Sekunden später. Zurück bleibt nun der einsame und verzweifelte Möbius, der in seiner Hoffnungslosigkeit in den Wahnsinn rennt.



Selbstmord als Lösung des Konflikts.

Zum Abschluss tosender Applaus. Und auch bei uns hinter der Bühne herrschte eine tolle Stimmung, denn die Aufführung war gut abgelaufen, alle hatten viel Spaß und unser großes Gemeinschaftsgefühl hat uns auch während und nach dem Stück nicht verlassen.

Allgemein war die Theater-KüA ein voller Erfolg. Wenn auch die Proben manchmal stressig und zeitaufwendig waren, so hat es sich auf jeden Fall gelohnt, an dieser einmaligen KüA teilzunehmen. Ein großes Dankeschön an alle Beteiligte vor und hinter der Bühne für die tolle Zeit und ihr Engagement.

Joggen

MICHAEL PASCHER UND PAUL NICKEL

Ja, es gab sie wirklich: Die Verrückten, die freiwillig jeden Tag eine Dreiviertelstunde früher aufstanden, um etwa eine halbe Stunde lang joggen gehen zu können. Doch dafür wurden sie ausreichend belohnt: Die KüA-Leiterinnen Charlotte Mewes und Valentina Rohnacher hatten mehrere schöne Runden in und um Adelsheim herum für uns ausgesucht. So war für jeden etwas dabei: Von 3 über 5 bis hin zu 7,5 Kilometer waren die verschiedenen Strecken lang. Es wurde auf jeden Rücksicht genommen und so stand niemand unter Leistungsdruck.

Dennoch ließ sich bei regelmäßigem Teilnehmen an der KüA schnell eine Steigerung der Ausdauer feststellen.

Verschlafen aufgestanden, konnte man beim Laufen dann die schöne Vegetation des Eckenbergschen Waldes bewundern und tolle Sonnenaufgänge miterleben. Verschwitzt wieder angekommen, ging es für alle erst einmal unter die Dusche – so schön sollte doch jeder Tag beginnen, oder?

Während andere sich erst aus den Betten quälten, waren wir schon topfit und konnten uns gut gelaunt in den Kursalltag stürzen.

Vielen Dank an dieser Stelle an unsere beiden KüA-Leiterinnen, die fast jeden Morgen mit uns unterwegs waren.

Die Zeitungs-KüA

IRINA DREWEZKI

**Adelsheim (dpa) –
28. August 2010, 6:30 Uhr**

In einem kleinen Örtchen namens Adelsheim, auf dem wundervollen Eckenberg, ist der Morgen angebrochen. Rundherum herrscht Stille, die nur der Wind ab und zu mit kleinen Pfiffen unterbricht, und ein paar Vögel zwitschern leicht ihre Lieder. Jeder schläft und träumt noch; was soll man denn so früh auch tun. Frühstück ist erst um halb acht angesagt.

6:33 Uhr: Wecker werden deprimiert ausgestellt; es ist noch nicht hell und die wenigsten sind keine Morgenmuffel. Es kehrt langsam Leben im LSZU II ein; jeder will noch eine Dusche erwischen, ohne warten zu müssen – oder man ist einfach wach, weil der Wecker zu früh gestellt wurde.

6:45 Uhr: Spätestens jetzt sind einige Leute wach. Denn für die Jogger heißt es von nun an durchhalten und für die Reporter – das heißt für uns – beginnen pünktlich um 7:00 Uhr die Recherchen.

6:57 Uhr: Die meisten Zeitungleser sind schon da und die Zeitung wird aus dem Briefkasten geholt.

7:03 Uhr: Wir teilen uns die Themen in Innen- und Außenpolitik, Wirtschaft, Sport und Wetter auf. Jeder bekommt somit eine Doppelseite.

7:05–7:20 Uhr: Es wird konzentriert gelesen; es ist beinahe so still wie frühmorgens, abgesehen von dem Zeitungsrascheln. Das ein oder andere Gespräch wird zwar geführt, das wird aber von den Notizen-Schreib-Geräuschen unterdrückt. Manchmal wird auch empört über die Neuigkeiten diskutiert, zum Beispiel über die Atomkraftzeiteinverlängerung oder die Worte und Denkweise Sarrazins.

7:30 Uhr: Endspurt; die letzten Stichpunkte werden notiert. Alle sind hungrig, und so gehen wir wach und mit Informationen betankt zum Frühstück.

8:32 Uhr: Seit zwei Minuten ist das Plenum voll besetzt, denn Pünktlichkeit ist das A und O für die Organisation. Für den Check-Up ist es wichtig, dass alle kommen – nicht, dass noch einer verschläft ... Direkt danach werden wir nach vorne gebeten, da wir die Nachrichtenvermittler sind, denn in Adelsheim ist man fern von jeglichen Informationen. Somit dürfen wir präsentieren, was wir in Erfahrung gebracht haben. Es war für jeden etwas Interessantes dabei, z. B. die Bundesligaergebnisse oder das Wetter für den Tag des Sportfests etc.

So sieht ein Tagesplan bei der Zeitungs-KüA aus! Moderiert wurde diese KüA abwechselnd in zwei Gruppen von den Schülermentoren Matthias und Sophia, denn wir waren genug Leute um „nur“ alle zwei Tage aufstehen zu müssen. Danke für die Organisation und die Zeitungen!

Apropos Leute: Was die Teilnehmer der Zeitungs-KüA anbelangt, gab es immer neue Gesichter. Wir haben immer gut zusammengearbeitet und versucht, unsere Berichte so interessant und so kurz wie möglich zu halten.

Wir hatten jedoch kleine Startschwierigkeiten, weil wir uns erst kurz vor der Science Academy um die Zeitungen gekümmert haben. Die Süddeutsche Zeitung, die Rhein-Neckar-Zeitung und der Fränkische Rundfunk sind bei uns immer treu angekommen – zum Glück.

Insgesamt hat es uns viel Spaß und Freude bereitet, zu recherchieren und zu präsentieren.

Es würde mich nicht wundern, wenn in ein paar Jahren einige von uns Reporter sind!

Traumreise

MARCEL HORNING

Jeden zweiten Morgen gab es nach dem Frühstück einen völlig anderen Teil der Erde mitten in Adelsheim zu erleben, nämlich bei der Traumreise!

Für diese halbe Stunde sind fast alle trotz der frühen Uhrzeit schon ins Plenum gepilgert, somit war es immer nahezu komplett gefüllt.

Günther und Matthias haben bei dieser Traumreise ihre Urlaubsbilder präsentiert. Sie haben uns unter anderem nach Madagaskar, zum Grand Canyon, nach Chile und in die Savanne in Afrika entführt. Von den tollen Tier- und Landschaftsaufnahmen, die so richtig Reiselust und Sehnsucht in uns geweckt haben, waren wir jeden Tag aufs Neue begeistert! Für jedes Land haben sie passende Musik herausgesucht und dadurch die Illusion erweckt, als seien wir alle wirklich in der betreffenden Gegend.

Auf diese Art haben wir im Laufe der zwei Wochen viele verschiedene Länder und Kulturen kennengelernt und somit am Ende beinahe eine komplette Weltreise miterlebt.

So beeindruckend, wie die Bilder waren, wären wir alle gerne noch viel öfters um die Erde rotiert.

Hiermit nochmals vielen Dank an Matthias und Günther, die uns jeden Morgen in den Urlaub mitgenommen haben und uns den sonst manchmal anwesenden Druck haben vergessen lassen!

Physik

DERYA HEPER

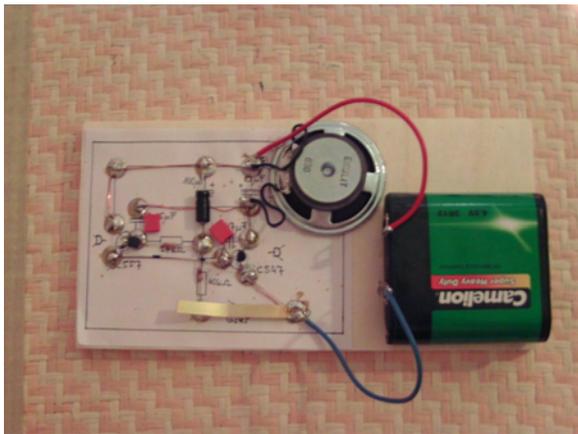
Die Physik-KüA fand bei Hans Geerds statt. Die zehn vorhandenen Lötkolben waren sehr begehrt, deshalb musste man sich in eine Liste eintragen. Wenn man dann einen der beliebten Plätze ergattert hatte, konnte man an einem der sechs verschiedenen Angebote teilnehmen.

Wir konnten fünf verschiedene Schaltungen löten, die meistens aus zwei Transistoren, zwei Kondensatoren, mehreren Widerständen und einer Batterie bestanden.

Zuerst wurde der „Heißer Draht“ gebaut, ein Geschicklichkeitsspiel, bei dem man einen Metallring mit Griff an einem Metalldraht entlang führen muss, ohne diesen zu berühren, da sonst eine Lampe leuchtet.

Danach löteten wir einen „Morsetaster“, zu dem wir zusätzlich einige Informationen über das Morzen und das Morsealphabet bekamen.

Anschließend bauten wir eine Sirene, bei der durch das Betätigen eines Schalters ein Ton erzeugt wird, indem der Schaltkreis geschlossen wird. Bei längerem Drücken wird der Ton höher und lauter. Zusätzlich bauten wir eine andere Sirene, bei der man durch verschiedene Positionen auf einer Platine die Tonhöhe bestimmt.



Sirene mit höher und lauter werdendem Ton

Als letztes löteten wir eine LED-Taschenlampe. Außerdem gab es eine „Fuchsjagd“. Dabei ging es darum, vier versteckte Peilsender, die „Füchse“, zu suchen, die auf dem gesamten Gelände verteilt waren. Es wurde jeweils in vier Zweierteams gejagt. Jedes Team bekam einen Peilempfänger, mit dem man die Morsesignale der Füchse hören und durch die Lautstärke orten konnte. Nach ungefähr 40 Minuten spannender Jagd waren alle Füchse gefunden.

Egal, an welcher der vielen Aktivitäten sie teilnahmen: Allen, die mitmachten, bereitete die Physik-KüA sehr viel Spaß!

Diabolo

REBECCA ULSHÖFER

Sicher hat jeder schon einmal jemanden Diabolo spielen gesehen. Sieht ganz leicht aus, doch wer ein wenig in unsere Diabolo-KüA hineingeschnuppert hat, musste feststellen, dass es gar nicht so einfach ist. Schnell verheddert sich das Seil, oder das Diabolo fliegt einem um die Ohren.



Trotzdem haben alle Teilnehmer nach einigem Üben die notwendigen Grundlagen hinbekommen. Unter Anleitung der Diabolo-„Künstler“ Anna, Marcel und Becci schafften es einige sogar, das Diabolo in die Luft zu befördern und teilweise sogar wieder aufzufangen.

Selbst wenn man schon einige Jahre Diabolo spielt, hat man das Diabolo noch nicht hundertprozentig unter Kontrolle. Das hat man sicher auch am Bergfest feststellen müssen, als wir KüA-Leiter eine kleine Vorführung gezeigt haben.

Na, hat es Spaß gemacht? Uns auf jeden Fall!

Töpfern

MARCEL HORNING

Beim Töpfern mit Georg durften wir unser künstlerisches Talent entdecken und pflegen. In dieser KüA hatten wir die Möglichkeit, mehrere Töpfer-Techniken unter Anleitung auszuprobieren.

Georg hatte verschiedene Tonarten, Bücher zum Ideensammeln und seine schier unerschöpflichen Kenntnisse mitgebracht. Er hat uns bei der Verwirklichung unserer Ideen fachkundig

unterstützt und uns professionelle Ratschläge gegeben.

So sind im Laufe der Akademie diverse Vasen, Kannen, Schalen, Anhänger, ein Vogel und sogar kleine Katzenstatuen entstanden!

Georg hat sie sogar zum Brennen gebracht, so dass wir unsere Werke dann, wenn wir wollten, am Doku-Wochenende noch glasieren konnten.

Vielen Dank an Georg für die viele Mühe!

Hip-Hop

MICHAEL PASCHER

Wer Lust hatte zu lernen, wie man sich zu moderner Musik von Interpreten wie „Eminem“ und „Culcha Candela“ richtig cool bewegt oder Einblicke in andere Tanzstile bekommen wollte, war in dieser KüA gut aufgehoben. Nachdem wir uns aufgewärmt und gedehnt hatten, ging es los, denn auch im Hip-Hop ist Beweglichkeit gefragt. Schließlich wurde eine richtige Choreografie einstudiert und schon nach kurzer Zeit konnte man gute Resultate sehen. Auch wenn manche Tanz-Moves manchmal nicht klappten, war die Atmosphäre dennoch ausgelassen.



Zwar blieb nicht die Zeit, eine komplette Choreografie für ein ganzes Lied fertigzustellen, aber wir konnten schnell auch selbst improvisieren und unsere eigenen Bewegungen einfließen lassen, sowie die geübten Tanzschritte neu kombinieren, was allen besonders viel Spaß gemacht hat. Insgesamt war die KüA ein super Einstieg für jeden, der noch nie Hip-Hop getanzt hat und einmal in diesen Tanzstil hineinschnuppern wollte. Deshalb auch vielen Dank an die

Schülermentorin Melli, die uns viele neue Dinge beibrachte und uns Lust auf mehr Hip-Hop gemacht hat.

Backen – oder der Versuch dessen?

ANNA KANDZIORA

Laute Musik aufgedreht und schon ging es mit guter Laune ans Werk.

Kann jeder backen? Das wollten wir herausfinden: Fleißig suchten wir zu siebt alle Zutaten in der Küche zusammen, was sich in der unbekannten Küche als gar nicht so einfach herausstellte. Schlussendlich hatten wir jede Türe und Schublade geöffnet, aber zum Glück auch alles gefunden.

Es wurde gewogen, gemischt und gerührt.

Mit großem Vergnügen brachten wir an zwei Tagen vier verschiedene Kuchen zustande.



Die Schokokuchen, den Apfelkuchen und den Zitronenkuchen konnten auch vom Rest der Teilnehmer am Bergfest und an der Abschluss-party gekostet werden.

Na, hat es geschmeckt?

Akademie T-Shirt und Pullover

VERONIKA HEYD UND PAUL NICKEL

Zu Beginn der Science Academy wurde uns vorgeschlagen, unter Eigenregie T-Shirts zu entwerfen. Von diesem Aufruf fühlten wir (Paul, Veronika, Julian, Johannes, Jasper, Jens und Theresa) uns direkt angesprochen und nahmen das Projekt in Angriff. Schon nach unserem ersten Treffen stand fest: Wir wollten Pullis!

Jetzt mussten wir nur noch die AL von unserer Idee überzeugen. Zuerst scheiterten wir, da die Preise für Pullover eigentlich zu hoch sind. Doch nicht, wenn Julian das managt. An dieser Stelle ein ganz herzliches Dankeschön für alles, was er für die Pullover und T-Shirts geleistet hat. Nach einem kurzen Telefonat, hatte er es tatsächlich geschafft, eine Textildruckerei dazu zu bringen uns ein sehr preisgünstiges Angebot zu senden. Während wir auf das Angebot warteten, wurden wir (aus dem T-Shirt-Komitee) eine T-Shirt/Pullover-KüA. Jetzt konnten wir nicht nur in unserer Freizeit sondern auch in den KüA-Schienen an dem Design arbeiten, denn dazu benötigten wir doch mehr Zeit als anfangs geplant. Über viele Kleinigkeiten diskutierten wir lange, doch bei der Rückseite waren wir uns alle einig. Hier sollten die Kurse einzeln mit ihren Logos, den Kursleitern, und den Teilnehmern aufgelistet werden. Anders sah es bei der Vorderseite aus. Eines (und das vorläufig Einzige) stand fest: Wir wollten uns ein Motto überlegen, das das Thema der Akademie darstellt, das aber genauso unsere Stimmung, die Arbeit und den ganzen Spaß, den wir hier in Adelsheim hatten, widerspiegelte.

Wir hatten das Unglaubliche geschafft: T-Shirts zu 7€ und Pullover zu 14,50€. Damit konnten wir auch die AL überzeugen, sodass wir beides bestellen konnten.

Jetzt war nur noch Eins zu erledigen: Was war unser Motto? Um es möglichst gerecht und demokratisch zu regeln, wurde eine Liste aufgehängt, in die jeder seine Spruch-Favoriten eintragen konnte. Über diese Vorschläge wurde im nächsten Plenum per Handzeichen abgestimmt. Schließlich entschied die Mehrheit zugunsten des Vorschlags „Catch me if you can“.

Julian übernahm die komplette Verwaltung

und Organisation mit all ihren Tücken.

Doch nach kleineren Pannen ist es uns gelungen, jeden Teilnehmer und Kursleiter mit seiner bestellten Kleidung zu beglücken.

Kleiner Dank zum Schluss

JULIAN LUTZ

Auch ich möchte mich ganz herzlich bei Paul (ohne ihn wäre kein Design zu Stande gekommen), Veronika (unsere gute und kreative Seele) und Johannes (er war der Beste im Bereich Grafiküberarbeitung, was er auch unter Beweis stellen durfte), sowie allen anderen Mitwirkenden und Designern bedanken.

Gute-Nacht-Geschichte

MARCEL HORNING

Der letzte Programmpunkt war jeden Abend um 22 Uhr auf dem Mädchenstockwerk des LSZU II eine Gute-Nacht-Geschichte.

Matthias hat uns jedes Mal einen Abschnitt aus einem um 1880 geschriebenen Buch von Edwin A. Abbott mit dem Titel „Flächenland“ vorgelesen.

Die knapp 15 Stammgäste, die jeden Abend kamen, lauschten gespannt den Berichten aus dem Land der zwei Dimensionen und denen des Raumländes. Neuzuhörer hatten manchmal Schwierigkeiten mitzukommen.

Ein altes Quadrat erzählte uns in der Geschichte von seinem Leben im Flächenland und von seinen Ausflügen ins Raumland und in das Linienland. Dabei erfuhren wir nicht nur Interessantes über andere Dimensionen, sondern auch über Auswirkungen riskanten Denkens in einer Welt, in der das Mögliche mehr Rechte hat als das Wirkliche.

Es wurde von verwirrenden mathematischen Beziehungen und Verhältnissen im Flächenland mit zwei Dimensionen erzählt, sowie vom Erstaunen und Unglauben beim Entdecken der 3. Dimension.

So gingen wir dann nach je ein bis zwei Kapiteln mit mehr oder weniger rauchenden Köpfen müde ins Bett.

Nochmal vielen Dank an Matthias, der die Gute-Nacht-Geschichte immer vorgetragen hat, die man vielleicht eher „Gute-Nachdenk-Geschichte“ nennen sollte.

Sportfest

MICHAEL PASCHER UND PAUL NICKEL

Einen gewissen Hang zum Feiern kann man der Akademie mit ihren drei Festen nicht absprechen. Dass es dabei aber auch gerne sportlich zugehen kann, sieht man am Sportfest, das zwei Tage vor der Rotation stattfand. Es hieß zwar Sportfest, aber nein, es ging hier nicht um die klassischen Sportarten wie Fußball, Leichtathletik oder Schwimmen. Die beiden Organisatorinnen Charlotte und Valentina hatte sich für die „Adelsheimer Highland-Games“ ganz besondere Disziplinen ausgedacht: Angefangen von Gummistiefelweitwurf, über Balancierakte, Erdnussweitspucken, LSZU-Transporter schieben, Wasserbecher mit dem Mund transportieren bis hin zu der Überquerung eines reißenden Baches war für jeden etwas dabei.



Und sollten einem die Aufgaben trotzdem nicht so gelegen haben: Kein Problem, man agierte stets gemeinsam als Kurs. Schließlich stand hier neben dem Sport auch der Spaß an den verschiedenen Aufgaben und die Kursgemeinschaft im Vordergrund. Schlussendlich gab es so einige spannende und auch witzige Wettkämpfe zu beobachten.

Nachdem dann alle Kurse mehr oder weniger



ihre Disziplinen gemeistert hatten, versammelten sich alle auf dem Sportplatz. Es waren fast alle Kurse da, nur auf einen musste gewartet werden: auf den Chemie-Kurs. Als sie dann eintrudelten, konnte man sie schon von weitem hören. „C-H-E-I – Das gibt?“ – „CHEI!“. Ja genau liebe Chemiker: Der Name eures Fachs lautet „Chei“ – vielleicht sollte man euch beim Buchstabieren doch noch ein bisschen unter die Arme greifen.

Nach dieser kleinen Einlage kam es zur finalen Disziplin: dem Elefantenstaffellauf. Dabei musste man zu einem Hütchen rennen, dort einen Elefanten machen, mit der Hand das Hütchen berühren und dabei einige Runden um das Hütchen drehen. So einige fanden auf dem Rückweg ihren Kurs nicht mehr.

Glücklich ging es dann zum Abendessen, bei dem viele hofften, dass die Ergebnisse verkündet würden. Doch deren Bekanntgabe erfolgte erst am Bergfest. So wurde der große Favorit Chemie schließlich doch Zweiter (vielleicht wegen des Buchstabierens?) und Astronomie Erster. Der Genetik-Kurs lag zwar ganz hinten, bekam aber den besten Preis: einen riesigen Obstkorb. Wahrscheinlich um die Fitness des Kurses ein wenig zu steigern . . .

Wandern

MICHAEL PASCHER UND PAUL NICKEL

Wir waren bei der Akademie ganz schön sportlich: Es gab nicht nur das alltägliche Joggen, das Sportfest und die Sport-KüA – nein, es gab auch noch einen Wandertag. Eine Woche nach

Akademiebeginn ging es auf Wanderung. So hatte man eine gute Gelegenheit mit den anderen ins Gespräch zu kommen und sich einen Tag von den Kursen, die ja doch ab und zu auch anstrengend waren, zu entspannen. Auf diese Weise konnten wir mal andere Bereiche aktivieren als immer nur unser Köpfchen. Die Wanderung war in einem angenehmen Tempo, die Sonne lachte und alle waren gut gelaunt. Der erste Abschnitt verging wie im Fluge und die Pause hatten wir eigentlich nicht nötig.

Nachdem wir eine Dreiviertelstunde weitergegangen waren, wurden wir allerdings herausgefordert: Auf einer Slackline musste ein Fluss überquert werden – jedoch schafften es alle unversehrt auf die andere Seite. Nach einiger Zeit kamen wir am Mittagsziel an: einem Bauernhof umgeben von etlichen Feldern. Dort wartete auch schon leckeres Essen auf uns. Doch nicht allen Gruppen ging es so gut, denn manchen Gruppennavigatoren fehlte der Orientierungssinn. Aber auch das konnte man gut verkraften, denn niemand verlor den Spaß an der Wanderung.

So waren für uns tolle Salate, heiße Saitenwürstchen und Brötchen vorbereitet. Danach nutzte der ein oder andere die Zeit für ein Schläfchen oder genoss einfach die Sonne. Nach dieser Mittagspause ging es wieder nach Adelsheim zurück.

Auf dem Rückweg verliefen sich erneut einige Akademieler, diesmal drei Kursleiter und fünf Teilnehmer. Jedoch gingen sie einfach einen anderen Weg zurück, der durch das Gewerbegebiet von Adelsheim führte, und kamen so aufgrund eines sehr zügigen Tempos nur zehn Minuten nach den anderen im LSZU an.

Der Ausflug hat uns allen gefallen und war eine tolle Möglichkeit, um die Kontakte zu anderen Akademielern zu vertiefen!

Grillabend

MARCEL HORNING

Abends nach unserer Wanderung gab es nicht das gewöhnliche Abendessen; es war Grillen angesagt! Gegen 18:30 Uhr haben wir mit der Vorbereitung angefangen und die Sachen von

der Mensa runter zum Grillplatz getragen.

Während die anderen gegen 19 Uhr herüberkamen, ging vom Feuer schon eine tolle Stimmung aus und die ersten brutzelnden Würstchen verbreiteten einen wunderbaren Geruch. Bei dieser guten Stimmung genossen wir Würstchen, Grillkäse und viele verschiedene Salate.

Als es dunkler und kühler wurde und die letzten vom Volleyball-Spielen herüberkamen, wärmten wir uns noch am Feuer, während Anna und Marcel ihre Diabolos und Jonathan seine Jonglierausrüstung herausholten.

Beim Chef-Vize-Spielen oder einfach nur bei netten Gesprächen genossen wir die tolle Atmosphäre.

Gegen 21:30 Uhr brachten wir das Geschirr wieder zurück und gingen in unsere warmen Zimmer, während die Astronomen und ein paar andere Interessenten in dieser klaren Nacht die Sterne anschauten.

Bergfest

MARCEL HORNING

Als die erste Woche der Akademie vorbei war, fand das Bergfest statt, das von den Teilnehmern organisiert wurde. Dies war einer der Höhepunkte der zwei Wochen in Adelsheim.

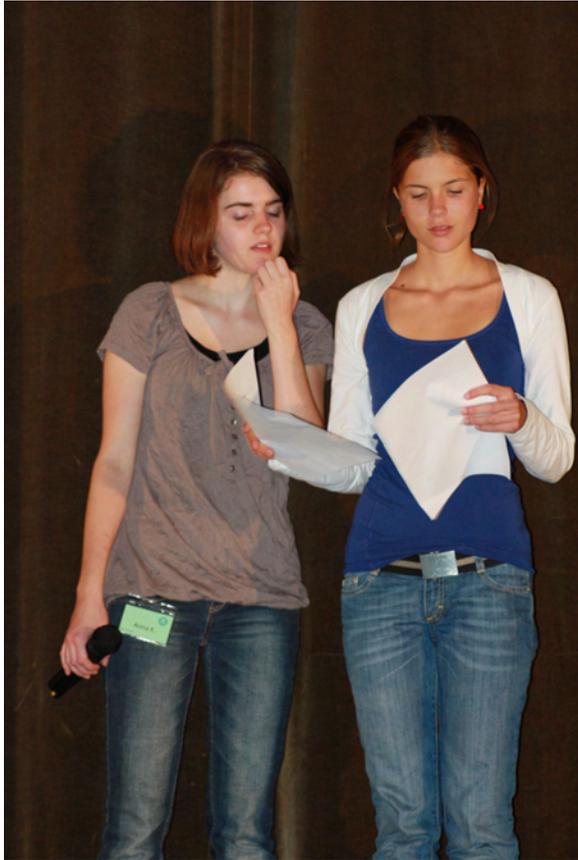
Das Bergfest-Organisations-Team stellte für uns ein tolles Programm auf die Beine.

Nachmittags halfen auch die anderen mit, die Dekoration zu richten und die letzten Vorbereitungen zu treffen, um einen reibungslosen Ablauf zu ermöglichen.

Um 19 Uhr kamen dann die ersten in die Sporthalle.

Als dann alle auf den Stühlen Platz gefunden hatten, eröffneten Anna und Rebecca das Fest und moderierten den Abend.

Auf dem Programm stand unter anderem ein beeindruckendes Klavierstück von Alex, eine Diabolo-Vorführung von Anna, Marcel und Rebecca, ein lustiger Vortrag von Sebastian über sein „heiß geliebtes SchülerVZ“ und eine unglaubliche tolle Tanzvorführung von den Leitern.



Nach dem Orakel von Thomas und Felix, die das Ergebnis des Sportfestes voraussagen versuchten, gab es die eigentliche Siegerehrung. Dabei stellte sich heraus, dass die Astronomen, und nicht die Chemiker, auf dem ersten Platz landeten, während die TheoPraxler zum ersten Mal seit sechs Jahren nicht den letzten Platz belegten.

Nach der Verkündung gab es einige witzige Spiele, bevor wir die Bestuhlung abbauten, um die Tanzfläche freizumachen.

Bei super Stimmung naschten wir Knabberzeug und verspeisten mit Begeisterung die Kuchen der Back-KüA.

Dazu tanzten bzw. hüpfen wir zur Musik herum. Bei Bolognesen und einem Russischen Tanz haben sogar fast alle Leiter begeistert mitgemacht. Abgesehen davon machte vor allem Günther mit tollen Tanzeinlagen super Stimmung und Philipp (bzw. Dirk) lieferte uns eine tolle Akrobatik-Vorführung.

An das Bergfest-Team und an die beteiligten Akteure ein riesengroßes Dankeschön für diesen tollen Abend, besonders an Anna und Rebecca,



die uns wunderbar durch diesen Abend geführt haben!

Akademielied

PAUL NICKEL

Einige Tage vor dem Abschlussabend wurde uns Teilnehmern im Plenum angeboten, uns mit Beiträgen am Abschlussabend zu beteiligen.

Ich wollte mich zwar gerne durch einen Beitrag einbringen, doch mir fehlten die Ideen. Eines Tages bei dem Mittagessen hatte ich dann aber einen Einfall: Lasst uns doch ein Akademielied dichten! Sofort war Philipp mit von der Partie und schlug vor, etwas auf die Melodie von „Mein kleiner grüner Kaktus“ zu dichten.

Im Nu war unser ganzer Tisch mit dem Lied beschäftigt und schnell war die erste Strophe fertig.

Nach dem Mittagessen zogen wir uns in einen Musikraum zurück und arbeiteten fleißig weiter – leider unterbrach uns die Mittags-KüA-Schiene.

Bei den Proben für den Hausmusikabend nahm sich Theresa nochmal die letzten vier Strophen vor. Plötzlich stand sie mit vier fertigen Strophen vor uns und trug sie uns vor – wir waren begeistert!

So freuten wir uns schon alle auf die Aufführung des Liedes am Abschlussabend, an der wir (wir – das waren Veronika, Jule, Sonja, Theresa, Jasper, Jens, Johannes, Moritz, Philipp, Paul und Rebecca am Klavier) zusammen das Lied auf der Bühne anstimmten und das Publikum zum Mitsingen bewegten.

1. Strophe

Bio, Chemie,
Astronomie,
TheoPrax, Philo, Informatik –
Auch, wenn's nicht immer leicht für uns war,
Bleibt jeder Moment für uns kostbar.

Refrain

Ja, 72 Schüler
Sind hier in Adelsheim,
Hollari, hollari, hollaro.
Sie lernen in 6 Kursen
Und gehn beim Duschen ein,
Hollari, hollari, hollaro.
Und wenn ein Bösewicht
Des Nachts zu lange spricht,
Dann kommt der Günther
Und gibt einen Strich, Strich, Strich.
Ja, 72 Schüler sind hier in Adelsheim,
Hollari, hollari, hollaro!

2. Strophe

Was ist Wirklichkeit?
Und warum reden
Die Philos ständig nur darüber?
Nun – es ist richtig:
Fragen ist wichtig,
Antworten sind überbewertet!

3. Strophe

Astros, die lernen von vielen Sternen
Und irren Nachts durch kalte Wälder.
Mit Sternenbilder
Wird's nachts noch viel wilder,
Vom Mars zum Mond
Durch Sternfelder.

4. Strophe

Die Informatik
Lernt auch Physik,
Um sich ein Spiel zu programmieren.
Ist das Spiel fertig,
Dann heißt es hurtig:
Geht zum Computer lasst uns spielen!

5. Strophe

Viel Kaffee trinken
Und anderen winken,
Das macht man im Kurs der Chemie.
Experimentieren,
Falsch buchstabieren –
Langweilig ist's zumindest nie.

6. Strophe

Die Batterie
Kapiert man nie,
Doch TheoPrax konnt' es erklären.
Die Redox-Flow
Funktioniert so –
Das will doch wirklich niemand lernen.

7. Strophe

Mit Chromosomen
Und den Atomen
Versuchen sie's in fremder Sprache.
Doch die Genetik
Hat's nicht mit Ethik,
Gentechnik ist 'ne heikle Sache.

Abschlussabend

MARCEL HORNING

„Was – der letzte Abend steht vor der Tür?“

„Die beiden Wochen sind schon vorbei?“

„Wo ist nur die Zeit geblieben?“

Solche Gedanken gingen uns an diesem letzten Tag durch den Kopf. Aber es stand ja noch ein besonderes Event an: der Abschlussabend.

Schon vormittags hatten wir die letzten Vorbereitungen getroffen, wie zum Beispiel die Bestuhlung der Halle. Schweißgebadet waren wir rechtzeitig mit den über 200 Stühlen fertig, um uns beim Mittagessen zu stärken. Um 15 Uhr kamen schon unsere Eltern, um die Abschlusspräsentationen anzuschauen, die wir in unseren Kursen mit ein wenig Stress auch gut fertig gestellt hatten. Anschließend gab es ein tolles Buffet, und alle haben sich in die Mensa gequetscht, um es gemeinsam zu genießen.

Um 18:30 Uhr begann der eigentliche Abschlussabend unter der Moderation von Hülya und Tabea. Den Auftakt machte Judith mit dem Klavierstück „The Entertainer“.

Anschließend präsentierte uns die Theater-KüA das Ergebnis ihrer zweiwöchigen Arbeit: „Die Physiker“, ein Stück nach F. Dürrenmatt. Für die kurze Vorbereitungszeit war die Professionalität echt beeindruckend und am Ende ernteten die Nachwuchsschauspieler unter Sebastians Leitung großen Applaus von dem begeisterten Publikum – ein großes Lob an die Schauspieler und an alle, die hinter der Bühne mitgewirkt haben!

Den nächsten musikalischen Beitrag boten Rebecca und Theresa (Geige und Klavier) mit „Salut d’amour Op. 12“ dar.

Anschließend begann der offizielle Teil: Die Danksagungen. Alle Beteiligten wurden geehrt, und nachdem auch die einzelnen Kurse auf die Bühne gebeten worden waren, ging es mit einer Präsentation der Musik-KüA weiter: Der Akademie-Chor trug „The Lion Sleeps Tonight“ mehrstimmig gesungen vor.

Außerdem gab es auch eine beeindruckende Jonglage-Vorführung von Jonathan und Saskia.

Im Anschluss ein etwas einschläfernder Beitrag: Ein Vortrag über die psychologische Wirkung des Akademiealltags auf die Teilnehmer. Doch zum Glück war er nicht so schlimm, wie es sich im Programm anhörte. Der Vortrag hat sich dann eher als ...

... unser Akademielied entpuppt! Zur Melodie von „Mein kleiner grüner Kaktus“ berichteten wir in diesem Lied auf teilweise sehr lustige Art und Weise von den einzelnen Kursen.

Vielen Dank an die kreativen Textschöpfer! Das Lied ist eine super Erinnerung!

Auch bei der anschließenden Werbeunterbrechung namens „Synchronhaarewaschen“ von Günther und Simon, angeblich zur Finanzierung der Akademie, hatten alle viel Spaß!

Sie brachten eine super Show auf die Bühne und zeigten uns unter viel Gelächter, mit welcher hochanspruchsvollen Kür sie bei dieser neuen „Olympiadisziplin“ den ersten Platz belegten!

Einige Leiter trugen im Anschluss ein „Märchen in unserer Zeit“ vor. Die Handlung lehnte an Aschenputtel an, nur, dass es nicht vorgespielt, sondern in moderner Form aufgearbeitet gesprochen wurde.

Zum Abschluss gab es einen weiteren Leiterbeitrag: „Mitternacht in Adelsheim“, wobei uns gezeigt wurde, wie es am Eckenberg in der Geisterstunde zugeht.

Mit der berühmten Schwarzlichttheatertechnik beeindruckten uns die Schülermentorinnen und Celia mit einer überragenden Aufführung. Als Skelette tanzten sie ihr Gruselkabinett und spielten dabei unter anderem „Totenkopf-Handball“.

Die Eltern wurden nach diesem abwechslungsreichen Programm nett, aber auch unnachgiebig, verabschiedet, während wir so schnell wie möglich abstuhlten – denn nun ging es über zum inoffiziellen Teil ...

Wir drehten die Boxen auf, und hatten bei viel Tanz, beziehungsweise bei viel „Rumgehüpfe“ einen tollen Abend! Mit klasse Lichteffekten war die Stimmung einfach super!

Zwar waren wir ein bisschen müde, was man auch daran merkte, dass wir etwas früher als beim Bergfest schlappmachten. Aber trotzdem hatten wir richtig viel Spaß und es war ein toller Abschluss der Akademie!

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. Von 2006 bis 2010 trug die Dietmar-Hopp-Stiftung den Hauptteil der Kosten. Dafür sei an dieser Stelle ein ganz herzliches Danke gesagt. 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 im Regierungspräsidium Karlsruhe sowie bei den Deutschen JuniorAkademien Bonn. Namentlich möchten wir unseren Dank an Herrn Dr. Werner Schnatterbeck, den Schulpräsidenten im Regierungspräsidium Karlsruhe, an Frau Hannelore Buchheister, die Referatsleiterin des Referates 75 – Allgemein bildende Gymnasien, 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-Gymnasium und Herrn Bürgermeister Klaus Gramlich 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, der wieder für die Gesamterstellung der Dokumentation verantwortlich war.

Die Hauptpersonen, die die Akademie zum Leben erweckt haben, sind aber 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.