

**Dokumentation der
JuniorAkademie Adelsheim 2007:
5. Science Academy
Baden-Württemberg**

Träger und Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2007:

Regierungspräsidium Karlsruhe

Abt. –Schule und Bildung–

Hebelstr. 2

76133 Karlsruhe

Tel.: (0721) 926 4450

Fax.: (0721) 926 4000

eMail: markus.herrmann@rpkl.bwl.de

www.scienceacademy.de

Die in dieser Dokumentation enthaltenen Texte wurden von den Kurs- und Akademieleitern sowie Teilnehmern der Juniorakademie Adelsheim 2007 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mit Hilfe von L^AT_EX gesetzt.

Gestaltung des Covers: Dr. Markus Herrmann

Gesamtredaktion und Layout: Florian Johne, Tina Schmidt

Druck und Bindung: Engelhardt & Bauer, Karlsruhe

Copyright © 2007 JuniorAkademie.

Vorwort

Das kleine Jubiläum – 5. JuniorAkademie Adelsheim – bietet einen geeigneten Anlass auf die vergangenen Jahre zurückzublicken, zu bilanzieren und ein Resümee zu ziehen. Nicht, dass dies nicht auch zum Abschluss einer jeden Akademie geschehen wäre. Für eine Quintessenz – wie der lateinische Wortursprung *quinta essentia* nahe legt – benötigt man jedoch zumindest einmal fünf Ereignisse. Folgendes kann festgehalten werden: Strukturen und Abläufe haben sich gefestigt und kennzeichnen die Akademie. Hier sei das Eröffnungswochenende genannt, das im Vergleich zu JuniorAkademien in anderen Bundesländern 2003 in Baden-Württemberg etabliert wurde und seither in allen Bundesländern zu einem festen Bestandteil geworden ist. Oder Weiterentwicklungen und Neuerungen wie die Unterstützung durch Schülermentoren bzw. Eltern ehemaliger Teilnehmer. Nicht zu vergessen: 2005 wurde durch die erstmalige Teilnahme chinesischer Schüler eine internationale Kooperation auf Ebene der Begabtenförderung aufgebaut.

Auf den ersten vier Etappen wurde die Science Academy Baden-Württemberg von den klassischen Elementen der Antike Wasser, Feuer, Erde und Luft begleitet und geprägt. In der mittelalterlichen Alchemie versuchte man durch Abtrennen der einzelnen Elemente an eine Grundsubstanz der Materie zu gelangen, die so genannte *quinta essentia*, die Gegenstände veredeln und Leben verlängern kann. Aus heutiger Sicht ist bekannt, dass dies so nicht gelingen kann. Wie wäre es aber, wenn man vier Akademie-Elemente zusammenfügt. Man nehme Kurs- und Akademieleiter, Schülermentoren und Assistenten, blitzgescheite Jugendliche aus verschiedenen Teilen Baden-Württembergs und lasse sie nach Induktion durch einen Lichtblitz 14 Tage lang unter der Sommersonne auf dem Campus des Eckenbergs „garen“. Et voilà: man erhält eine quicklebendige Gemeinschaft von Lernenden, deren Begeisterung in alle Richtungen ausstrahlt.

Wir wünschen allen, die mit dieser Dokumentation die *quinta essentia* der JuniorAkademie 2007 in Händen halten, dass sie blitzartig wieder an die Atmosphäre des Lernorganismus' „Science Academy“ erinnert werden beziehungsweise ihr ein Stück näher kommen.

Eure / Ihre



Markus Herrmann



und Ulrike Greenway

Inhaltsverzeichnis

KURS ASTRONOMIE: Sternenhimmel - Bühne und Labor	7
KURS GENETIK: GENial einfach – einfach GENial ???	33
KURS KRYPTOGRAPHIE: Xelcgbtencuvr zvg Wnin	53
KURS MOLEKULARE MEDIZIN: Eine Reise zu den Grundlagen des Lebens	73
KURS CHEMIE: ein Fest für alle Sinne	93
KURS THEO PRAX: Ein Kurs ohne Tränen, aber mit viel Blut	115
Die AL-Assistenz oder „Was macht ihr eigentlich den ganzen Tag?“	131
KüAs - Kursübergreifende Angebote	133
Danksagung	147

KURS ASTRONOMIE: Sternenhimmel - Bühne und Labor

Einführung

OLAF FISCHER, CHRISTIAN SCHWEIZER

Eine sternenklare Nacht unter freiem Himmel kann ein unvergessliches Erlebnis sein. Was dachten unsere Vorfahren über den Sternenhimmel, wie lebten sie mit ihm? Einige Antworten darauf finden wir in den Sternbildern und ihren Mythen. Heute blicken wir zurück auf 2000 Jahre naturwissenschaftlichen Denkens, und der Blick zu den Sternen ist nunmehr ein Blick zu Himmelskörpern. Wir sehen vor dem geistigen Auge Gaskugeln, die uns Licht und Wärme spenden. Wir nutzen Wissen, das wir „Physik“ nennen, um die Sterne zu verstehen.

Und nun fasziniert uns auch diese Physik, die uns zu spannenden Problemen führt. Die folgende Dokumentation gibt eine Übersicht über die Arbeit des Astronomiekurses.

Am Anfang standen viele Fragen, so z. B.: Wie entstehen Sternkarten? Woher stammen die konkreten Namen der Sternbilder? Was bedeuten Sternbilder für die Astronomen heute? Wie entstehen diese Anordnungen von Sternen, und sind sie für die Ewigkeit, also richtig fix? Nach zwei Wochen intensiver Kursarbeit haben wir eine Beziehung zur gestirnten Welt hergestellt, doch die Zahl der Fragen ist nicht kleiner geworden.

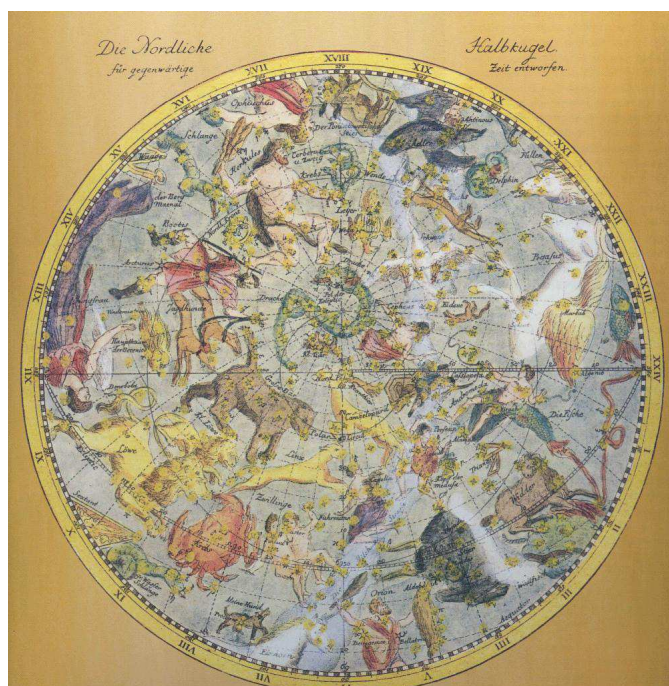


Abb. 1: Die Sternbilder der nördlichen Himmelshalbkugel im Sternatlas von J. E. Bode (1747-1826).



Abb. 2: Die Teilnehmer des Astronomiekurses beim Besuch der Landessternwarte Heidelberg, wo es u. a. noch einen originalen Sternatlas von J. E. Bode zu bestaunen gibt.

Sterne an der scheinbaren Himmelskugel

FABIAN SEGER

Vielen Menschen sehen nachts zum Sternenhimmel und sind fasziniert, von dem was sie sehen. Wie eine riesige Glocke, an der alle Sterne scheinbar befestigt sind, stülpt sich der Himmel über die Erde. Dieser Eindruck führt uns zur Vorstellung von der scheinbaren Himmelskugel, welche man mit etwas Fantasie in dem Modell, das Flaschenglobus genannt wird, veranschaulichen kann.



Abb. 3:
Flaschenglobus

Dies geschieht mit Hilfe einer durchsichtigen Glaskugel. Im Innern dieser Kugel befindet sich ein Tischtennisball, der die Erde darstellt. Durch diese Erde ist natürlich auch eine Erdachse geführt, die durch einen Holzspieß symbolisiert wird und in ihrer gedachten Verlängerung die Glaskugel an zwei Punkten durchstößt.

Nun aber zu den Bezeichnungen und Begriffen, die für die Orientierung am Sternenhimmel von enormer Wichtigkeit sind. Die Erdachse verläuft durch die beiden Erdpole Nord (N) und Süd (S). Verlängert man die Achse, stößt sie auf die Himmelskugel und legt an diesen Schnittpunkten den Himmelsnord-, bzw. Himmelssüdpol fest (im Bild HN und HS).

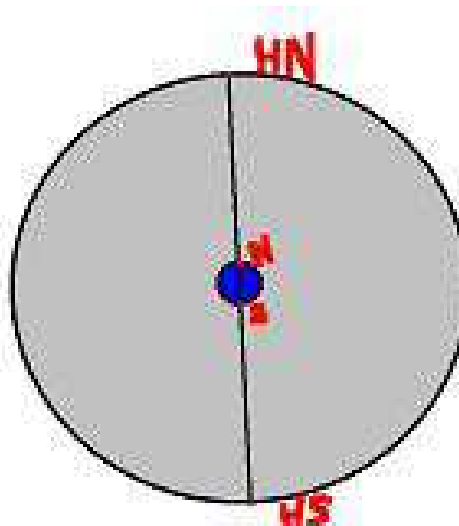


Abb. 4: Erdachse

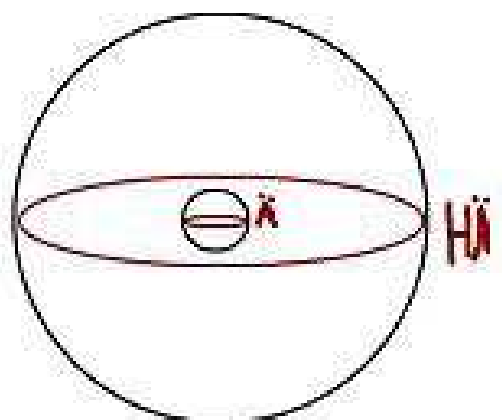


Abb. 5: Himmelsäquator

Auch der Erdäquator wird einfach auf die scheinbare Himmelskugel übertragen. Somit entsteht der Himmelsäquator HÄ. Alle anderen Längen- und Breitengrade werden nach demselben Verfahren an die scheinbare Himmelskugel übertragen. Nun kann die exakte Position eines Sterns mit Hilfe des Himmelskoordinatensystems bestimmt werden.

An der Himmelskugel lasen sich noch weitere gedachte Linien festmachen.

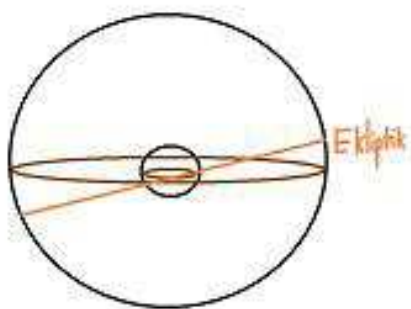


Abb. 6: Ekliptik

So beispielsweise die jährliche Bahn der Sonne, die jedoch wiederum nur scheinbar ist, da sich eigentlich die Erde um die Sonne dreht. Jedoch aus Sicht von der Erde aus scheint die Sonne am Sternenhimmel entlang zu wandern. Die scheinbare jährliche Bahn der Sonne nennt man Ekliptik. Sie wird ebenfalls am Flaschenglobus dargestellt.

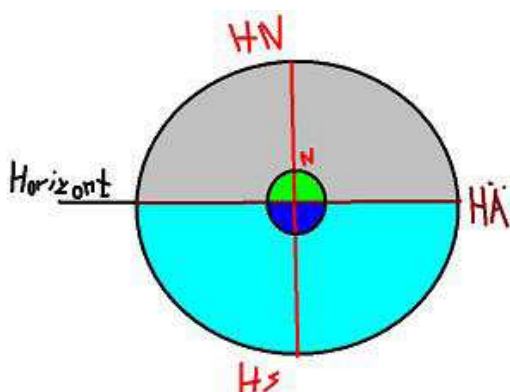


Abb. 8: Himmel an den Polen

Führt man nun diese Einstellungen durch, dann ist zu beobachten, dass der Sternenhimmel an den Polen immer derselbe bleibt und der Horizont dem Himmelsäquator entspricht. Man sieht also je nach Pol nur den Süd- oder nur den Nordhimmel (Nordhimmel: grau, Südhemisphäre: blau).

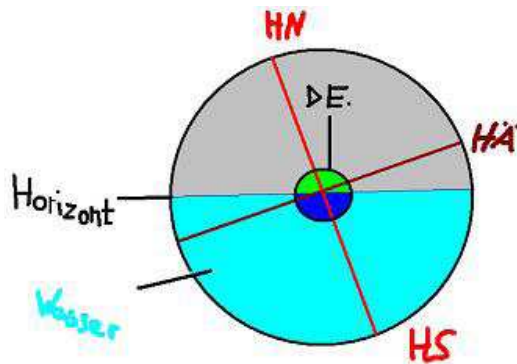


Abb. 7: Himmel in Europa

Zu guter letzt zeigt der Flaschenglobus noch die Position des Horizonts. Dazu muss die Glaskugel zur Hälfte mit Wasser gefüllt werden.

Um den für uns Europäer sichtbaren Bereich des Himmels zu zeigen, verändert man nun die Position des Horizonts, sodass der himmlische Breitengrad (Deklination: Höhe über Himmelsäquator), der unserem irdischen Breitengrad entspricht, im Bild gekennzeichnet mit DE im Zenit steht. Nun kann der für uns Europäer sichtbare Sternenhimmel im Flaschenglobus abgelesen werden. Man stellt also fest, dass der Flaschenglobus den Sternenhimmel verschiedener Orte zeigen kann, indem man den Breitengrad des Ortes einfach als höchsten Punkt der Kugel einstellt.

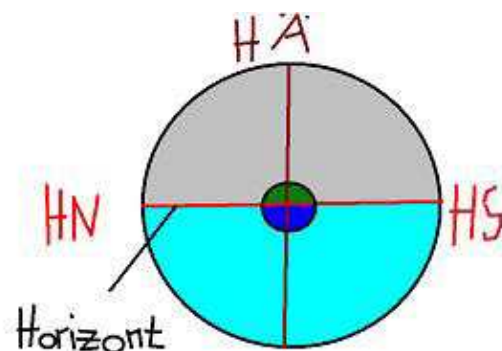


Abb. 9: Himmel am Äquator

Für die Menschen am Äquator liegen die Himmelspole HN und HS am Horizont, was zur Folge hat, dass vom Äquator aus im Laufe eines Tages der gesamte Sternenhimmel, also der des Nord- und Südhemisphäre über dem Horizont steht.

Sternkarten – Geschichte und Entwicklungen

FABIAN SEGER

Die ersten Karten, die von Künstlern nicht frei Hand gezeichnet worden waren, sind als Malereien im Grab des altägyptischen Beamten und Baumeisters Senemut überliefert. Die Decke der Grabkammer schmückt eine so noch nie zuvor gesehene astronomische Darstellung. Es ist die älteste bekannte Illustration eines Kalenders der Mondmonate und somit die erste Karte, die Himmelsobjekte detailliert darstellt.

Neben der Malerei entwickelten sich in der Antike noch andere Formen der Himmelsabbildung, beispielsweise mit Hilfe eines Himmelsglobus (siehe Abb.10). Auf der Globuskugel sieht man jedoch den Sternenhimmel nur von außen und nicht von innen, was zur Folge hat, dass die Sternbilder spiegelverkehrt dargestellt werden. Der große Vorteil des Himmelsglobus ist jedoch, dass das Problem der nicht abrollbaren Fläche keinen Einfluss hat.

Eine weitere Erfindung war die Planisphäre, auch bekannt als drehbare Sternkarte. Hier tritt jedoch das Problem der nicht abrollbaren Fläche auf. Bei der Übertragung von Punkten auf der Kugeloberfläche durch Projektion in eine Ebene entsteht eine Abbildung, die nicht vollständig mit der Realität übereinstimmt. Eine Projektion, bei der die himmlischen Längengrade vom Himmelsnordpol ausgehend als Strahlen und die himmlischen Breitengrade in konzentrischen Kreisen um die Himmelspole dargestellt werden, ermöglicht eine winkeltreue aber keine flächentreue Abbildung des Sternhimmels.

Die altertümlichen Sternkarten bildeten vordergründig die Sternbilder ab. Die Positionen der Sterne wurden so auch passend zu den Bildern angepasst.

Nach der Zeit der Antike wurden meist nur einfache Sternkarten genutzt. In der west-



Abb. 10: Himmelsglobus

lichen Welt gingen die meisten Erkenntnisse aus früherer Zeit fast gänzlich verloren. Erst seit Mitte des 16. Jahrhunderts wurden Planisphären wieder häufiger verwendet. Doch auch die Entwicklung der Sternkarten schritt nun wieder voran.

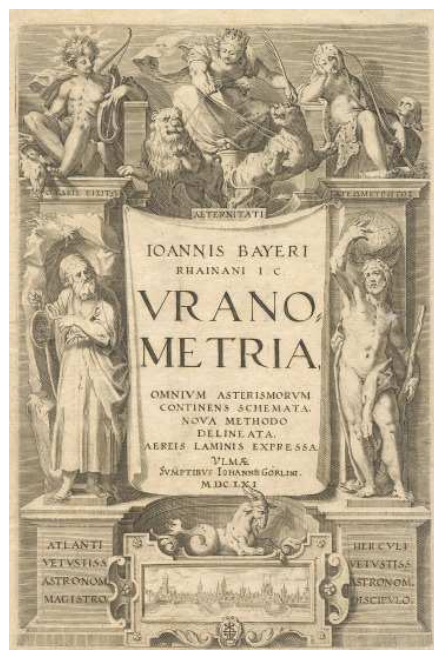


Abb. 11: Uranometria

So entwickelte Johann Bayer 1603 die Uranometria (siehe Abb. 11), die den gesamten Sternenhimmel darstellte und die nicht wie die bisherigen Karten in Nord- und Südhimmel unterteilt war. Doch die Positio-

nen der Sterne wurden wiederum nicht exakt dargestellt, sondern den Sternbildern angepasst, sodass kein einheitlicher Maßstab entstand.

Die alten Sternkarten sind zugleich künstlerische Wunderwerke, die durch ihre detaillierten Feinheiten weltberühmt wurden. Als Beispiel sei die Harmonia Macrocosmica von Andreas Cellarius aus dem Jahr 1661 genannt.

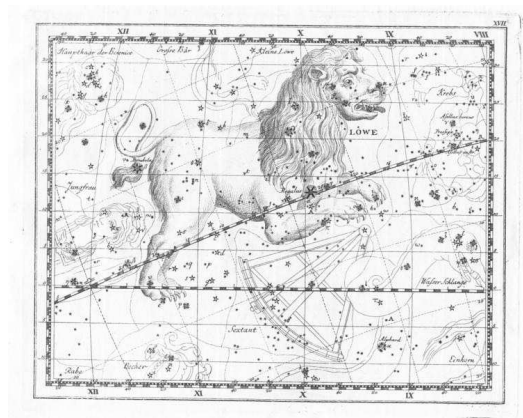


Abb. 12: Uranometria

Die Weiterentwicklung der Beobachtungstechnik führte 1801 zur Uranographia, einem 20-seitigen Sternatlas von J. E. Bode. Die detaillierten Kupferstiche stellten die bis dahin bekannten 17.000 Fixsterne dar. Mit zunehmender Bedeutung der Sternkoordinaten zur genaueren Bestimmung der Position eines Sterns wurden die Sternbilder als Orientierungshilfen für professionelle Zwecke nicht mehr benötigt und aus den Sternkarten verdrängt. Sternkarten werden heute nur noch begrenzt benutzt. Diese basieren meist auf Teleskopaufnahmen des gesamten Sternenhimmels. Doch auch die moderne Computertechnik macht es mit bestimmter Software wie z. B. dem Programm Stellarium möglich, den Himmel darzustellen.

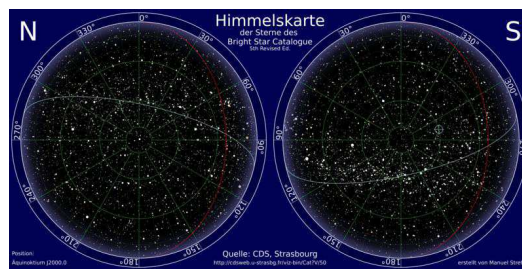


Abb. 13: Sternkarte heute

Der Weg zur eigenen drehbaren Sternkarte

BARBARA PEITZ UND CONRAD FÜRDERER

Einführung in die Bestandteile einer drehbaren Sternkarte

Wenn man auf der Erde steht, kann man gleichzeitig immer nur die halbe Himmelskugel sehen. Diese ist in den Abb. 14, 15 und 16 jeweils rot schraffiert dargestellt. Die andere Hälfte liegt unter dem Horizont und ist nicht sichtbar. Im Laufe eines Tages können jedoch auch weitere Bereiche der Himmelskugel über den Horizont kommen, für einen Beobachter am Äquator sogar die gesamte Himmelskugel.

Unsere drehbare Sternkarte zeigt, welche Sterne zu einem Zeitpunkt, den man einstellen kann, bei uns auf dem 50. Breitengrad zu sehen sind.

Die drehbare Sternkarte hat zwei Hauptbestandteile, die Sternkarte selbst und eine drehbare Deckscheibe über dieser. Die Deckscheibe verdeckt die Sterne, die zu dem bestimmten Zeitpunkt nicht am Himmel stehen. Betrachten wir zuerst die Sternkarte.

Die Sternkarte zeigt den Teil der Himmelskugel, der für den Standort des Beobachters während eines Tages über den Horizont kommt, also im Laufe eines Jahres nachts beobachtbar ist. Am Nordpol ist dies die nördliche Hälfte der Himmelskugel und am Äquator die gesamte Himmelskugel. Der Sternen-Himmel für den 50. nördlichen Brei-

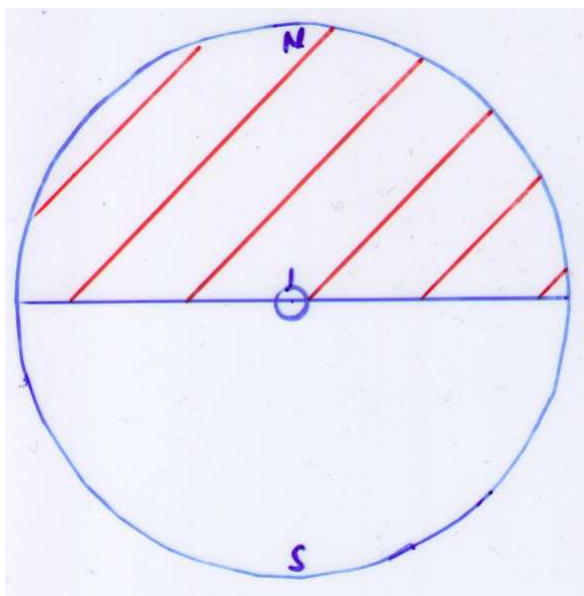


Abb.14: Sichtbare Himmelskugel am Nordpol: Steht man am Nordpol, sieht man immer die nördliche Himmelskugel. (rot schraffiert dargestellt).

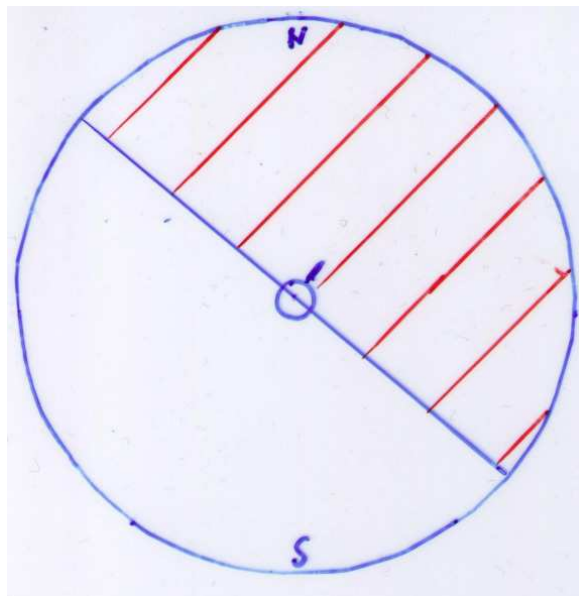


Abb.16: Sichtbare Himmelskugel am 50. Breitengrad während eines ganzen Tages. (Wenn man die rot schraffierte Halbkugel aus Abb. 3 einmal um die Erdachse dreht, sieht man zwar nicht die gesamte Himmelskugel, aber einen großen Teil (Rot schraffiert in Abb. 4)

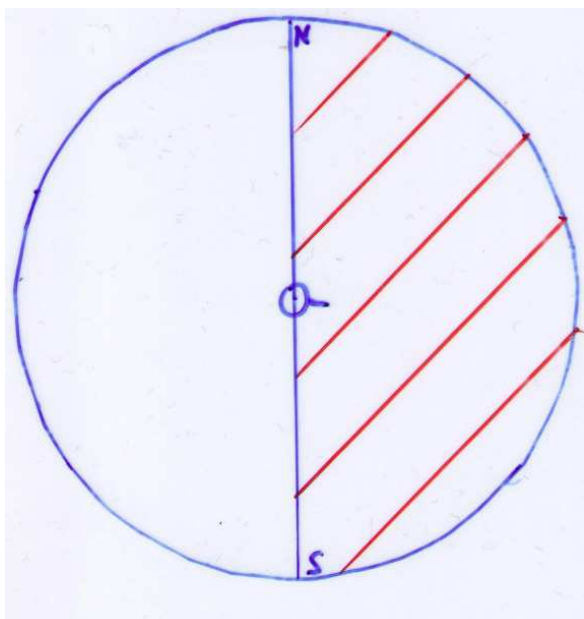


Abb.15: Sichtbare Himmelskugel am Äquator (rot schraffiert) zu einem bestimmten Zeitpunkt. Im Laufe des Tages dreht sich die Erde einmal um ihre Achse. Damit ist am Äquator die gesamte Himmelskugel sichtbar.

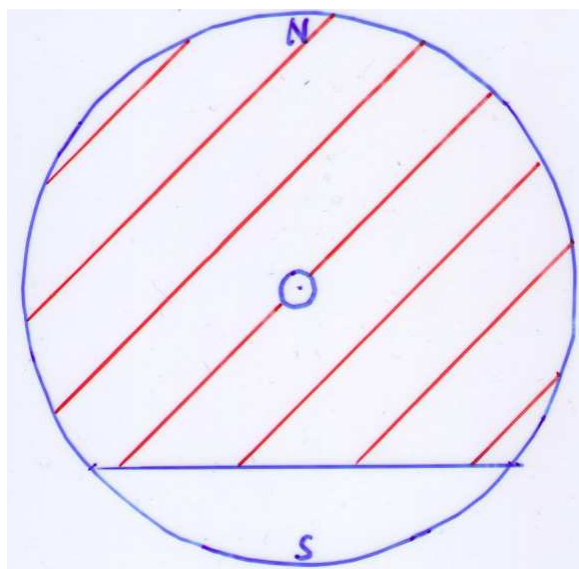


Abb.17: Anteil der sichtbaren Himmelskugel, die im Laufe eines Tages am 50. Breitengrad sichtbar wird.)

tengrad wird in Abb. 17 gezeigt. Dieser Teil des Himmels ist auf unserer Sternkarte abgebildet.

Die Deckscheibe verdeckt alle Sterne, die zu einem bestimmten Zeitpunkt nicht sichtbar sind. Damit gibt die Deckscheibe den Teil der Sterne frei, die bei uns zu einem bestimmten Zeitpunkt am Himmel stehen.

Am Rand der Sternkarte (Abb. 18) ist ein Datumsring. Am Rand der Deckscheibe (Abb. 19) ist eine Stundenskala. Mit Hilfe des Datumsrings und der Stundenskala wird der Zeitpunkt der gewünschten Beobachtung eingestellt.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Himmelskugel mit der Erde (kleiner Kreis) und mit der Position des Beobachters (kleiner Strich).

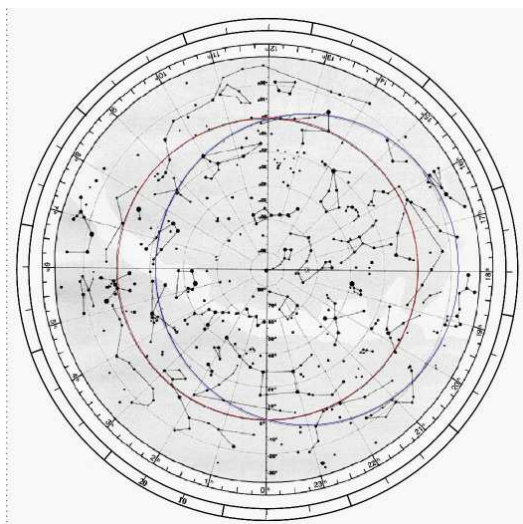


Abb. 18: Sternkarte mit Himmelsäquator (rot), Ekliptik (blau) und Datumsring (am Rand).

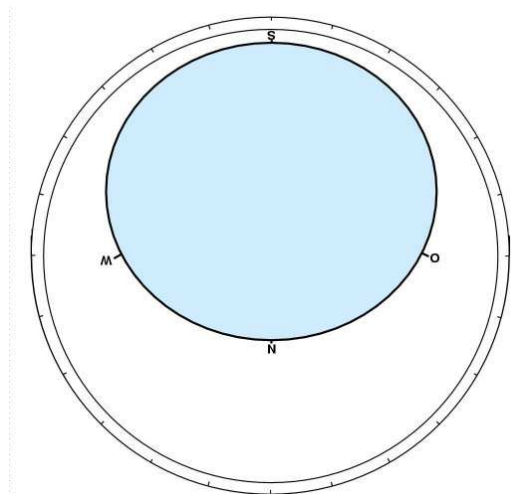


Abb. 19: Deckscheibe mit einer Stundenskala (am Rand).

Herstellung und Anwendung der drehbaren Sternkarte

Die drehbare Sternkarte ist eine der einfachsten und wichtigsten Orientierungshilfen für den Sternenhimmel. In unserem Kurs haben wir auch eine drehbare Sternkarte selbst gebastelt. Dafür haben Barbara und Conrad schon die Materialien mitgebracht. Mit viel Spaß und Lachen schnitten wir die Vorlagen aus und klebten sie auf Karton. Danach bemühten wir uns, die zuvor am Flaschenglobus anschaulich gemachten (gedachten) Punkte und Linien am Himmel (Himmelsnordpol, Himmelsäquator, Ekliptik) zu markieren. Auch einige wichtige Sternbilder haben wir hervorgehoben (siehe auch Abb. 18). Als wir dann endlich nach $1\frac{1}{2}$ Stunden Arbeit die Sternkarten fertiggestellt hatten, erklärte Barbara die Anwendung. Nachdem wir das alle verstanden und geübt hatten, waren wir nachts sehr froh, uns besser orientieren zu können.

Die Funktionsweise der Karte kann am Beispiel erklärt werden (Abb. 20). Am Rand der Sternkarte kann man das Datum ablesen und am Rand der Drehscheibe darüber die Uhrzeiten. Bei der in Abb. 20 gezeigten Sternkarte wurde der Himmelsanblick für den 20. Mai 22 Uhr eingestellt. Die gleiche Einstellung gilt allerdings auch

z. B. für den 20. Februar 4 Uhr oder den 20. Oktober 12 Uhr. Für die letzte Einstellung muss beachtet werden, dass man die Sterne tagsüber nicht sehen kann. Ganz im Norden (in der Abb. 20 unten) sieht man z. B. das Sternbild Cassiopeia, das sog. „Himmels-W“ (a). Es ist zirkumpolar, d. h. es geht nie unter. Genau im Osten geht gerade das Sternbild Adler (b) (ein Teil des Sommerdreiecks) auf. Im Westen befindet sich das Sternbild Löwe (c). Es liegt auf der Ekliptik (gelb eingezeichnet) und ist auch bekannt als Tierkreissternbild. Das Sternbild Bootes (der Bärenhüter) befindet sich im Süden (d). Es ist leicht durch die verlängerte Krümmung der Deichsel des Großen Wagens zu finden. Um Sterne gezielt zu beobachten, muss man wissen wann sie auf- und untergehen. Dazu stellt man den Ost- bzw. den Westhorizont auf den Stern und liest das Datum und die Uhrzeit ab.

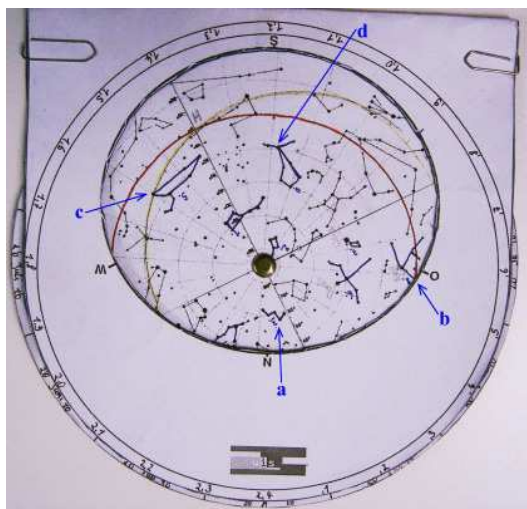


Abb. 20: Eine unserer selbst gebastelten Sternkarten.

Sternbilder und Sterne - Namen und Festlegungen

TANJA SCHÄUBLE

Der gesamte Sternenhimmel wird grob unterteilt in die nördliche und die südliche Hemisphäre. Als Teilungsgrenze gilt der Him-

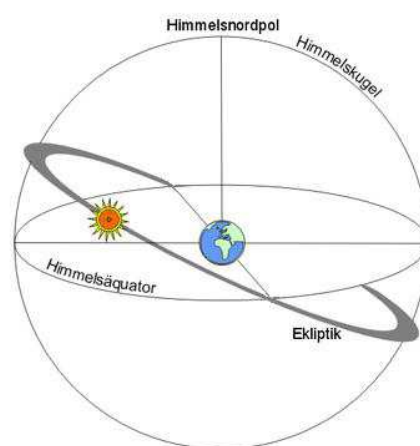


Abb. 21: Der Himmelsäquator schneidet die scheinbare Himmelskugel in zwei Hälften - den Nord- und den Südhimmel. Die Ekliptik ist die scheinbare Bahn der Sonne, die diese einmal im Jahr durchläuft.

melsäquator der scheinbaren Himmelskugel (siehe Abb. 21).

Am Nordhimmel wurden die hellsten Sterne in der Antike, am Südhimmel auch noch später zu Sternbildern zusammengefasst. Die Anzahl, die Namen und die Gebiete der heute gebräuchlichen Sternbilder sind von der Internationalen Astronomischen Union (kurz: IAU) festgelegt worden.

Jedes der insgesamt 88 Sternbilder hat einen lateinischen Namen. Die Namen der Sternbilder des nördlichen Sternhimmels gehen in vielen Fällen aus antiken griechischen und römischen Mythen hervor. Die Sternbilder des Südhimmels hingegen wurden vielfach nach den um das 17. und 18. Jahrhundert entdeckten bzw. gebräuchlichen Geräten benannt.

In Sternkarten werden die hellsten Sterne oft durch Striche verbunden. Am Beispiel des Sternbildes „Cassiopeia“, ein Sternbild des nördlichen Sternhimmels, wird dies deutlich. Durch die Strichverbindungen entsteht die Form eines „W“; es wird daher auch umgangssprachlich als Himmels-„W“ bezeichnet (Abb. 22).

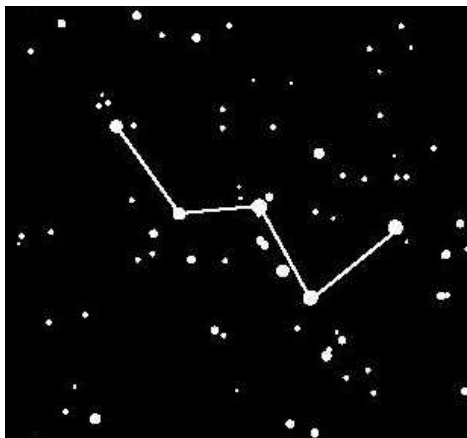


Abb. 22: Verbindet man die hellsten Sterne des Sternbilds Cassiopeia durch Striche, so ergibt sich ein W.

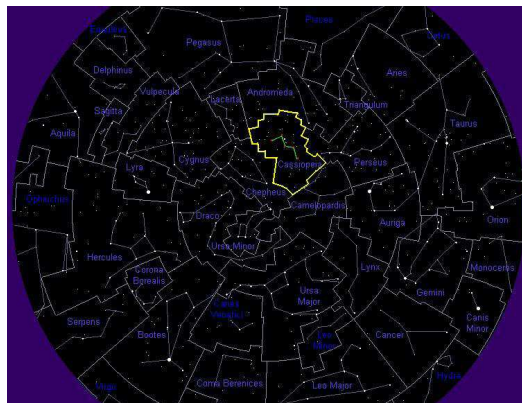


Abb. 24: Zur Verdeutlichung: Der gelb eingezeichnete Sektor ist der Cassiopeia zugeordnet worden.

Einige Zeit zuvor allerdings war eine andere Darstellung der Sternbilder üblich. Die Sternbilder wurden entsprechend der Vorstellung bildlich dargestellt (siehe Abb. 23).

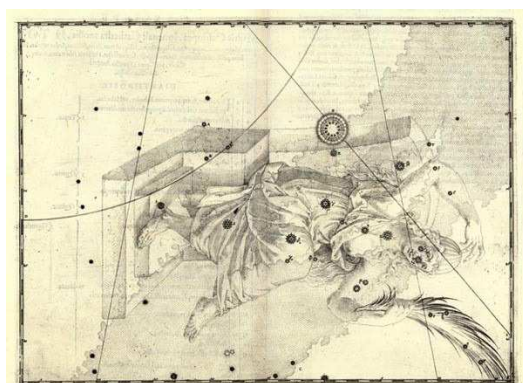


Abb. 23: Darstellung der Cassiopeia in einem alten Sternatlas.



Abb. 25: Fokussierter Sektor der Cassiopeia.

Jedes Sternbild umfasst nach moderner Lesart einen gewissen Bereich am Sternhimmel. Der Cassiopeia wurde der in Abb. 24 umrandete Sektor zugeteilt (Fokussierter Sektor in Abb. 25 dargestellt). So wird der gesamte Sternhimmel unterteilt.

Die hellsten Sterne des Sternbildes Cassiopeia sind nach ihrer Helligkeit mit den griechischen Buchstaben Alpha, Beta, Gamma, Delta und Epsilon bezeichnet worden. (siehe Abb. 26)

Die hellsten Sterne tragen auch Eigennamen. Diese kommen meist aus dem Arabischen, aber auch aus dem Lateinischen

und sogar aus dem Deutschen. Einige Sterne tragen auch den Namen ihrer Entdecker. Beispiele für die arabischen Bezeichnungen sind die drei Sterne des Sommerdreiecks: Wega, Deneb und Atair.

Für die fünf hellsten Sterne der Cassiopeia lauten die Eigennamen: Schedir (α Cas), Caph (β Cas), Tsih (γ Cas), Ruchbah (δ Cas) und Segin (ε Cas). Eine Besonderheit des Sternbildes Cassiopeia ist, dass es in Mitteleuropa zirkumpolar ist, d. h., es kann ganzjährig beobachtet werden. Außerdem liegt sie mitten in der Milchstraße, was in Abb. 27 an der Sterndichte zu erahnen ist.

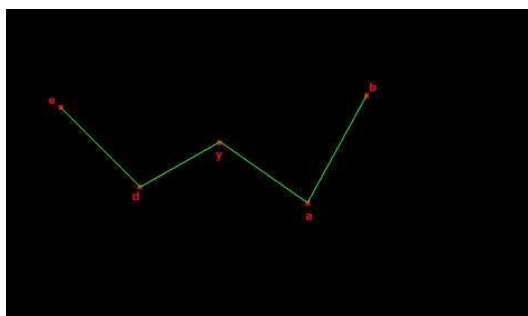


Abb. 26: Die fünf Hauptsterne der Cassiopeia und ihre Bezeichnungen.



Abb. 27: Teleskopaufnahme des Sternbilds Cassiopeia. Die fünf Hauptsterne wurden hervorgehoben.

Sternmythen

MAREN GÖTZ, JUDITH SAURER

Der Sternenhimmel war für unsere Vorfahren gewissermaßen eine „Uhr“ und eine Art „Kalender“. Die Bauern orientierten sich an verschiedenen Sternbildern und vermochten auf diese Weise festzustellen, wann man aussäen, wann man ernten konnte. Die alten Ägypter wussten anhand der Sterne, wann die Überschwemmung durch den Nil mit seinem fruchtbaren Schlamm zu erwarten war. Die Menschen konnten sich damals die Welt nicht mittels naturwissenschaftlicher Erkenntnisse begreifbar machen. Der Sternenhimmel musste so für sie auch ein Ort sein, mit dem Mythos und religiöse Vorstellungen verbunden wurden. Die Menschen sahen in den Sternen Götter und Helden. Alles war dem Eingreifen der Götter geschuldet: Eine gute Ernte, die Gezeiten, die Jahreszeiten, Erdbeben und sogar Son-

nenfinsternisse. Als Expertin zum Thema Mythologie der Sterne war Frau Dr. Cecilia Scorza de Appl von der Landessternwarte Heidelberg zu uns gestoßen. Im Folgenden sollen einige dieser Sternmythen vorgestellt werden, die auch sie uns erzählte.

Großer Wagen oder Bärin oder was?

Die wohl bekannteste Sternfigur (kein Sternbild) -der Große Wagen- ist eigentlich Bestandteil des Sternbilds der Großen Bärin. Nach der griechischen Mythologie wurde die Nymphe Kallisto von Zeus' Ehefrau Hera in eine hässliche Bärin verwandelt, nachdem sie von Göttervater Zeus geschwängert wurde.



Abb. 28: Die Nymphe Kallisto nach der Verwandlung in eine Bärin. Bild gezeichnet von Cecilia Scorza de Appl.

Als Kallistos Sohn Arkas die Bärin, in der er nicht seine Mutter erkannte, töten wollte, verwandelte Zeus ihn ebenfalls in einen Bären und schleuderte beide als Sternbilder an den Himmel. Nicht alle Völker sahen und sehen in dem Sternbild einen Bär oder Wagen. Die Chinesen sehen darin einen Löffel, für die Franzosen stellt er eine Stiefelfanne dar und für die Amerikaner eine große Schöpfkelle (Big Dipper).

Orion-Sage

Orion ist zu je einem Drittel der Sohn von Jupiter, Neptun und Merkur. Er war ein großer Jäger. In einer Version der Sage rühmte er sich damit, der größte Jäger der

Welt zu sein. Hera sandte daraufhin einen Skorpion aus, der ihm einen tödlichen Stich zufügen sollte. Zeus aber versetzte beide Konkurrenten vorsorglich in geeigneter Weise an den Himmel: Wenn das Sternbild des Skorpions im Osten aufgeht, dann verlässt Orion den Sternenhimmel im Westen. So können beide nie aufeinander treffen.



Abb. 29: Der große Jäger Orion kämpft mit einem wilden Tier. Bild gezeichnet von Cecilia Scorza de Appl.

Auch bei den Orionsternen wurden von verschiedenen Völkern die unterschiedlichsten Bilder hinein interpretiert. Die Sumerer sahen darin ein Schaf. Für die Südseeinsulaner stellte diese Konstellation ein Kriegsschiff dar.

Das große Sternentheater

Die Sternbilder Andromeda, Kassiopeia, Kepheus, Perseus, Pegasus und Walfisch gehören alle zu einer großen Sternsage. Kassiopeia behauptete, dass sie schöner als die Nereiden sei. Zur Strafe schickte der Meeresgott Neptun ein schreckliches Ungeheuer, welches das ganze Land verwüsten sollte. Die einzige Möglichkeit zur Rettung vor diesem Meeresuntier war, Andromeda zu opfern. So fesselte man die schöne Maid an einen Felsen und wartete auf das Untier. Nun etwas zu Held Perseus. Auf seine Mutter Danae war Göttervater Zeus in Form eines goldenen Regens nieder gekommen. Ihr Vater Akrisios sperrte Mutter und Enkelsohn in eine Kiste und warf sie ins Meer. Er hatte nämlich vom Orakel von Delphi

erfahren, dass sein Enkelsohn ihn einst töten werde. Mutter und Sohn überlebten jedoch und kamen zur Insel Seriphos. Der Herrscher befahl Perseus das Haupt der Medusa zu holen, die durch ihren Blick alles versteinern konnte. Unserem Helden gelang dies freilich und so ging er mit dem Kopf zu Andromeda. Er rettete sie vor dem Untier und tötete dieses mutig. Die beiden verliebten sich natürlich und heirateten.

Die Sternbilder der großen Sage kann man heutzutage am nächtlichen Herbsthimmel betrachten.

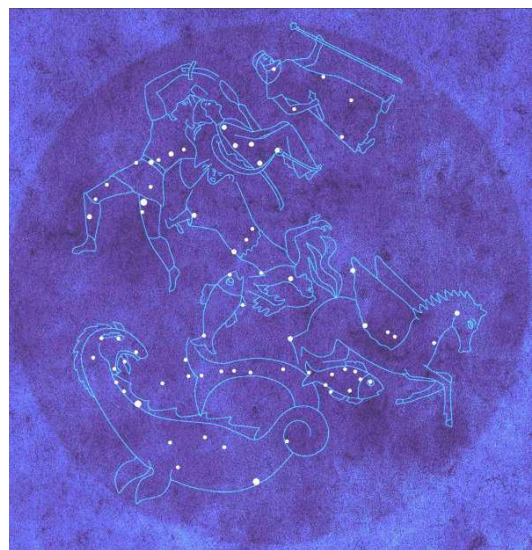


Abb. 30: Alle Figuren des „Sternentheaters“ als Sternbilder am Nachthimmel. Bild gezeichnet von Cecilia Scorza de Appl.

Phaetons Himmelsfahrt

Die Sage von Phaetons Himmelfahrt lesen wir bei dem römischen Dichter Ovid in den Metamorphosen.

Ovid wandte sich gegen den Willen seines Vaters schnell der Dichtkunst zu. Seine wichtigsten Werke waren „Amores“ (erotische Liebesgedichte), „Ars Amatoria“ (Liebeskunst), die „Remedia amoris“ (Heilmittel gegen die Lieben) und natürlich die Metamorphosen (Verwandlungsgeschichten aus der antiken Sagenwelt). Phaeton war ein junger Äthiopier und lebte mit seiner

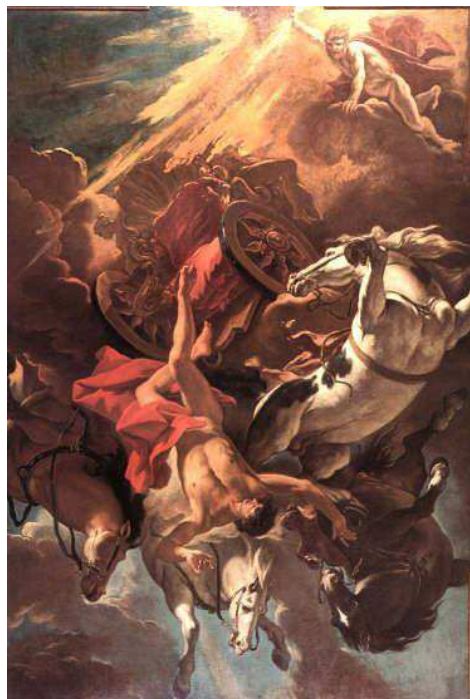


Abb. 31: Sturz Phaethons im
Gemälde von Sebastiano Ricci.

Mutter Clymene und seinen Schwestern zusammen. Seine Mutter erzählte ihm immer Geschichten von seinem Vater, dem Sonnengott Helios. Doch war dieser wirklich sein Vater? Er wollte es selbst herausfinden und so ging er nach Osten, weit fort, wo jeden Morgen die Sonne aufgeht. Als er ankam, schritt er mutig durch das Tor des Sonnenpalastes auf seinen Vater zu. Doch er war so geblendet, dass er nichts sehen konnte. Sein Vater wusste, warum er gekommen war und so nahm er die Strahlenkrone ab, umarmte seinen Sohn und sagte: „Mein Sohn, es ist wahr: Ich bin dein Vater und ich stehe dazu“. Helios war so glücklich, dass er Phaeton einen Wunsch gewährte. Dieser dachte gar nicht lange nach und sagte: „Vater, ich will nur einmal mit deinem Sonnenwagen über den Himmel fahren.“ Der Sonnengott wollte ihn davon abhalten, weil die Fahrt sehr gefährlich war. Nicht einmal Zeus konnte die feurigen Rosse lenken. Doch das bestärkte Phaeton nur darin, es versuchen zu wollen. So führte ihn sein Vater zu den Rossen und ermahnte ihn ein letztes Mal: „Du musst die Pfer-

de zügeln, nicht antreiben! Wenn du fährst, musst du immer in der Spur bleiben, du darfst nicht vom Weg abkommen, hörst du? Du musst am Stier vorbei, dann zum Schützen, danach kommt der Löwe. Bist du am Löwen vorbei, kommt der große Skorpion, der dir seine Scheren entgegenstreckt. Auf der anderen Seite droht dir der Krebs mit seinen Scheren. Pass auf dich auf!“ (Ovid nennt hier mit künstlerischer Freiheit einige Sternbilder, die im Bereich der scheinbaren jährlichen Sonnenlaufbahn (Ekliptik) liegen, jedoch nicht in der genannten Reihenfolge). Dann fuhr Phaeton los. Doch die Pferde spürten die geringe Last und rissen aus. Sie zogen mal hier hin, mal dort hin. Phaeton wurde es Angst und Bange, doch er ließ die Zügel nicht los. Als sie jedoch am Skorpion vorbeikamen, fuhr er vor Schreck zusammen. Er war doppelt so groß wie alle anderen Sternbilder und Gift tropfte von seinem Stachel herab. Phaeton wurde ohnmächtig vor Angst und ließ die Zügel los. Die Pferde stoben in alle Richtungen. Sie kamen zu tief und zu nah an die Erde und verbrannten sie. Wälder, Felder, Äcker - alles brannte. Zeus musste dem ein Ende setzen und schleuderte einen Blitz auf Phaeton. Dieser stürzte zu Boden, der Wagen zersprang und die Pferde stoben auseinander. Phaeton fiel in den Fluss Eridanus. Nymphen begruben ihn. Seine Mutter und die drei Schwestern eilten herbei und blieben vier Monate vor seinem Grab stehen. Da sie sich nicht bewegten, wurden die Schwestern zu Pappelbäumen. Ein Freund Phaetons war so traurig, dass er in einen Schwan verwandelt und zu dem Sternbild Cygnus (Schwan) wurde. Phaeton selber finden wir im Sternbild Fuhrmann.

Entfernungen von Sternen oder Sternbilder als Projektionseffekt

LENNART HÖHN

Wenn man von der Erde aus den Himmel und die Sterne beobachtet, so könnte man meinen, dass sich die Sterne auf einer „Himmelskugel“ befinden und alle den gleichen Abstand haben. Dem ist jedoch nicht so. Die Sterne sind unterschiedlich weit von der Erde entfernt und erscheinen uns nur vermutlich auf einer Kugeloberfläche zu liegen, weil sie wegen ihrer sehr großen Entfernungen nur als Punkte beobachtbar sind. Inhalt des folgenden Textes sind einerseits Verfahren zur Bestimmung von Sternentfernungen und andererseits Modelle zu deren Veranschaulichung.

Mittel zur Entfernungsmessung

Für die Entfernungsbestimmung gibt es unterschiedliche Möglichkeiten. Die am häufigsten benutzte und auch die genaueste Methode basiert auf der Parallaxenmessung. Weiterhin kann man Entfernungen auch mittels Cepheiden, periodisch-veränderlichen Sternen oder mittels Novae und Supernovae (Sternexplosionen) bestimmen.

Die jährliche Parallaxe

Für die jährliche Parallaxe benutzt man die scheinbare Bewegung näher gelegener Fixsterne auf dem Hintergrund weit entfernter Sterne infolge der Drehung der Erde um die Sonne. Mit dieser Methode wird man in naher Zukunft (Astrometrie-Satellit GAIA) die Entfernungen bis zu vielen tausend Lichtjahren messen können. Die Berechnung des Abstands a eines solchen nahen Fixsterns von der Erde erfolgt dann mit Hilfe einer Formel, in die man nur noch die Größe des gemessenen Winkels α einsetzen muss (siehe Abb. 32). α ist zugleich der Winkel, unter dem man

von dem Stern aus den Radius der Erdbahn (die astronomische Einheit AE) sieht.

Entfernungen im Maßstab

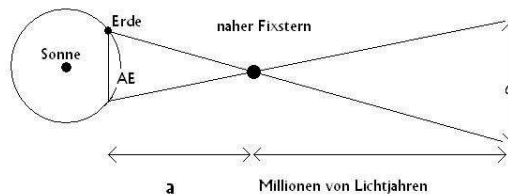


Abb. 32: Entfernungsmessung mittels jährlicher Parallaxe (1AE = mittlerer Abstand zwischen Sonne und Erde)

Da die Entfernungen zu anderen Sternen sehr groß sind, ist es für die Vorstellung wichtig, sich diese in einem Maßstabsmodell anzusehen. Ein geeigneter Maßstab dafür ist z. B. 1:100.000.000 (1 cm entspricht 1000 km). In diesem Maßstab wäre die Sonne immerhin noch 1,5 km entfernt, und der Pluto sogar 57,5 km. Im Vergleich zu anderen Sternen wäre aber selbst diese Entfernung noch sehr klein. Der nächste Stern des Sternbilds Cassiopeia hätte beispielsweise eine Modellentfernung von 5108 km, was ca. der Hälfte der Entfernung von Deutschland nach New York entspricht. Aber selbst dieser Abstand ist noch gering im Vergleich zu dem am weitesten entfernten Stern des Sternbilds Cassiopeia. Dieser Stern hätte im Modell nämlich eine Entfernung von 93.654 km - ca. ein Viertel der Entfernung von der Erde zum Mond.

In einem Maßstabsmodell sieht man also schon besser, welche riesigen Entfernungen zwischen uns und den Sternen, aber auch zwischen den Sternen untereinander liegen. Beim Betrachten der Sterne erscheint uns der Himmel als eine gewaltige Kugel mit der Erde im Mittelpunkt, und Sternbilder sind lediglich Projektionen der Sterne an diese scheinbare Himmelskugel. Würde man sich an einem anderen Ort im Weltall befinden, so würde sich auch die Perspektive ändern, unter der man das Sternbild sieht, und es ergäbe sich eine ganz andere Figur.

Das Schuhkartonmodell

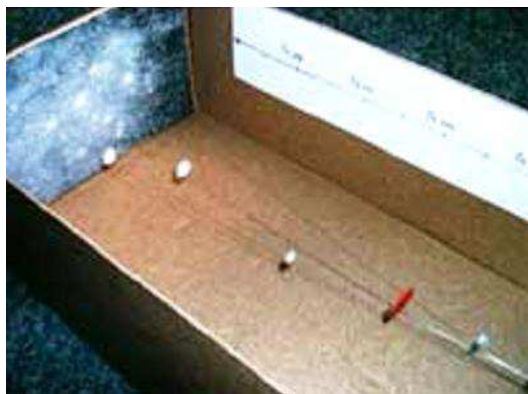


Abb. 33: Das Sternbild Cassiopeia im Schuhkartonmodell. An der Stirnseite: Foto des Sternbildes. An der Längsseite: Entfernungsskala (maßstäblich) angepasst an Entfernungen der ausgewählten Sternbildsterne

Das Schuhkartonmodell (siehe Abb. 2) ist ein gutes Modell um zu zeigen, wie Sternbilder „entstehen“. Dafür benutzt man einen Schuhkarton, in dem Fäden aufgespannt sind, an denen verschieden große „Sterne“ (Scheibchen oder Kügelchen aus Pappe) befestigt sind, welche unterschiedlich weit von der Öffnung entfernt sind. Wenn man jetzt durch ein Einblickloch an der Stirnseite des Kartons schaut, kann man das Sternbild erkennen. Schaut man von oben hinein, so sieht man, dass die Sterne unterschiedliche Abstände voneinander haben.

Veränderung der Sternbilder

LEOPOLD HÖRBURGER

Galaktische Rotation

Alle Sterne, die wir sehen, gehören zu unserem Sternsystem, das wir auch Milchstraßensystem oder Galaxis nennen. Die Sterne „hängen“ nicht erstarrt im Weltraum, sondern sie bewegen sich um das Zentrum unserer Galaxis, um nicht infolge ihrer Gravi-

tation zusammenzuklumpen.

Unser Milchstraßensystem, das aus ungefähr 200 Mrd. Sternen besteht, hat einen Durchmesser von 100.000 Lichtjahren. Aufgrund dieser riesigen Abstände dauert es sehr lange, bis ein Stern einmal um das galaktische Zentrum gekreist ist. Unsere Sonne beispielsweise bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 220 km/s um das Milchstraßenzentrum, trotzdem benötigt sie für eine Umrundung 230 Millionen Jahre. Nach einer solchen Umrundung ist sie ein „Galaktisches Jahr“ älter.

In der Milchstraße bewegen sich die Sterne aber nicht wie auf einem starren Rad um das galaktische Zentrum herum, sondern in differentieller Rotation, d. h. ihre galaktischen Jahre werden mit zunehmendem Zentrumsabstand länger. Entsprechend verändern die Sterne ihre Position zueinander und dabei verändern sich auch die Sternbilder. Man kann diese Bewegung mit dem Verhalten von Pfefferteilchen auf einer in einer Tasse rotierenden Flüssigkeit vergleichen.

Wenn allein die sichtbare Masse vorhanden wäre, so müsste die Sonne mit einer Bahngeschwindigkeit von ca. 160 km/s umlaufen. Die höher beobachtete Bahngeschwindigkeit lässt darauf schließen, dass außer der sichtbaren Materie noch unsichtbare Dunkle Materie vorhanden sein muss.

Die Eigenbewegung der Sterne

Die scheinbare Eigenbewegung (abgekürzt EB) wird definiert als die von der Erde aus beobachtete, an die scheinbare Himmelskugel projizierte Positionsänderung der Sterne im Lauf der Zeit. Um die Positionsänderung eines Sterns am Himmel festzustellen, muss man meist sehr lange warten. Angegeben wird sie in Bogensekunden pro Jahr. Die scheinbare Eigenbewegung hängt auch von der Entfernung des Sterns zur Erde ab: Befindet sich ein Stern relativ nahe an der Erde, erscheint uns seine Eigenbewegung sehr groß, auch wenn er nicht unbedingt

schnell ist.

Um die vollständige Bewegung eines Sterns in Bezug auf die Erde zu beschreiben, benötigt man neben der scheinbaren Eigenbewegung, welche sich in der Tangentialbewegung an der Himmelskugel äußert, auch noch seine Radialbewegung (Veränderung der Entfernung eines Sterns zur Erde).

Der Engländer Edmund Halley (1656 bis 1742) entdeckte die scheinbare Eigenbewegung. Er verglich die damaligen Sternkarten mit 1600 Jahre alten Sternkarten der Griechen und bemerkte, dass sich die Positionen der Sterne Sirius, Arktur und Aldebaran leicht verändert hatten.

Heute kennen wir die scheinbare Eigenbewegung von mehr als 120.000 Sternen durch die Messungen des Satelliten HIPPARCOS (**H**igh **P**recision **P**arallax **C**ollecting **S**atellite).

Das Sternbild Cassiopeia, wie es vor 100 000 Jahren aussah (Abb. 34), wie es heute aussieht (Abb.35) und wie es in 100 000 Jahren aussehen wird (Abb. 36).

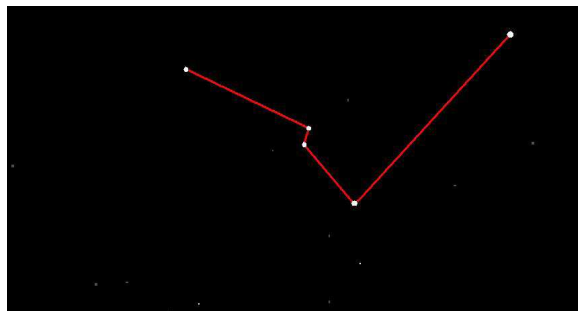


Abb. 34

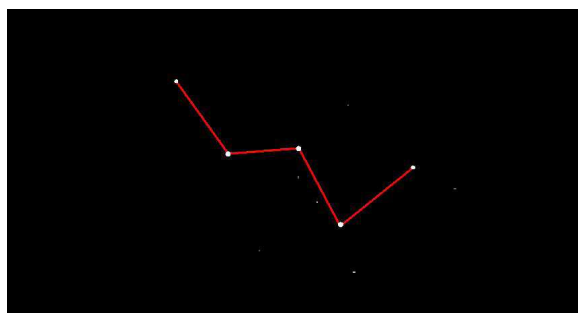


Abb. 35

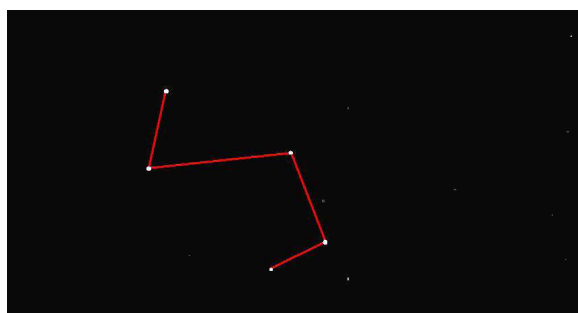


Abb. 36

Was sind Sterne?

STEFFEN HAUN



Abb. 37: Der offene Sternhaufen der Plejaden

Einführung

Sterne sind auch Himmelskörper, wie unser Heimatplanet Erde. Allerdings gibt es einen gravierenden Unterschied zwischen Planeten und Sternen - ihre Masse! Sterne sind so massiv, dass Temperatur und Druck in ihrem Inneren zur Kernfusion führen. Sterne werden auch als Gaskugeln bezeichnet. Aber dann fragt man sich doch, warum die Sterne denn überhaupt stabil bleiben? Sollte sich eine Gaskugel unter dem Einfluss ihrer eigenen Schwerkraft nicht weiter zusammenziehen?

Man muss jedoch berücksichtigen, dass bei Sternen infolge der bei der Kernfusion übertragenen Wärme (Gasdruck) und frei werdenden Strahlung im Inneren ein solch hoher Druck erzeugt wird, so dass er mit der Gravitationskraft ein Gleichgewicht bildet. Dadurch bleibt ein Stern stabil. Wäre die Kraft von innen größer als die Gravitationskraft, würde der Stern sich ausdehnen. Wenn die Kraft von innen kleiner wäre, würde der Stern in sich zusammenfallen. Dies geschieht bei sehr massereichen Sternen, die all ihren Brennstoff verbraucht haben sehr schnell. Durch den Aufprall aller Materie des Sterns im Mittelpunkt können dann

nochmals viel höhere Temperaturen erreicht werden, die eine Supernova-Explosion zur Folge haben.

Zustandsgrößen

Um einen Stern eindeutig zu beschreiben, verwendet man die Zustandsgrößen. Man könnte sie teilweise in Analogie zu den Körpermaßen eines Menschen sehen.

Die Zustandsgrößen sind alle von der Erde aus beobachtbar oder aus durchgeführten Beobachtungen ableitbar. Durch diese Größen kann man dann auf den Lebensstatus und so auch auf das Alter eines Sterns schließen, genauso wie man bei einem Menschen zum Beispiel durch Bartwuchs oder durch graue Haare auf sein Alter schließen kann. Sterne entwickeln sich. Analog zum Menschen durchlaufen sie in ihrem „Leben“ verschiedene Phasen.

Es gibt die folgenden Zustandsgrößen: Masse, Radius, effektive Temperatur, Spektralklasse, mittlere Dichte, mittlere Energieerzeugung je Gramm Sternmaterie und Sekunde, Rotationsgeschwindigkeit am Äquator, Stärke des Magnetfelds, chemische Zusammensetzung, Schwerebeschleunigung an der Oberfläche, Oberflächentemperatur und Absolute Helligkeit.

Kernfusion

In Inneren eines Stern findet Kernfusion statt. Damit dies überhaupt geschehen kann, braucht man die nötigen „Umweltbedingungen“. Es muss heiß genug sein, so dass ein dann schon nackter Atomkern bei einem Zusammenstoß mit einem anderen Atomkern die abstoßende Kraft, die durch die gleiche, positive Ladung der Kerne zustande kommt, überwinden kann (eigentlich braucht man dazu noch den Tunneleffekt aus der Quantenphysik).

Bei der Kernfusion verschmelzen zwei Atomkerne so zu einem neuen schwereren Atomkern. Auf diese Weise sind bis auf Was-

serstoff und Helium und einige Spuren von Lithium und Beryllium viele der heute bekannten Elemente entstanden. Man sieht sie im Periodensystem in Abb. 38 in der Farbe gelb. Die grün gekennzeichneten Elemente sind bereits beim Urknall entstanden. Die orange hinterlegten Elemente (schwerer als Eisen) sind dann schließlich bei gewaltigen Sternexplosionen (Supernovae) erzeugt worden. Der Rest (rot hinterlegt) ist dann auf der Erde durch Chemiker und Physiker künstlich produziert worden, welche aber wahrscheinlich im Universum nicht vorkommen, da sie radioaktiv sind und daher zerfallen würden. Jedoch weiß niemand, welche Geheimnisse das Weltall in seinen Tiefen noch für die Menschheit birgt. Die Bedeutung der Sterne für uns wird klar. Da wir Menschen nur durch die Elemente Kohlenstoff und Sauerstoff lebensfähig sind, sind wir Wesen aus den Sternen. Das bedeutet:

Ohne Sterne gäbe es uns nicht!

Das Spektrum

STEFFEN HAUN, FABIAN SEGER

Leitet man weißes Licht durch ein Prisma, so wird es in seine Farbbestandteile zerlegt, weil die Brechung von der Farbe des Lichts, d. h. von der Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung abhängig ist. Ein Farbband, das so genannte Spektrum, entsteht. Das Spektrum gibt Aufschluss über die Zusammensetzung und Intensitätsverteilung der elektromagnetischen Strahlung. Für den größten Teil des elektromagnetischen Spektrums sind unsere Augen jedoch nicht empfindlich. Zudem muss gesagt werden, dass die Erdatmosphäre und das Prisma neben dem sichtbaren Anteil nur noch wenig infrarotes und ultraviolettes Licht hindurch lassen.

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Abb. 38: Das Periodensystem der Elemente

Das kontinuierliche Spektrum

Das elektromagnetische Spektrum beginnt - in Abb. 39 links - mit der Gammastrahlung, welche Wellenlängen bis zu 0,1 nm (Nanometer) hat. Danach folgt die Röntgenstrahlung mit Wellenlängen bis zu 10 nm. Den nächsten Bereich, der für uns jedoch auch nicht sichtbar ist, bildet das Ultraviolette, mit Wellenlängen von 10 - 380 nm. Nun schließt sich der für uns sichtbare Teil des elektromagnetischen Spektrums an. Er beginnt bei Violett, setzt sich fort über blaues, grünes, gelbes und orangefarbenes bis zum roten Licht bei 750 nm. Dann folgt der für den Menschen nicht mehr sichtbare Infrarotbereich mit Wellenlängen von 1 m bis 100 m. Die größten Wellenlängen haben die dann folgenden Radiowellen.

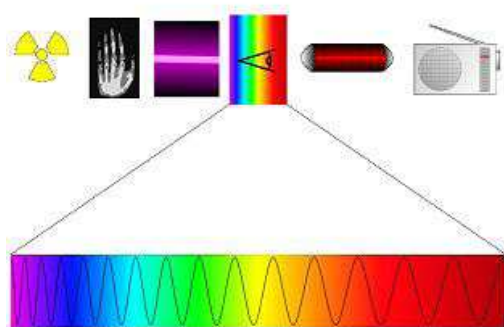


Abb. 39: Elektromagnetisches Spektrum

Das diskontinuierliche Spektrum

Das sichtbare Spektrum eines glühenden festen oder flüssigen Körpers ist kontinuierlich, also als durchgehendes Farbband ersichtlich (siehe auch Abb. 39). Bei Gasen oder Dämpfen trifft dies jedoch nicht zu. Hier bilden sich einige Spektrallinien, bei deren Wellenlängen elektromagnetische Strahlung in hoher Intensität ausgesandt wird. Diese Spektrallinien sind voneinander durch die Wellenlängenbereiche, in denen keine Strahlung ausgesandt wird, getrennt (siehe Abb. 40). Diese Art von Spektrum nennt man diskontinuierliches Spektrum im Gegensatz zum kontinuierlichen



Abb. 40: Diskontinuierliches Spektrum einer Spiritusflamme. Man sieht deutlich die Spektrallinien bei gelb, grün und blau. Die glühenden Festkörperteilchen in der Flamme erzeugen ein schwach sichtbares zusätzliches Kontinuum.

Spektrum, bei dem alle Wellenlängen ausgesandt wurden.

Das Spektrum der Sterne

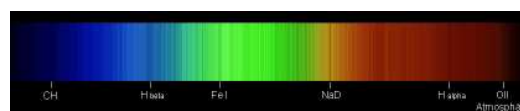


Abb. 41: Spektrum eines Riesensterns vom Spektraltyp K0.

Sterne bestehen größtenteils aus Gas und trotzdem senden sie aufgrund ihres besonderen Zustands ein kontinuierliches Spektrum (Kontinuum) an elektromagnetischer Strahlung aus. Im Kontinuum finden sich einige Einsenkungen in der Helligkeit, die als Absorptionslinien bezeichnet werden. Abb. 41 zeigt ein Spektrum, wie es der hellste Stern im Sternbild Cassiopeia in etwa hat.

Warum gibt es keine grünen Sterne?

Um auf diese Frage eine Antwort zu finden, kann man das folgende Experiment machen (siehe auch Abb. 42). Man bilde die Farbanteile des Spektrums entsprechend ihrem Gewicht auf einer Kreisscheibe ab. Lässt man diese Scheibe nun schnell rotieren (z. B. auf einem Kreisel), so kann man beobachten, dass sich beim schnell rotierenden Kreisel für das Auge ein einfarbiger Eindruck (Mischfarbe) entsteht, der abhängig ist von der Farbgewichtung. Diese Farbmischung „im Auge“ wird additive Farbmischung genannt.

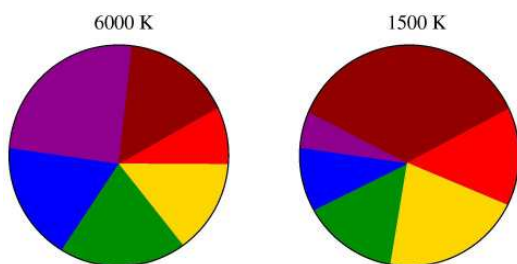


Abb. 42: Farbkreis mit unterschiedlicher Gewichtung der Spektralfarben.

Das Spektrum eines Sterns wird wesentlich durch seine Temperatur beeinflusst. Je heißer ein Stern ist, desto mehr Gewicht gewinnt sein Spektrum im bläulichen Bereich, je kälter er ist, desto mehr Gewicht liegt im rötlichen Bereich.

Leuchtet ein Stern am Himmel also rötlich oder bläulich, so bildet diese Farbe gleichzeitig den Schwerpunkt seines Spektrums. Liegt der Schwerpunkt im grünen Spektralbereich, so leuchtet der Stern aber nicht grün, sondern gelblich oder weißlich. Dies liegt daran, dass der grüne Abschnitt des Spektrums den Intensitätsmittelpunkt bildet, der von Rot und Blau mit jeweils etwa gleichen Anteilen eingerahmt wird.

Dies kann man auch mit Hilfe des Farbkreisels zeigen.

Die Nachtwanderung

MAREN GÖTZ

Damit auch die anderen Kurse einen Einblick in unsere nächtlichen Beobachtungen bekommen konnten, wurde eine Nachtwanderung für alle Interessierten durchgeführt. Immer zwei von uns Astros sollten eine Gruppe von ca. 10 Personen führen. Doch bevor die eigentliche Nachtwanderung stattfinden konnte, liefen wir erst einmal die Strecke mit Olaf und Christian ab. Wir stiefelten also durch den Wald und kritzelten auf unseren Blöcken herum bis wir zu der Stelle kamen, bei der wir den anderen zum ersten Mal den Sternenhimmel zeigen sollten. Nach ca. einer Viertelstunde kamen wir an eine Kreuzung. Dort standen wir uns dann die Beine in den Bauch, denn unserer Kursleiter wusste nicht genau wo es lang ging. Irgendwann kamen wir dann trotzdem an den „Platz der Plätze“, einer Lichtung, wo nachher auch das Teleskop stehen sollte. Dank unserer tollen Wegskizzen führten wir unsere Leiter wieder sicher zurück ans Eckenberg-Gymnasium. An den kommenden Tagen hieß es dann: Sterne gucken und Sternbilder lernen! Am Freitag, dem Tag vor der Rotation, war es dann endlich soweit. Um Punkt 21.15 Uhr wollte die erste Gruppe, geführt von Steffen und Lennart, losgehen. Leider waren nur etwa 7 Interessenten dabei. Die zweite Gruppe wurde von Tanja und Maren angeführt und siehe da: 16 Leute waren gekommen. Als die zweite Gruppe an der großen Lichtung ankam, war die erste Gruppe noch dabei, den Mond und seine Flecken durchs Teleskop zu betrachten. Also setzten sich die meisten auf Decken und ließen sich die verschiedenen Sternbilder erklären oder schauten den Mond an.

Es dauerte eine Weile bis die dritte Gruppe mit Judith und Barbara zur Lichtung kam. Das lag vielleicht daran, dass die Gruppe einmal falsch abgebogen war. Relativ



Abb. 43: Eine Gruppe beim Betrachten des Sternenhimmels

schnell kam dann auch die vierte Gruppe, von Leopold und Conrad geführt, zur Lichtung. Am meisten Andrang war dann in der letzten Gruppe, die Fabian und Christian führten. Einmal richtig spät ins Bett gehen und die Nachtruhe hinauszögern, das durfte man nicht verpassen! Am Ende waren dann alle wie durch ein Wunder wieder im Eckenberg-Gymnasium. Die Nachtwanderung war ein toller Erfolg. Es hat wirklich sehr viel Spaß gemacht. Nicht nur für die anderen Kursteilnehmer, sondern auch für uns Astros. Wir hoffen, dass der Sternenhimmel mit seinen vielen Sternbildern nun allen Science-Akademikern etwas bekannter geworden ist.

Beobachtungsabende

VON LEOPOLD HÖRBURGER

Der Astronomie-Kurs behandelte dieses Jahr Sterne und Sternbilder. Neben dem Theoretischen wollten wir auch Praktisches lernen, weshalb wir uns vorgenommen hatten, sooft es geht abends Sternbilder anzuschauen. Wir einigten uns darauf, uns immer um 21 Uhr 30 zu treffen. Während der ersten Tage war es aber trotz gutem Wetter am Mittag abends immer stark bewölkt, sodass nichts am Himmel zu erkennen war. Unsere Treffen fanden also am Anfang der Seca nicht statt. Als wir uns schon überlegten, die Sterne mithilfe eines Computerprogramms anzuschauen, hatten wir doch

noch Glück und konnten dank weniger Wolken damit beginnen, uns mit dem nördlichen Himmel vertraut zu machen. Es zeigte sich, dass auch die anderen Akademie-teilnehmer Interesse an unseren Himmelsbeobachtungen hatten und so standen neben uns Astronomen immer auch ein paar andere Leute auf dem Fußballplatz. Während der restlichen ersten Woche waren wir meistens 15 oder 20, höchstens aber 30 Minuten am Werk und lernten die wichtigsten Sternbilder, deren Sterne durch ihre Helligkeit besonders markant sind, wie das Sternbild Großer Wagen, das wohl am einfachsten zu erkennen ist, aber auch einzelne Sterne wie Atair, Wega und Deneb, die zusammen das sogenannte Sommerdreieck bilden. Vom großen Wagen aus kann man eine Vielzahl an Sternbildern beobachten, beispielsweise die große Bäarin, da der große Wagen ein Teil dieses Sternbilds ist, aber auch den zur Orientierung wichtigen Polarstern, den man sehen kann, wenn man die hintere Seite des Wagens fünfmal verlängert. Der Polarstern wiederum ist Teil des kleinen Wagens. Außerdem kann man die Sternbilder Bootes und Jungfrau erkennen, indem man die Deichsel des Wagens bogenförmig verlängert. Dann stößt man auf die Sterne Arktur (Bootes) und Spica (Jungfrau) und kann dadurch die Sternbilder finden. Wichtig ist auch das schon vorhin erwähnte Sommerdreieck. Die Sterne Atair, Wega und Deneb gehören zu den Sternbildern Adler, Leier und Schwan. Der Schwan fliegt mit dem Kopf voraus (Deneb ist die Schwanzspitze) auf das Zentrum der Milchstraße zu, das im Sternbild des Schützen liegt. So und ähnlich könnte man noch eine ganze Weile fortfahren. Man sieht also: man benötigt bestimmte Verknüpfungen zwischen den Sternbildern. Diese muss man oft genug anwenden, damit sie einem automatisch in den Sinn kommen, sobald man die Sternbilder sieht. Nur wer viel beobachtet, kann das schaffen. Und das hat der Astro-Kurs auch getan.

Unsere Exkursion zur Heidelberger Sternwarte und zum Max Plank Institut für Astronomie

JUDITH SAURER UND CONRAD FÜRDERER

Ja, am Donnerstag war es soweit: Endlich würden wir zu einer richtigen Sternwarte fahren und danach noch ein Institut für Astronomie besuchen! Wir freuten uns sehr und waren auch schon ein bisschen aufgeregt. Als wir dann oben auf dem Königstuhl ankamen, empfing uns Frau Dr. Cecilia Scorza. Sie hatte uns schon Tage zuvor bei unserer Kursarbeit begleitet. Es begann mit einer kleinen Führung durch die Anlage, welche 7 Kuppeln und ein Haupthaus umschloss, in dem viele Astronomen arbeiten. Auf dem Gelände der Sternwarte waren kleine Modelle aufgestellt, die die Planeten maßstabsgerecht zeigten. Cecilia erzählte uns zu allen Planeten eine kleine Geschichte: Wusstet ihr, dass der Jupiter uns vor vielen Asteroiden-Einschlägen schützt? Oder dass es auf der Venus Säure regnet? All diese Sachen erfuhren wir, dann wurde uns überhaupt erst bewusst, wie klein wir im Universum sind und wie wunderbar unsere Erde im Grunde ist. Man sah die Natur, die Bäume, Vögel, Blumen und Tiere in einem ganz anderen Licht!

Nach der Führung zeigte uns Cecilia noch das Haupthaus. Es gab ganz viele Bilder von verschiedenen Himmelskörpern, z. B. vom Mond, den Plejaden, den Planeten... Auch von der Milchstraße gab es Bilder. Und in einer Ecke stand ein altes Teleskop. Apropos Teleskop - natürlich waren wir auch in einigen Kuppeln und haben durch ein Teleskop die Sonne beobachtet. Und wir waren in einer Kuppel, von der aus Cecilia schon selbst den Himmel beobachtet hat. Gegen Mittag sind wir dann in eine große Bibliothek gegangen. Die Regale waren hoch und es gab sogar diese tollen Leitern,

die man am Regal entlang rollen kann. Man roch die alten Bücher und den Staub; überall standen große und kleine, dicke und dünne Bücher, auch mit Aufschrieben und Beobachtungen des Sternenhimmels.

Es waren sogar Bücher aus dem 16. Jahrhundert vorhanden!

Wir waren alle sehr beeindruckt.

Dann zeigte Cecilia uns einen originalen Sternatlas von J. E. Bode. Auf jeder Karte waren andere Teile des Himmels aufgezeichnet. Die große Bärin und der kleine Bär, der Schwan, Cassiopeia mit Andromeda, Kepheus und Perseus. Die Karten waren wunderschön.

Als wir damit fertig waren, riefen wir den Pizzaservice an. Der kam zwar etwas später, aber als wir dann unsere Pizzen hatten und diese zusammen mit Herrn Dr. Jakob Staude, dem Chefredakteur der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“ aßen, waren wir alle zufrieden.

Nach dem Essen gingen wir dann zusammen mit ihm in die Redaktion der Zeitschrift. Dort erklärte er uns wie diese Zeitschriften und all die tollen Artikel darin entstehen und dass die meisten Artikel gar nicht von der Redaktion geschrieben werden, sondern von Wissenschaftlern aus verschiedenen Instituten. Die Redaktion fügt lediglich alles zusammen und macht eine interessante Zeitschrift daraus.

Die nächste Station war das Max-Planck-Institut für Astronomie (MPIA). Hier wurden wir von zwei Doktoranden empfangen. Einer von ihnen beschäftigt sich mit der Entstehung von Planeten und hatte gerade das Problem, dass die Planeten unter den von ihm gemachten Annahmen eigentlich gar nicht entstehen können. Er zeigte uns eine interessante Simulation:

Ansammlungen von Staubteilchen bilden den Ursprung möglicher Planeten. Es zeigte sich aber, dass diese Staubteilchen nur bis zu etwa 1m großen Brocken wachsen, dann aber in ihren Stern fallen. Sie können auf diese Weise also nie zu Planeten heran-

wachsen.

Die zwei hielten uns anschließend einen kurzen Vortrag über das MPIA, die Mitarbeiter und deren Aufgaben. Wir erfuhren, dass einige von ihnen schon in Chile waren, denn dort steht die europäische Südsternwarte, die mit Teleskopen mit bis zu 8m Durchmesser ausgestattet ist.

Es folgte ein Rundgang durch das MPIA. Zuerst gingen wir zu der Abteilung adaptive Optik. Dort erklärte uns ein Mitarbeiter das Prinzip der adaptiven Optik: Beim Durchgang des Lichts durch die Atmosphäre kommt es zu Störungen. Mit Hilfe der adaptiven Optik wird versucht diese Störungen auszugleichen. So kann man einen Stern, den man zunächst unscharf gesehen hat, nun schärfer sehen. Uns wurde ein Modell gezeigt, das dort aufgebaut war, aber leider wegen eines fehlenden Teils nicht funktionierte. Dafür sahen wir am Computer einen Film über die Funktionsweise der adaptiven Optik im Teleskop.

Die letzte Station war dann das große und moderne Lernteleskop des MPIA. Bei solchen modernen Teleskopen schaut man nicht mehr durch ein Okular, sondern das Bild wird mit einer Kamera auf einen Bildschirm abgebildet. Das hat natürlich viele Vorteile, aber der Charme des direkten Beobachtens geht leider verloren. An diesem Teleskop fanden auch die Experimente zur adaptiven Optik statt, bevor diese dann bei den großen Teleskopen in Chile eingesetzt wurde. Nach diesem interessanten Tag in Heidelberg ging es mit dem Bus wieder zurück nach Adelsheim.



Abb. 44: Frau Dr. Cecilia Scorza (3. v. r.) zeigt den Mitgliedern des Astronomiekurses das Bruce-Teleskop der Landessternwarte Heidelberg.

Charakteristiken

unser Kursleiter Olaf Fischer:

- immer freundlich und hilfsbereit
- machte überhaupt keinen Stress vor der Abschlusspräsentation, sondern verhielt sich stets angemessen und hilfsbereit und hatte immer ein offenes Ohr für uns

unser Schülermentor Christian Schweizer:

- der einfühlsame Schülermentor
- behält in jeder noch so verzwickten Lage den Überblick
- spendet immer die tröstenden Worte und beruhigt seine Schützlinge

unsere Kursteilnehmer:

Steffen Haun

- von Eichhörnchenimitation bis hin zum Walfischgesang zeigte er uns seine breite Vielfalt an Fähigkeiten
- seine außergewöhnlichen Hobbys: Baumhaus bauen und Herr-der-Ringe-Figuren anmalen und sammeln
- schafft die 21 Liter Eistee in 10 Tagen Astrokurs

Lennart Höhn

- berühmt durch seinen Spruch „ich bin doch nicht fotogen“
- macht Steffen mit dem Eistee Konkurrenz
- eher der Ruhepol der Teilnehmer
- schlägt in passenden Momenten mit seinem Fachwissen zu

Conrad Fürderer

- unser Küken und Nesthäkchen
- verzweifelt an der modernen Technik (Windows XP)

- glänzt dennoch mit außergewöhnlichem Fachwissen

Leopold Hörburger

- der zweite Ruhepol des Kurses
- Dank seiner grandiosen Leistungen bei den Highlandgames trug er zu unserem Erfolg, dem vorletzten Platz, wesentlich bei

Fabian Seger

- spielt hammermäßig Saxophon
- macht die Nacht zum Tag stets um Ordnung und Ruhe in der Truppe bemüht
- immer mit Stellarium und Laptop unterwegs

Tanja Schäuble die herzige Tanja

- immer etwas zu tun und immer etwas zu lachen
- immer hilfsbereit und liebenswert

Barbara Peitz

- brachte alle zum Lachen, vor allem sich selbst

Maren Götz

- kennt mehr Sternbilder als alle anderen, sowie Cello-Noten

Judith Saurer

- immer freundlich und gut gelaunt
- „seid nicht so fies zu Steffen“
- das schwäbische Mitglied unserer Truppe mit dem breitesten Dialekt

Quellen

- Sternbilder und ihre Mythen, Gerhard Fasching
- Geschichte der Astronomie, Jürgen Hamel
- Astronomie in Stein, Rudolf Drößler
- Atlas der Sternbilder, Eckhard Slawik/ Uwe Reichert
- Das neue Guinness Buch der STERNE (Ullstein), Patrick Moore, Harro Zimmer
Verlag: Ullstein, Seiten: 197, 198, ISBN: 3-550-06814-X
- Steinbacher Naturführer Sterne - Erkennen und bestimmen, Andreas Schulz, Verlag:
Mosaik Verlag, Seiten 2, 3, 102, 103, 124, 125, 126, 170, 171
- Spektrum der Wissenschaft: Juli 2005
- Spektrum der Wissenschaft - Astronomie heute
- GEO Themenlexikon Astronomie Band 4/5 Erstaufgabe
- GEO kompakt Nr. 1
- www.lehrerfortbildung.bw.de/akaprojekte/didak/wis/workshop5/info_sternkarte.pdf
- <http://www.wissenschaft-schulen.de/sixcms/media.php/767/keplerrotation.doc>
(5.8.2007)
- http://de.wikipedia.org/wiki/Differentielle_Rotation (6.8.2007)

KURS GENETIK: GENial einfach – einfach GENial ???

Die GENialen TeilnehmerInnen:

Carmen:

Überzeugte in der Theater-KüA als Hexe und als Steinzeitmensch. Im Kurs eher zurückhaltend aber eine echte Stütze. Hervorragende Bootsführerin.

Susanne:

Versorgte uns mit genialen Zeichnungen für die Präsentationen und hat uns im Kurs mit viel Wissen immer wieder auf die Sprünge geholfen. Angeblich nachtragend.

Katharina:

Fehlte am Dokuwochenende. War an der Sommerakademie sportlich und in der Theater-KüA aktiv. Hatte immer gute Laune. Hat sich mit den MolMeds verbündet.

Ramona:

Die Sportskanone. Sie stand jeden Morgen früh auf um zu joggen. Hat gute Vorträge gehalten und war die Größte des Kurses. Auch sie fehlte leider am Dokuwochenende.

Brigitte:

Spitzname Brizi. Fehlte auch am Dokuwochenende. Sie verbrachte ihre Zeit in Ghana. Immer für ein Lächeln gut. Computerfeindlich eingestellt.

Gabi:

Nach eigener Aussage: „Ich bin unkreativ, ich will was essen.“ Erfahren mit Computern. Zeichnet gut und gern und wusste im Kurs auch immer Bescheid. Hat das Gefühl von allen ignoriert zu werden.

Leonie:

Hasst Gabis Computer und er sie. War im Chor aktiv. Spricht viele Sprachen (fünf Fremdsprachen). Besuchte die Chinesisch und Japanisch KüA. Liebt Füllwörter über alles (im Übrigen wohl schon fast). Hat das Prinzip der Benutzung einer Tür nicht verstanden. Ein bisschen verpeilt, aber liebenswert.

Daniel:

Computerspezialist in V(/M)ista. Ist Bayern-Fan. Züchtet Pilze in Saftflaschen in seinem Zimmer. Weiß immer lustige Geschichten zu erzählen. Hat Günther als Biologielehrer. Liebt Pfirsicheistee.

Timon:

Scheint an Farbenblindheit zu leiden (O-Ton: Dieser Frosch ist dann lila, ähhh pink.) Spielte im Impro-Theater sehr überzeugend einen toten Hund. War in der Theater-KüA und in Japanisch und Chinesisch.

Sung-Min:

Hardcore-Spammer, (die Mails von ihm landeten immer im Spam-Ordner). Kein so guter Steuermann wie Carmen. Mag keine Regenbogenfarben in Präsentationen. Hat den

Kurs mit Gummibärchen bzw. Ritter Sport versorgt.

Jonathan:

Immer lustig drauf, Frisur ideal zum Headbängen. Liebt Mohnstangen von Mami. War in der Koch- und Zeitungs-KüA (Früh-aufsteher). Ist „kerngesund“. Kam am Wandertag eine halbe Stunde verspätet an. Gummimensch.

Tillmann:

Mathematiker ehrenhalber, kein ganzer Mathematiker, weil er rechnen kann. Singt gerne und bei jeder Gelegenheit. Tischtennishoffnung des Genetikurses. Sozial engagiert.

Die Leiter:

Günther:

Besitzt eine kryptische winzige Handschrift, AKF (Abkürzungsfreak). O-Ton: Grüne Handschuhe machen sexy! Ist absolut süchtig nach Riesen und hat schon fast die komplette Welt bereist. Hat uns mit seinen Traumreisen jeden zweiten Morgen verzaubert. Hatte immer einen passenden Spruch parat. Leiter der Fledermaus-KüA. Engagierter afrikanischer Tänzer. Am Dokuwochenende überraschend wegen Krankheit nur verkürzt anwesend

Celia:

Fehlte ebenfalls am Dokuwochenende. Nervte uns mit ihren schweren Rätseln, deren Antwort sie oft nicht preisgeben wollte. Leitete die Bärenzählen-KüA unter strenger Aufsicht und unter Abnahme eines Schwurs.

Ronja:

Hat Gummibärchen von ihrer Mama mitgebracht. Jubelnde Torschützlin in der Sport-

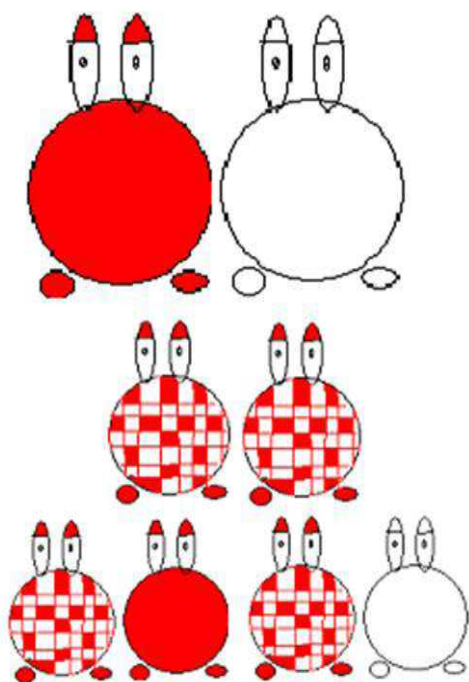
KüA. Rannte überall mit einem Fotoapparat durch die Gegend und kümmerte sich um die DVDs mit Bildern für jeden Teilnehmer.

Das Vorbereitungswochenende

KATHARINA HELWIG, DANIEL FISCH

Ob stundenlang oder in Minutenschnelle, mit Bahn oder Auto, irgendwie haben wir es alle geschafft. Geschafft zu einem Ziel, das uns bis dahin noch unbekannt war. Unwissend was uns erwarten wird, mit vielen Vorstellungen und Erwartungen, nicht nur an die Akademie, sondern auch an Adelsheim selbst. Doch wie schon einmal erwähnt, wir hatten es tatsächlich geschafft und wie sich später herausstellen sollte: zu einer wundervollen, unvergessliche Zeit. Und schon am Anreisetag sollte diese Zeit beginnen. Die Anreise alleine war schon spektakulär: Wie man sich langsam dem Eckenberggymnasium näherte, mit nassen Händen, einem Kribbeln im Bauch, dann endlich ankam, und sein Zimmer bezog. Oder als alle mit verschiedenfarbigen mit Sicherheitsnadeln an der Kleidung befestigten Namensschildern umherirrten. Da diese bei den Genetikern in einem grellen Pink erstrahlten, konnten wir unsere Kursgenossen schon aus großer Entfernung erkennen! An der Tischtennisplatte bildeten sich schon Gruppen, die beim Rundlauf jeweils ihre Leute anfeuerten (natürlich war der Genetikurs immer ganz vorne dabei). Wie wir unseren Kurs kennen lernten? Ja, das fing erstmal mit einem Problem an. Aber nicht, dass wir uns nicht verstanden hätten, nein! Ganz im Gegenteil. Schon in den ersten paar Minuten stimmte die Chemie (hatte natürlich nichts mit dem Chemie-Kurs zu tun ;-)) Das Problem waren Frösche. Jedoch keine lebendigen, sondern vielmehr rote und weiße. Das mag jetzt wohl ein biss-

chen absurd klingen, aber so war es. Zwei Frösche, einer rot, der andere weiß. Diese Kuscheltiere allein waren aber nicht das Problem, eher ihre Nachkommen, denn sie waren rot-weiß kariert. Wer hätte das gedacht? Aber das wiederum war auch noch nicht das ganze Rätsel, denn die nächste Generation Frösche enthielt 2 karierte Frösche, 1 weißen und einen roten.



Erbgang bei rot-weißen Fröschen

Um dieses Problem lösen zu können muss man sich in folgendem Thema gut auskennen:

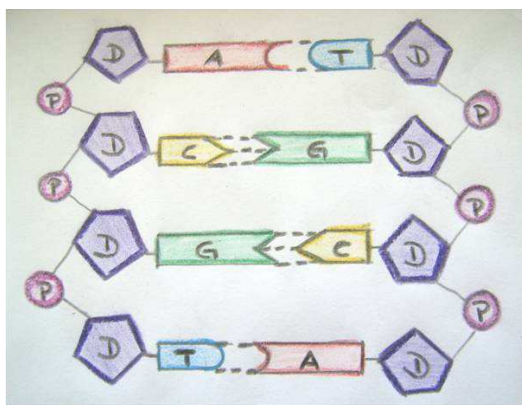
Die Vererbung

Die Vererbung ist in der Biologie die direkte Übertragung der Eigenschaften von Lebewesen auf ihre Nachkommen. Die Übertragung von Fähigkeiten und Kenntnissen durch Lehren und Lernen ist hiervon zu unterscheiden und wird nicht als Vererbung bezeichnet. Der Träger dieser Erbinformation heißt DNA. Die Vererbung verläuft nach festgelegten Regeln, die bereits 1865 von Gregor Mendel entdeckt wurden.

Ein Beispiel: Markus besitzt 46 Chromosomen, wie jeder andere Mensch, 23 von seiner Mutter und 23 von seinem Vater. Sein Körper benutzt aber lediglich 23 dieser Chromosomen. 23 zufällig ausgewählte Chromosomen werden dann an seine Nachkommen weitervererbt. Auf den Chromosomen liegen Gene. Gene sind Abschnitte auf der DNA die verschiedene Eigenschaften kodieren, z. B.: die Augenfarbe. Es kann jedoch sein, dass die Gene unterschiedlich ausgeprägt sind. Diese Ausprägung nennt man Allele. Bei der Augenfarbe gibt es ein Allel für Blau, eines für Braun und eines für Grün. Allele sind nicht gleichwertig, das heißt, dass manche Allele immer ausgewählt werden sobald sie vererbt werden. Diese Allele sind also dominant. Manche Allele sind hingegen rezessiv. Sie werden also nur ausgebildet, wenn beide Allele von Mutter und Vater gleich sind. Außerdem gibt es Allele, die weder dominant noch rezessiv sind. Bei der Augenfarbe wird Braun dominant vererbt, Blau ist rezessiv und Grün steht dazwischen. Markus Mutter hat blaue Augen, man kann also mit Sicherheit sagen, dass sie 2 blaue Allele hat. Sein Vater hat braune Augen. Er hat also das Allel Braun und ein anderes. Markus hat ebenfalls braune Augen. Er hat also von seiner Mutter das Allel Blau und von seinem Vater das Allel Braun bekommen. Es wurde Braun ausgebildet, da dieses Allel dominant ist. Oft sind Erbgänge jedoch nicht so einfach zu erklären, da Allele auch codominant vererbt werden können, also beide gleichwertig sind. Dann entsteht eine Mischung aus beiden Ausprägungen. Um auf das Froschbeispiel zurückzukommen: Bei den Fröschen gibt es ein Gen für die Hautfarbe. Dieses Gen hat 2 Allele, rot und weiß, welche codominant sind. So kann es zu den unterschiedlichen Farbkombinationen kommen. Aber was sind nun eigentlich diese Chromosomen und die DNA?

Die DNA

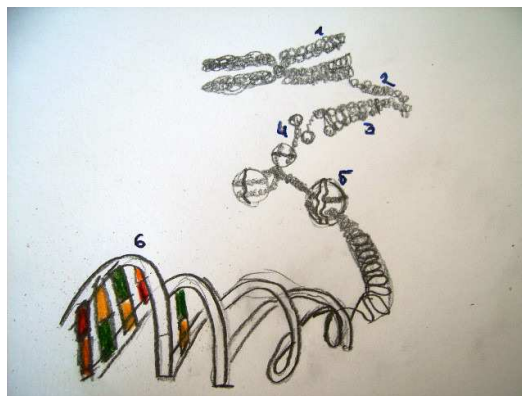
Die DNA ist die Erbsubstanz. Auf ihr ist so zu sagen der Bauplan des Lebens gespeichert, ähnlich wie die Daten auf der Festplatte eines Computers. DNA ist Englisch und heißt Desoxyribonucleinacid und bedeutet dasselbe wie das deutsche Wort DNS - Desoxyribonukleinsäure. Dieser Name verrät eigentlich schon den Aufbau der DNA: Das Rückgrat der DNA besteht aus einem Zucker namens Desoxyribose (D) und einem Teil Phosphatsäure (P). Diese beiden Bausteine wechseln sich immer ab und bilden lange Ketten. Immer zwei Ketten werden zu einer Doppelhelix (Wendeltreppe) verschlungen. Innerhalb dieser Ketten befinden sich die vier Basen. Basen sind winzige Bausteine und heißen Adenin (A), Thymin (T), Cytosin (C) und Guanin (G). Dabei liegen sich immer 2 Basen gegenüber und sind komplementär zueinander, das heißt nur Adenin und Thymin, bzw. Cytosin und Guanin passen zusammen.



Aufbau der DNA

Mit Hilfe der Basenabfolge sind die Baupläne kodiert. Aber diese Baupläne sagen nichts direkt darüber aus wie wir aussehen. Sie geben dem Körper nur die Information wie er die zum Überleben notwendigen Proteine richtig bildet. Proteine sind Stoffe die in einem mehrzelligen Organismus die verschiedensten Aufgaben übernehmen. Sie transportieren zum Beispiel Sauerstoff

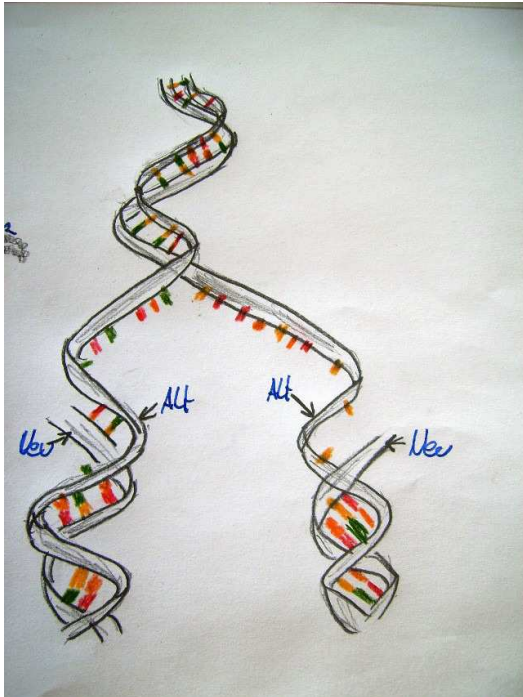
im Blut oder sie helfen als Enzyme (Biokatalysatoren) z.B.: Reaktionen in der Verdauung zu beschleunigen oder sie übertragen als Botenstoffe (Hormone) Nachrichten von Zelle zu Zelle. Proteine bestehen aus bestimmten Grundbausteinen, ähnlich wie bei einem Legospiel. Diese Grundbausteine nennt man Aminosäuren. Wenn Aminosäuren zu längeren Ketten verbunden werden und in eine bestimmte räumliche Struktur gebracht werden, entstehen von diesen Proteinen gibt es ca. 24.000 Stück, und für alle eine vielseitige Anleitung auf der DNA, und das in jeder Zelle. Wenn man die DNA einer einzigen Zelle auf dem Boden ausbreiten würde, wäre sie 2 Meter lang. Natürlich ist in der Zelle nicht so viel Platz. Deshalb wird die DNA platzsparend aufgewickelt. Zunächst werden die Stränge in sich und um Nucleosome aufgewickelt (6+5). Nucleosome sind Proteine. Diese Nucleosome werden ebenfalls aufgewickelt und zu Spiralen verdreht (4+3). Diese Spiralen werden in Form von Chromosomen in der Zelle gelagert (1). Das heißt also, dass die DNA auf Chromosomen sehr stark aufgewickelt ist.



Wie die DNA aufgewickelt wird

Was ist wenn sich die Zelle teilt? Bei diesem sehr häufig vorkommenden Prozess muss die DNA vervielfältigt werden.

Diesen Vorgang nennt man Replikation. Hierbei helfen ebenfalls Enzyme. Sie sind dann so zu sagen die Bastelwerkzeuge des Körpers. Um die DNA zu kopieren muss



Ablauf der Replikation

der Körper zuerst die DNA- Doppelstränge zu Einzelsträngen machen.

Das erste Enzym öffnet dazu den Doppelstrang. Ein anderes ergänzt die so entstandenen Einzelstränge mit DNA - Fertigbausteinen (Nucleotide). Das ist sehr einfach, da die Basen immer komplementär angeordnet sind. Trotzdem entstehen manchmal Fehler, die dann wieder beseitigt werden müssen.

Doch auch das schönste Vorbereitungswochenende ist einmal zu Ende. Jetzt mussten wir uns leider trennen. Doch wir wussten, dass wir uns spätestens in zwei Monaten wiedersehen würden. Aber es standen uns keine genetikfreien Monate bevor, denn wir mussten Arbeitsblätter und Referatsthemen bearbeiten. Ende August war es dann so weit. Am ersten Tag der Sommerakademie trafen wir uns endlich wieder und hatten viele Erwartungen an das bevorstehende Praktikum im BioLab.

BioLab

SUNG-MIN WI, JONATHAN MAYER,
TIMON FIEDLER, TILLMANN WURZ

Es war der erste Dienstag der Sommerakademie und während es die anderen Kurse in ihren Kursräumen mollig warm hatten, fror sich der Genetikkurs hinter der Mensa ein nicht unbedeutendes Körperteil ab. Darum kümmerten sich die Teilnehmer aber nicht, denn ihre Aufmerksamkeit richtete sich auf etwas Anderes. Einen blauen, begehbaren Lastwagen mit der Aufschrift „BioLab“. „GENTRUCK (Bio-Kurs)“ war schon groß und fett auf dem Zeitplan der Sommerakademie geschrieben gewesen, und nun war es soweit. Endlich würden wir herausfinden, was sich in diesem Gefährt mit Ausrüstung im Gegenwert eines Einfamilienhauses befand. Und eins können wir sagen: Es war das Frieren wert! Dieser Truck, der auch als „Rollendes Genlabor“ bezeichnet wird, besucht fast jeden Tag Schulen in ganz Baden-Württemberg. Hier werden Experimente durchgeführt oder mit den Schüler/innen durchgeführt. Wird er gerade nicht so genutzt, fungiert er als kleines Museum.



Hier sieht man das Bio-Lab.

Gesponsert wird das Ganze von der Landesstiftung und Chemieverbänden Baden-Württembergs. Das BioLab gilt als Genlabor der Sicherheitsstufe 1, die geringste Sicherheitsstufe. Mit Erklimmen der wenigen Stufen ins „Innenleben“ des Biolab begann

dann die vielleicht schönste Zeit für uns Genetiker. Von nun an sollten wir in der ersten Woche jeden Vormittag drei Stunden im Biolab auf Tätersuche gehen, Bakterien eine andere Farbe geben und weitere Experimente durchführen. Trotzdem arbeiteten wir nie drei Stunden am Stück, was aber daran lag, dass die Bakterien sich vermehren mussten oder unsere Laborleiter etwas vorzubereiten hatten, nicht an fehlendem Eifer unsererseits. In diesen kleinen Pausen, um die uns die Teilnehmer der anderen Kurse beneideten, zückten die meisten rasch einen Tischtennisschläger und mit Hilfe eines kleinen Balles verbrachten wir die Pausen (wie auch die meiste andere freie Zeit...) mit Tischtennisspielen. Wieder zurück im BioLab und mit Schließen der Glas-tür hinter uns waren wir dann wieder in der kleinen eigenen Welt des Biolabs und mussten erst einmal das anwenden, was wir mit als erstes gelernt hatten: uns korrekt anzuziehen. Für die Arbeit im S1-Labor bedeutete das: Schutzbrille (gab es in grau, kunterbunt und rosa), weißer Kittel und grüne Gummihandschuhe.



der Genetikkurs in voller Montur

So ausgestattet, konnten wir dann an die Arbeit gehen. Dass die Aufgaben normalerweise von Zwölftklässern behandelt werden störte uns wenig. Auch unser Laborleiterteam, das aus drei Biochemikern bestand, hatte keine Probleme, uns den Stoff, der für Oberstufenschüler bestimmt ist, beizubringen. Damit war der Grundstein für eine erfolgreiche Woche gelegt, die es dann auch

wurde, denn die Ergebnisse unserer Experimente waren ordentlich. Neben praktischen Tipps und Anleitungen zu den Experimenten hatten die Laborleiter auch Lebensweisheiten wie „Gentechniker sollten niemals Kaffee trinken“ (zitternde Finger) für uns und erweiterten unseren Horizont so in zweierlei Hinsicht. Auch wenn wir Fragen hatten, standen sie uns zur Verfügung, z.T. mit sehr interessanten Infos. Wusstet ihr zum Beispiel, dass es eine Verdauungsstörung namens Ahornsirup-Krankheit gibt? Unsere eigenen Kursleiter machten sich im BioLab eher rar und kamen höchstens einmal vorbei, um ein paar Fotos zu schießen. Am ersten Tag gab es noch ein Problem: Die stickige Laborluft, die einige von uns einfach nicht gewohnt waren. Die betroffenen Teilnehmer wurden nach draußen gebracht und bekamen etwas zu trinken und schon nach kurzer Zeit waren wir wieder vollzählig. Der Hauptteil unserer Arbeit lag im Pipettieren von Flüssigkeiten in andere Gefäße. Hierdurch konnten wir durch besondere Enzyme z. B. Bakterien DNA aufschneiden oder zusammenkleben. Da das alles aber sehr klein ist, DNA kann man mit bloßem Auge ja nicht erkennen, konnten wir den genauen Vorgang nicht beobachten. Erst als wir am nächsten Tag wieder ins BioLab kamen, die Bakterien also etwas Zeit hatten sich zu vermehren, konnten wir (unter UV-Licht) feststellen, dass sie sich tatsächlich verändert hatten. Sie waren blau. Wir hatten ihnen ein Gen „eingepflanzt“, durch dessen Wirkung die Bakterien eine Blaufärbung bekamen. Bei einem anderen Experiment, dem Mordfall Anna K., wurde das Ergebnis wieder mit UV-Licht sichtbar gemacht. In diesem Fall konnten wir den „Täter“ so überführen. Neben den Experimenten waren natürlich auch die Geräte im Biolab, wie z. B. das „Wasserbad“ (hier konnte man seine Gefäße auf einer genau einstellbaren Temperatur in Wasser lagern) oder der „Vermehrungsapparat“ für DNA sehr interessant. Das Verfahren zur

Vermehrung nennt man Polymerase-Kettenreaktion, über die später noch genau berichtet wird. Im Laufe der Woche haben wir folgende Experimente durchgeführt:

1. Isolierung und Vervielfältigung von DNA
2. DNA-Isolierung von Darmbakterien und Erstellen eines genetischen Fingerabdrucks (dazu später noch etwas mehr)
3. Gentechnische Veränderung und Kultivierung von Darmbakterien
4. Aufreinigung des Grün-Fluoreszierenden-Proteins (GFP)

Alle Experimente führten wir modisch wie technisch korrekt in voller Labormontur durch, wobei wir am Abend zuvor in der Kursarbeit die Theorie durchgenommen hatten. Für uns war das Experimentieren besonders spannend, da vor der Science Academy kaum einer schon im Labor gearbeitet hatte.

Was uns diese eine Woche lang normal vorgekommen ist, nämlich das Arbeiten in einem Labor, war eine sehr seltene Gelegenheit. Zwar dreht der Gentruck wie gesagt in Baden-Württemberg immer wieder seine Runden, aber er schafft es noch lange nicht zu allen Schulen. Und ob wir später mal in unserem Beruf das „Vergnügen“ haben werden in einem Labor zu arbeiten, ist natürlich auch noch nicht klar. Dafür war es für uns umso klarer, dass wir die Zeit im Biolab vermissen würden. Es hatte einfach alles gestimmt, sowohl die Experimente, als auch die „Chemie“ zwischen uns und den Laborleitern.

Als der Gentruck am Samstag der ersten Woche nicht mehr da war, begann für uns zum ersten Mal der normale „Arbeitstag“, wie ihn die Teilnehmer der anderen Kurse bereits eine Woche lang gehabt hatten. Der eine oder andere von uns hing mit seinen Gedanken aber wahrscheinlich trotzdem noch hin und wieder an der Zeit im

Biolab und den dort gewonnenen Erfahrungen. Anders als die Gummihandschuhe werden wir das BioLab an sich vermissen und sagen deshalb noch einmal „Danke“, auch und vor Allem an die Laborleiter, für diese tolle Zeit.

An dieser Stelle jetzt noch etwas für Wissbegierige. Es geht um ein Verfahren, das in vielen Bereichen Anwendung findet, und von dem jeder, direkt oder indirekt, betroffen sind. Die Rede ist von dem Verfahren, mit dem wir beim Mordfall Anna K. den Mörder identifiziert haben, dem: „Genetischen Fingerabdruck“

Zweck: Der genetische Fingerabdruck wird zur Identifizierung von Straftätern, für Vaterschaftstests und zum Nachweis gentechnisch veränderten Lebensmittels verwendet.

Verfahrensschritte:

- Isolieren und Reinigen der DNA
- Polymerasen-Kettenreaktion (PCR)
- Gelelektrophorese

Isolieren und Reinigen der DNA

Um einen genetischen Fingerabdruck z. B. von Blutspuren am Tatort machen zu können, muss aus den Blutzellen zuerst einmal die DNA ohne irgendwelche Verunreinigungen gewonnen werden. Dazu wird in mehreren Schritten mit verschiedenen Lösungsmitteln erst die Zelle zerstört und anschließend werden alle Teile außer der DNA entfernt. Das Ergebnis sind mehrere DNA-Stränge, die vollkommen von anderen Zellbestandteilen gereinigt sind. Allerdings kann man aus mehreren Gründen mit diesen DNA-Strängen noch keinen genetischen Fingerabdruck herstellen: Zum einen ist die Anzahl der DNA-Stücke zu gering, weshalb man die DNA-Probe erst mittels der Polymerasen-Kettenreaktion (PCR) vervielfältigen muss. Zum anderen musste man auch die Größe der DNA-Stücke minimieren.

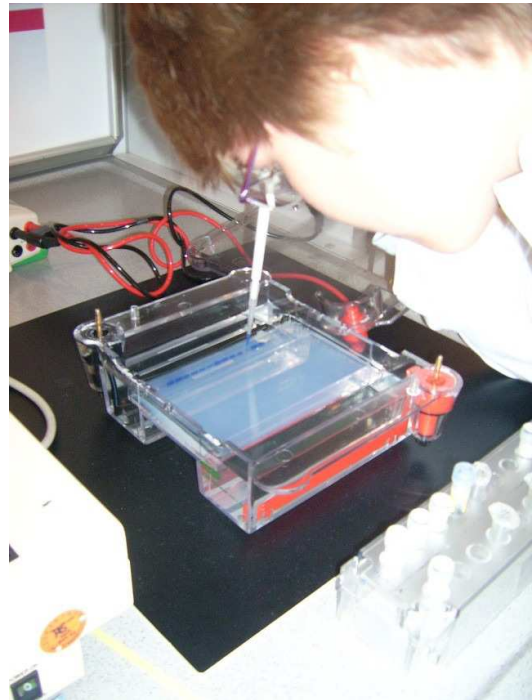
Polymerase - Kettenreaktion

Nach der Isolierung und Reinigung muss die DNA also mit der Polymerase - Kettenreaktion vervielfältigt werden. Dazu wird die DNA-Probe auf 90°C erhitzt, wodurch sich die Wasserstoffbrücken zwischen den Basenpaaren der DNA auflösen und sich zwei Einzelstränge bilden. Anschließend wird die Probe auf 54°C heruntergekühlt, damit sich die sogenannten Primer anlagern können. Primer sind kleine DNA-Stücke mit bestimmten Basenabfolgen und dienen als Ansatzstelle für das Enzym Polymerase. Bei 74°C ergänzt die Polymerase danach mit Nukleotiden die DNA an den durch die Primer eingegrenzten Stücken (bestehend aus einem Phosphatrest, Desoxyribose und einer der vier Basen). So entstehen aus einem riesigen DNA-Strang kleinere Stücke in zweifacher Ausführung. Dieser Ablauf wird bis zu 30mal wiederholt, so dass am Ende, wenn man von einem DNA-Strang ausgeht, bei 30 Wiederholungen 536 Millionen Kopien entstanden sind. Für Proben von verschiedenen Menschen werden dabei immer die gleichen Primer benutzt. Es werden nur solche Primer benutzt, die sich ausschließlich an den Stellen der DNA anlagern, die keine Informationen enthalten, also von der Zelle nicht abgelesen und zur Herstellung von Proteinen genutzt werden. Das ist nötig, weil die codierenden Stellen bei allen Menschen mehr oder weniger gleich sind. Weil immer die gleichen Primer benutzt werden, verschiedene Menschen aber ganz unterschiedliche nichtcodierende Basensequenzen besitzen, haben auch die bei der PCR entstehenden Stücke unterschiedliche Größen, und das macht sich die Gelelektrophorese zunutze.

Gelelektrophorese

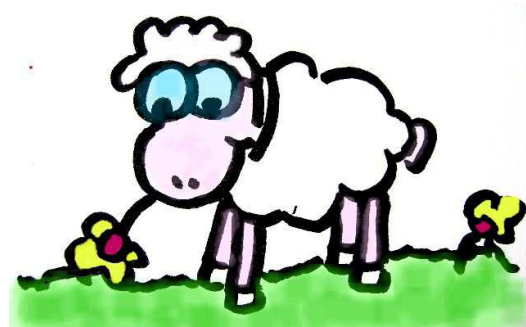
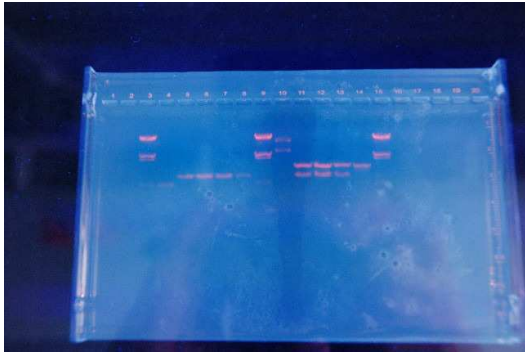
Dieses Verfahren wird angewandt, um aus den entstandenen DNA-Kopien den genetischen Fingerabdruck zu gewinnen. Die mit

PCR vermehrte DNA-Probe wird mit einer unter UV-Licht sichtbaren Farbe durchsetzt und in kleine Vertiefungen, Taschen genannt, in einem speziellen Gel (wir haben Agarose-Gel benutzt), injiziert. Das war gar nicht so einfach, da man die Pipetten Spitze nur ganz behutsam einführen durfte.



Nun wird eine elektrische Spannung an das Gel angelegt. Auf der Seite mit den Taschen liegt der Minus-Pol, auf der anderen Seite der Plus-Pol. Da die DNA negativ geladen ist, werden die DNA-Fragmente der Probe zum Pluspol hingezogen. Hier beginnt die Trennung: Da das Gel eine Art Netzstruktur aufweist, wandern kleinere DNA-Teilchen schneller zum Plus-Pol als größere. Unter UV-Licht betrachtet, sieht man dann die Verteilung der DNA-Stücke. Bei jedem Menschen ergibt sich ein ganz eigenes, für ihn charakteristisches Bild.

Bei einem Kriminalfall werden so DNA - Spuren vom Tatort mit denen der Verdächtigen verglichen. Wenn der Täter darunter ist, sind sein genetischer Fingerabdruck und derjenige der Probe vom Tatort völlig identisch. Somit kann der Täter identifiziert werden.



Nach dem spannenden praktischen Teil folgte der nicht weniger interessante theoretische. Schon am Eröffnungs-Wochenende hatten wir die Aufgabe erhalten, bis zum Sommer einige Kurzreferate vorzubereiten. Diese wurden in den Nachmittagskursen vorgestellt. Die Thematik war weit gefächert, wie z.B. die Zellteilung aber auch Bakteriengenetik und Proteinbiosynthese (Proteinbildung). Auch aktuelle und sehr stark diskutierte Themen wurden aufgegriffen, wie zum Beispiel folgende:

Dolly (* 1997 am Roslin Institute in Schottland)

LEONIE BEYRLE, GABI MROZ

Das berühmteste Schaf der Menschheitsgeschichte

Normalerweise begnügen sich Schafe damit den lieben langen Tag auf ihrer Weide zu stehen und zu fressen, gelegentlich ein majestätisches Blöken von sich zu geben und nebenbei Wolle zu produzieren.

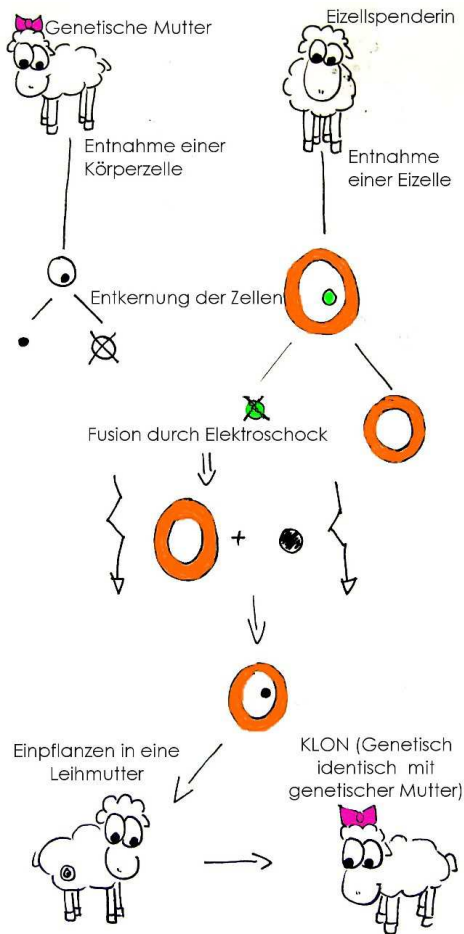
Normalerweise werden Schafe nicht weltberühmt und verursachen keinen riesigen Medienrummel sowie kontroverse Diskussionen über Bioethik. Wie gesagt, normalerweise. Das Schaf, von dem im Folgenden die Rede sein soll, tat genau das. Durch seine bloße Existenz löste es wildeste Spekulationen über Zukunftsszenarien aus und

leitete eine kleine wissenschaftliche Revolution ein. Dieses Schaf war Dolly.

Was macht Dolly so besonders?

Auf diese Frage antworten die meisten Menschen, Dolly sei das erste Lebewesen, das mit der Methode des Kerntransfers geklont wurde. Doch das stimmt so nicht. Es wurden schon früher Tiere - auch Schafe - auf diese Weise geklont, Dolly allerdings war das erste Lebewesen, das aus einer adulten somatischen Zelle geklont wurde. Was das nun schon wieder ist? Und warum das so besonders und bahnbrechend war? Um das verstehen zu können, muss man zunächst einmal mehr über die angewandte Klonmethode wissen: die Kerntransplantation.

Dabei wird dem Schaf, das man klonen möchte, eine Zelle entnommen. Im Fall von Dollys „genetischer Mutter“ war dies eine Euterzelle (also eine Körperzelle, und damit haben wir auch schon das erste ominöse Fremdwort geklärt: Somatisch bedeutet nichts anderes als körperlich, hört sich aber viel besser an). Gleichzeitig entnimmt man einer anderen „Mutter“ (Eizellenspenderin) eine Eizelle, aus der man den Zellkern, in dem sich die Erbinformation der Eizellenspenderin befindet, entfernt. In diese entkernte Eizelle setzt man nun den Zellkern und damit auch die Erbinformation der genetischen Mutter ein. Durch einen Stromstoß werden die Membranen (Hüllen) von Zellkern und Eizelle zum Verschmelzen gebracht. Der dadurch entstandenen Embryo wird noch einige Tage in vitro (d.h. im



Reagenzglas) kultiviert und Gesetz dem Fall, dass er sich viel versprechend entwickelt, einer Leihmutter implantiert, die - wenn alles gut geht - nach ca. fünf Monaten Tragezeit ein Lamm zur Welt bringt, das genetisch mit dem Schaf, das den Zellkern gespendet hat, identisch ist.

So weit so gut . . .

... aber was ist nun eine adulte Zelle und was macht das Klonen mit ihr so schwierig? Das ist so: Bei Zellen kommt es im Laufe ihrer Lebenszeit zu einer sogenannten Differenzierung, d. h. die Zellen spezialisieren sich immer mehr auf ihre ganz eigene Aufgabe; verlieren aber zunehmend ihre Entwicklungspotenz. Zellen in einem jungen Embryo bis zum 4. Tag zum Beispiel haben noch das Potential, sich eigenständig in einen vollständigen, lebensfähigen Orga-

nismus zu entwickeln. In einem älteren Embryo können sie immerhin noch zu allen Zelltypen des menschlichen Körpers werden, aber nicht mehr zu einem eigenständigen Organismus. Zellen aus adultem, also erwachsenem Gewebe schließlich sind meist schon so weit spezialisiert, dass sie sich nur noch zu ganz bestimmten Zelltypen entwickeln können. Jede Zelle enthält den kompletten Bauplan für das jeweilige Lebewesen. Im Laufe der Differenzierung werden aber diejenigen Teile der Erbinformation, die die jeweilige Zelle nicht benötigt, um zu funktionieren, einfach „abgeschaltet“. Das ist vollkommen normal und auch nicht weiter problematisch, wozu braucht schließlich eine Hautzelle, die Erbinfo einer Leberzelle. Wenn man aber aus einer Körperzelle, die schon sehr weit differenziert ist und bei der viele Teile der Erbinfo bereits abgeschaltet sind, einen vollständigen Organismus klonen möchte, wird es problematisch. Gibt es denn keine Möglichkeit die Zelle wieder umzuprogrammieren, so dass alle Teile der Erbinfo wieder „angeschaltet“ sind? Ja die gibt es und genau das ist auch die Erkenntnis zu der Keith Campbell, einer der „Väter“ Dollys, kam und damit dem Projekt zum entscheidenden Durchbruch verhalf. Er hatte sich zu einem früheren Zeitpunkt in seiner Karriere mit Tumoren beschäftigt und in selbigen finden sich oft Zellen, die sich teilweise oder schon vollständig zu Haare, Zähne etc. ausgebildet haben. Diese ausdifferenzierten Zellen haben es geschafft sich zurückzudifferenzieren und zu vollständig anderen Zelltypen zu werden. Wenn tumoröse Zellen dazu in der Lage sind, warum nicht auch die Zellen mit denen man klonen wollte?

Reprogrammierung der Zelle

Und Keith Campbell hatte Recht! Dem Forscherteam am Roslin Institute gelang es tatsächlich, die Zellen zu reprogrammieren und in ihren Anfangszustand zurückzuer-

setzen. Zu erklären wie genau sie dabei vorgegangen sind würde hier aber den Rahmen sprengen. Es sei nur soviel gesagt, dass man bei der ganzen Prozedur sehr genau darauf achten muss, dass die Zellzyklen von Zellkern und Eizelle genau aufeinander abgestimmt sind.

Dadurch war es wieder möglich, aus dieser einen Zelle einen vollständigen Organismus werden zu lassen. Den Anfangszustand, also den Zustand maximaler Entwicklungspotenz nennt man im übrigen Ompipotenz; nur für diejenigen, die gerne eindrucksvolle Fremdwörter lernen, um damit anzugeben.

Probleme bei Dollys Entstehung

Auch wenn es sich im vorangegangenen Bericht vielleicht so angehört haben mag, die Entstehung von Dolly verlief alles andere als reibungslos. Die Forscher haben nicht mal eben eine Eizelle und einen Zellkern genommen und im Vorbeigehen für einen wissenschaftlichen Durchbruch gesorgt. Zur „Herstellung“ von Dolly wurden 277 Embryonen konstruiert, nur 29 von ihnen entwickelten sich gut genug um sie Leihmüttern einzupflanzen. Von den 13 Leihmüttern, denen Embryonen eingepflanzt wurden, wurde nur eine trüchtig. Effizienz ist was anderes! Bevor die technischen Schwierigkeiten, die zu dieser hohen Fehlerquote führen, nicht beseitigt sind, werden dem Klonen im großen Stil nicht nur ethische sondern auch ökonomische Beschränkungen auferlegt sein.

Medienrummel um ein kleines Lamm

Was die Anzahl der über sie verbreiteten Gerüchte angeht kann sich Dolly durchaus mit Nessie messen: Schon kurz nach ihrer Geburt kursierten zum Teil sehr absurde Zeitungsmeldungen. Ein paar Journalisten verbreiteten die Behauptung Dolly sei

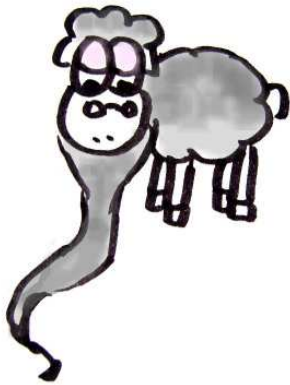


Fleischfresser und verspeise unschuldige, kleine Lämmer, was sie kühn auf die Tatsache zurückführten, dass Dolly als Klon natürlich keine Seele haben könne.



Es gab aber auch ernstzunehmende Fragen, zum Beispiel, die nach Dollys tatsächlichem Alter. Aufgeworfen wurden diese von der Tatsache, dass Dolly schon in jungen Jahren an der typischen Alterskrankheit Arthritis erkrankte und wegen einer Lungeninfektion im Jahre 2003 im Alter von nur sechs Jahren eingeschläfert werden musste. War Dolly frühzeitig gealtert? Oder war sie vielleicht schon mit demselben physischen Alter wie ihre genetische Mutter (also sechs Jahre) zur Welt gekommen?

Addiert man Dollys Alter zu dem ihrer Mutter erhält man 12 Jahre, rechneten uns einige besonders eifrige und clevere Journalisten vor, nicht ohne sofort anzumerken, dass dies durchaus der normalen Lebenserwartung von Schafen entspreche. In der Tat fanden sich an Dollys Erbmateriel gewisse



Merkmale, die eigentlich auf ein weit höheres Alter hindeuteten (Für diejenigen, die es genauer wissen möchten: An den „Enden“ der DNA (Träger der Erbinformation) befinden sich die sogenannten Telomere. Diese verkürzen sich im Laufe des Lebens und können so Aufschluss über das Alter eines Organismus geben. Bei Dolly waren sie deutlich kürzer als erwartet.) Allerdings könnte dies alles auch nur ein Zufall sein und bis jetzt wurden noch keine stichhaltigen Argumente gefunden, die beweisen, dass Dollys Krankheiten darauf zurückzuführen sind, dass sie ein Klon war und neuere Experimente scheinen die Theorie ebenfalls zu widerlegen. Jedenfalls sorgt Dolly auch jetzt, vier Jahre nach ihrem Tod und während sie schon längst ausgestopft im National Museum of Scotland steht, immer noch für Gesprächsstoff.

Hier noch ein weiteres Referatsthema:

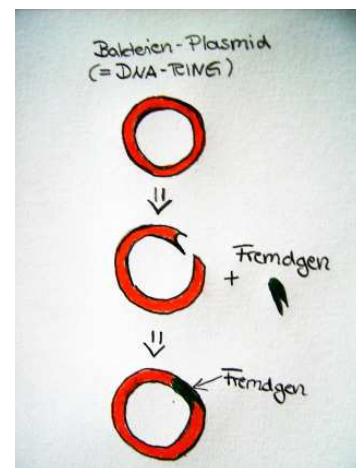
Transgene Lebewesen

BRIGITTE VOIGT, CARMEN KOWARIK

Hamster, die grün leuchten; Mäuse, bei denen Krebs vorprogrammiert ist, Anti-Matsch-Tomaten, Cholera-Bananen, ... - Nein, das ist nicht aus Men in Black 3 entnommen und ja, das gibt's alles!! Aber welche Möglichkeiten gibt es, an unserem Erbgut, bzw. am Erbgut anderer Menschen

oder Lebewesen herumzudoktern??

- Man schaltet Gene aus! Wie? z.B. durch Manipulation oder Hemmung der Regulatorproteine (schalten Gene an oder aus)
- Man schaltet Gene ein! Wie? Ebenfalls durch Regulatorproteine. Paradebeispiel ist die Pille: Sie enthält ein bestimmtes Östrogen, ein Hormon. Hormone sind starke Regulatoren, in diesem Fall wird dem Körper eine Schwangerschaft vorgeschwindelt.
- Zusätzliche Gene einbauen! Wie? Erbgut zielsicher aufschneiden (mit speziellen Enzymen, den Restriktionsenzymen, auch „Genscheren“ genannt, diese schneiden die DNA nur an bestimmten Stellen auf), ein neues Gen einsetzen und mit einem anderen Enzym die Schnittstellen wieder zukleben. Ein Problem ist: Wie bekommt man die veränderte Erbinformation in eine Zelle? Lösung: Man nimmt zum Beispiel Viren als Vektor (=Genfähre). In sie wird das veränderte Erbgut eingebaut. Befallen sie eine Zelle bauen sie in diese einen Teil ihres veränderten Genoms ein.



Definition GVO:

Lebewesen, die in ihrem Genom zusätzliche Gene aus anderen Arten enthalten nennt man gentechnisch veränderte Organismen (GVOs). Menschen zählen dabei jedoch nicht - niemand läuft nach einer Gentherapie mit einem Schild „Achtung! GVO!“ herum. Übrigens: Auch wir vom Genetikurs haben im BioLab einen Organismus gentechnisch verändert: Wir haben einem Bakterium ein LacZ-Gen (zum Milchzuckerabbau) eingesetzt.

Gentechnik in der Medizin:

1. Die somatische Gentherapie

Bei diesem Verfahren wird ein Gen in Körperzellen eingeführt und das Genprodukt soll z.B. den Krankheitsverlauf aufhalten oder verlangsamen. Alles schön und gut, aber eine kleine Sache hört nicht auf Widerstand zu leisten, widersetzt sich dem Imperium der Wissenschaft und weigert sich, gefunden zu werden: Der perfekte Vektor um Gene in verschiedene Zellen, Gewebe und Organe zu befördern. Einer der keine Immunantwort des Körpers heraufbeschwört, sondern nur an die Zielzellen gelangt und auch sonst keine Nebenwirkungen hat.

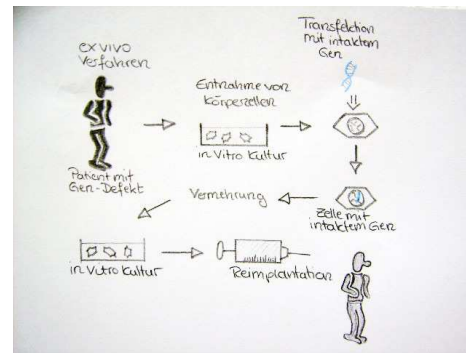
Verfahren

In – vitro – Verfahren:

Dem Patienten werden Körperzellen entnommen, im Reagenzglas vermehrt und gentechnisch verändert. Die Zellen erfüllen jetzt die vorher fehlenden Funktionen. Sie werden dem Patienten injiziert oder reimplantiert.

In – vivo – Verfahren:

Die fehlenden Erbinformationen werden dem Körper des Patienten direkt zugeführt. Vektoren (z.B. Viren), die das Gen enthalten, werden injiziert oder inhaliert.



Anwendung:

- bei Erbkrankheiten (z. B. Bluter)
- bei Krebs (z. B. Hautkrebs)
- bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen
⇒ genetische Änderungen werden nicht zur nächsten Generation weitergegeben.

2. Die Keimbahntherapie:

Nur die Keimbahn, also die Fortpflanzungszellen, geben genetisches Material an die Nachkommen weiter. Diese Therapie ist nicht nur ethisch stark umstritten, sondern birgt auch technische Hürden. Ein einfaches Verfahren:

1. Embryonale Stammzellen (Zellen früher Entwicklungsstadien des Embryos, die noch zu einem ganzen Organismus heranreifen können) werden entnommen
2. Einschleusen fremden Erbguts in diese Zellen
3. Entwicklung der Stammzellen zu vollständigen Organismen

⇒ neu eingeführtes genetisches Material wird zur nächsten Generation weitergegeben

Paradebeispiele für Erfolg und Misserfolg waren 2001 einerseits das Äffchen ANDi.

Er war der erste transgene Primat, bei dem JEDE Körperzelle ein Fremdgen trug. Es war das Gen einer Qualle, das das GFP (=grün fluoreszierendes Protein) codiert. Doch leider war es in ANDi nicht aktiv



(er leuchtete also nicht grün)... Andererseits zeugt Jesse Gelsinger, der während eines klinischen Versuches zur somatischen Gentherapie starb, von der zerstörerischen Kraft der Gentechnik. Sein Tod konnte klar auf die zugegebenen viralen Vektoren zurückgeführt werden.

Transgene Mikroorganismen:

Transgene Mikroorganismen sind z. B. gentechnisch veränderte Bakterien, die zur Herstellung verschiedener Substanzen wie Antibiotika, Insulin oder Vitaminen verwendet werden.

Transgene Tiere:

Nicht nur in der Medizin gibt es ein großes Anwendungsspektrum für die Gentechnik. Auch mit dem Erbgut von Tieren kann man viel anstellen. Durch Plasmide (=Bakterien-DNA-Teile, die von den Bakterien regelmäßig ausgetauscht oder weitergegeben werden) als Vektor werden Fremdgene in die befruchtete Eizelle eines Tiers eingebracht und diese dann scheinchwangeren Muttertieren implantiert. Die Muttertiere bekommen transgene Nachkommen (Keimbahntherapie). Hier einige Beispiele, die einerseits das Herz jedes Laboranten oder Mitarbeiter der Pharmaindustrie höher schlagen lassen, andererseits jeden Greenpeace-Aktivisten aufschreien lassen.

„Knockout“-Mäuse:

Hierbei wurden Gene ausgeschaltet. Das Resultat sind z. B. Fettmäuse oder Krebsmäuse.



Das Prinzip ist einfach: Was passiert, wenn ich welches Gen ausschalte? Oder: Testen von Medikamenten an den kranken Mäusen, etc.

Transgene Tiere zur Medikamentenproduktion:

Vor allem milchgebende Tiere sind dafür geeignet. Der gesuchte Stoff wird nur im Euter produziert. Aufgrund der Keimbahntherapie sind auch die Nachkommen transgen. So werden bereits ganze transgene Herden erzeugt, bei denen die Milch Bestandteile eines Medikaments enthält.

Xenotransplantation:

Tiere dienen als Ersatzteillager für diverse Organe. Besonders an Schweinen wird diesbezüglich geforscht, da viele Organe die gleiche Größe und Form wie beim Menschen besitzen. Primaten werden aus ethischen Gründen (noch) nicht für die Forschung eingesetzt. Außerdem besteht die Gefahr, dass sich der Mensch an Infekten der verwendeten Primaten ansteckt.

Ausflug nach Heidelberg

RAMONA ROLLER, SUSANNE DOMSCHKE

Es war Donnerstagmorgen, genauer gesagt 8:00 Uhr. Auf dem Gelände des LSZU schienen alles friedlich zu sein. Die kühle Luft und der eisklare Himmel versprachen einen schönen sonnigen Tag, welcher sich auch durch den Gesang der Vögel ankündigte. Alles schien daher nach einem ganz normalen Tag auf der Science Academy auszu- sehen. Wie gesagt ... es schien. Doch die Idylle wurde durch ein fremdes Geräusch gestört: Unten am Wendezirkel knatterte lautstark der Motor eines Reisebusses. Wie ein nervöses Rennpferd ohne Jockey vor seinem wichtigsten Rennen stand er da, wartete auf seine Insassen, um endlich losfahren zu können. Aber wo waren die „Jockeys“? Eine Gruppe im Halbschlaf versunkener Jugendlicher schlenderte über den Parkplatz. Die Augen waren noch fast geschlossen, der Geist im Standby Zustand. Hier und da fiel mal ein Satz, ein Lachen. Manche der müden Augen warfen sehnsuchtsvolle Blicke zur Mensa. Ja, da würden sie jetzt normalerweise sitzen, einigermaßen wach und gemütlich frühstückend. Doch heute war nicht „normalerweise“. Heute waren sie da schon gesessen, allerdings bereits um 7:15 Uhr. Mit „sie“ sind die Teilnehmer der Kurse Astronomie, MolMed und Genetik gemeint, welche an diesem Donnerstag zu einer Exkursion nach Heidelberg aufbrachen, um dort ihre Kursarbeit im Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) bzw. an der Landessternwarte Heidelberg vertiefen zu können. Endlich waren alle am Bus angekommen. Das Rennpferd, dessen Adrenalin ihm eigentlich schon aus den Ohren raus tropfen müsste, konnte jetzt starten. Die Fahrt verlief alles in allem sehr angenehm - zumindest für die Mitfahrer. Der Busfahrer wurde hingegen von manchen Kursleitern als wandelndes Straßenverlaufslexikon missbraucht. In Heidelberg

angekommen verabschiedeten sich die MolMeds, um vor ihrem Besuch im DKFZ noch das Heidelberger Schloss zu besichtigen. Kurz vor 10 Uhr fuhr der Bus dann auf das Gelände des DKFZ. Endstation für die Genetiker. Da die Astros erstmal 20 Minuten zur Sternwarte hochtuckern mussten, die MolMeds sich immer noch das Schloss anguckten, das jeder (oder zumindest fast jeder) ohnehin schon kannte und der Genetikkurs sowieso der beste Kurs ist, begleiten wir doch die Genetiker bei ihrem Exkursionstag: 10:00 Uhr. Nachdem wir alle die Toilette einer echten Forschungseinrichtung benutzt hatten und deren Kaffeemaschinen - Armada gesehen hatten, begaben wir uns in den Seminarraum, wo wir einen Vortrag zu Krebs, speziell zum Gebärmutterhalskrebs, hören würden. Wenig später kam auch schon der Referent: Professor Gissmann. Nach einer kurzen Einführung zum Thema Krebs im Allgemeinen, in der seine Ursachen sowie seine Entstehung geklärt wurden, widmete sich Professor Gissmann dem Gebärmutterhalskrebs. Dieser wird durch ein Virus (HPV-humanes Papillomvirus) ausgelöst, indem er die Apoptose (programmierter Zelltod) in der befallenen Zelle ausschaltet, die zelleigene Krebsvorbeugung wird also gestört. Deshalb können sich aus diesen Zellen Tumoren entwickeln. Daher stellte Herr Gissmann dem ein Verfahren zur Krebsfrüherkennung vor, welches er auch zugleich als sehr positiv bewertete. Dazu werden Zellen aus der Scheide entnommen, abgestrichen und auf Missbildungen (Dysplasien) untersucht. So entdeckte Tumore können dann mechanisch entfernt werden. Während des Vortrags betont Professor Gissmann immer wieder die Wichtigkeit der Impfung, was wohl auch damit zusammen hängt, dass er und sein Team den Impfstoff gegen HPV am DKFZ mitentwickelt haben. Auf jeden Fall lobte er Impfungen sehr und erklärte uns auch gleich die Herstellung sowie die Wirkungsweise des apathogenen, also

Tot-Impfstoffes gegen HPV. Die Hülle des Virus mit ihrer Oberflächenstruktur nennt man Kapsid. Sie besteht aus Kapsomeren, welche wiederum aus fünf Molekülen aufgebaut sind. Diese Hülle wird künstlich hergestellt, wirkt aber auf das Immunsystem genau so wie ein echtes Virus. Verabreicht man dem Körper nun diese Virus-Kopien, bildet das Immunsystem Antikörper. Die „Viren“ können für den Körper aber nicht gefährlich werden, da sie nur Proteinhüllen sind, also keine Virus-DNA enthalten. Bei einer echten Infektion kann das Immunsystem sofort Antikörper aussenden und die Viren bekämpfen. Neben dem Verlauf des Testverfahrens einer Impfung, informierte uns Professor Gissmann außerdem über die Maßnahmen, welche zu treffen wären, um ein Virus auszurotten. Er betonte, dass die Impfung nur 70-80 prozentigen Schutz bietet, da sie nur gegen die 2 häufigsten HPV-Erreger wirkt, und somit die Krebsvorsorgeuntersuchung trotzdem unverzichtbar sei.



Darüberhinaus sprach er sich für Impfungen beider Geschlechter aus, da diese HPV hauptsächlich durch Geschlechtsverkehr übertragen werden. Nach einer kurzen Frageunde und Diskussion wurden wir von zwei Doktoranden, Kristina und Markus, abgeholt, welche uns die Arbeitsweise in der Forschung näher bringen sollten. Nachdem alle sicherheitsgerecht eingekleidet waren, ging es hoch zu den Labors.



Neben Lagerräumen für Bakterien, Zellen und Co. wie den 37°C-, 4°C- und 20°C-Räumen, zeigten Markus und Kristina uns einen Behälter mit Flüssigstickstoff, der ebenfalls zur Aufbewahrung der zu erforschenden Stoffe dient. Darüberhinaus war es uns sogar möglich, in die Labore der Sicherheitsstufe 3 zu lugen, in denen mit infektiösen HI-Viren gearbeitet wird. Aufgrund der Sicherheitsvorschriften wurde uns angehenden Forschern der Zutritt zum S3-Labor leider verwehrt. In zwei Gruppen wurden wir in die Forschungsarbeit der S2-Labore eingeweiht. Hautnah konnten wir die Forscher und deren Arbeitsplätze erleben und uns von unseren Führern Fragen zu deren Arbeit beantworten und erklären lassen. Insgesamt waren wir von der Atmosphäre in den Labors überrascht. So locker hatten sich die wenigsten die Arbeitsweise vorgestellt. Bei Musik aus dem Radio und offenem (!!!) Schutzkittel den Computer HPV-DNA in Gewebeproben nachweisen zu lassen, stimmte nicht ganz mit unseren Erwartungen überein. Doch letztendlich gestanden wir uns dann doch ein, dass jemand, der erforscht, ob HPV ein Mitverursacher des schwarzen Hautkrebs ist, nicht den ganzen Tag nur den Computer arbeiten lassen kann! Nach dem dreistündigen Aufenthalt im DKFZ wurde eine Merci-Packung an Kristina und Markus überreicht und unser Kurs steuerte auf den Ausgang zu. Draußen war, wie der Morgen es schon angekündigt hatte, ein herrlicher Tag. Der Fotofanatiker Günther nutzte natürlich die Gunst der Stunde und ließ zum Gruppenfoto aufstellen.

Danach knurrte auch beim letzten Genetiker der Magen, so dass sich unsere Truppe in Richtung Bäcker aufmachte. Dort deckten wir uns dann mit Fressalien ein und schlenderten anschließend zum Neckar. Unter einer schattenspendenden Trauerweide auf der Wiese wurde dann gerastet. Bei Brötchen, Süßigkeiten und Günthers Trockenobstrunden konnte sich jeder entspan-

nen. Um 14:15 waren dann Celias, Günthers und Ronjas Verhandlungsstrategie gefragt. Alle befanden sich beim Bootsverleih und die drei oben Genannten versuchten auf ihre charmanteste Art den Bootsbesitzer von einem Gruppenrabatt zu überzeugen. Der anfangs noch nicht kompromissbereite Mann wurde von unseren Leitern dann letztendlich weichgeklopft und ermäßigte den Fahrpreis. Wir alle waren glücklich und stiegen in vierer- bzw. dreier-Gruppen in die Tretboote. Dann wurde gestrampelt. Obwohl jede Gruppe ein anderes Ziel auf dem abgegrenzten Fahrbereich des Neckars verfolgte (Wettrennen, Fotos machen, Enten erschrecken, etc.) vereinte uns doch alle etwas: Die Tatsache, dass wir uns zwar das Blatt mit den Verhaltensregeln durchgelesen hatten, aber uns nicht daran hielten.



So sah man wenige Minuten später filmreife Tretbootkollisionen oder Uferabstände, die eine wesentlich geringere Entfernung aufwiesen als die vorgeschriebenen 10 m. Es wurde natürlich viel gelacht, gesungen, geknipst und nass gespritzt. Die prachtvollen Häuser wurden mit Neid bewundert, ein Boot rauschte geradewegs in den Uferbewuchs hinein (unsere Steuerung hat nicht mehr funktioniert) und jeder reckte seine Nase der Sonne entgegen. Nach einer Stunde schließlich war der Spaß vorbei und wir befanden uns trockenen Fußes wieder an Land. Da uns bis zur Busabfahrt noch fast 3 Stunden blieben, machten wir uns zusammen in Richtung Stadtmitte, zur Shoppingmeile auf. Celia erzählte vom Heidelberger

Zuckerladen und versicherte, nachdem jeder traurig gemeint hatte, noch nie etwas von ihm gehört zu haben, dass es ein Muss sei, den Zuckerladen kennen zu lernen. Kurzerhand konnte sie alle für den Laden begeistern und versprach, uns hinzuführen. Auf dem Weg erfuhren wir die kuriossten Geschichten über den als Zahnarztpraxis getarnten Zuckerladen. Nach mehreren Anläufen, einem Besuch in jeder Gasse und Straße abseits der Fußgängerzone, und einem verzweiferten Anruf bei Celias Freundin, erreichten wir endlich den Zuckerladen! Die Eingangstür wurde weit aufgerissen und unsere Gruppe von 15 Leuten stapfte, sich neugierig umguckend, in den Laden. „Tüüür zu!“, brüllte es da schon von der anderen Seite der Ladentheke – die erste Bekanntschaft mit dem Ladenbesitzer! Die 10 nächsten sollten bald folgen! Nach einer Standpauke, dass wir doch gefälligst grüßen sollten, wenn wir hier reinkämen, schnauzte er Ronja an, die aus Versehen das „Bitte keine Fotos machen“ – Schild übersehen hatte. Nachdem wir den ausdrucksstarken Worten des Ladenbesitzers gelauscht hatten und vor Schreck zu Salzsäulen erstarrt waren, da die Realität wieder einmal nichts mit unseren Vorstellungen gemein hatte, nahmen Gestik und Mimik des Besitzers nettere Züge an und er verteilte kurzerhand eine Runde Cola-Lollies mit Zitronenpulver im Inneren. Während wir still und schweigsam an unseren Lollies rumlutschten, erzählte der Ladenbesitzer von der Philosophie und der Geschichte des Zuckerladens. Jenen Zuckerladen kann man sich wie eine Mischung aus Hexenlabor, Räuberhöhle, Ramschladen, Fußballfanshop und Süßigkeitenparadies vorstellen. Die Regale, die Wände und der Tresen sind aus dunklem altem Holz. Jedes bisschen Platz wird genutzt, es gibt keine Lücke in den Regalen. Sofort hat man den Eindruck, als ob es sich hier um ein vergessenes Warenlager handeln könnte, dreckig mit Spinnenweben in allen Ecken. Doch weit gefehlt! Bei ge-

nauerem Betrachten würde selbst Sherlock Holmes kein Staubkörnchen entdecken. Der Laden ist wirklich sauber. Der Ladenbesitzer mag vielleicht auf den ersten Blick für die meisten unfreundlich ausgesehen und eine abschreckende Wirkung gehabt haben, doch ein Teil seines Verhaltens rechtfertigte sich, nachdem man ihm eine Weile zugehört und seine Worte auch verstanden hatte. Danach stellte er den Teilnehmern noch ein Würfelspiel vor, welches er immer an der Kasse mit seinen Kunden spielt. Gewinnt er, purzelt die Ehre des Kunden auf die letzte Treppenstufe eines Hochhauses. Gewinnt der Kunde, darf dieser sich in einem Kasten neben der Kasse eine weitere Süßigkeit umsonst aussuchen. Das sei dazu gesagt: Das Spiel basiert auf Glück und wirklich nur auf Glück! Nach diesem lehr- und erfahrungsreichen Besuch des Zuckerladens, teilten wir uns in 3 Gruppen auf und schlenderten die verbleibenden zwei Stunden noch durch die Fußgängerzone. Um 18:00 Uhr fanden sich dann alle am Neckar- Münzplatz ein. Von da aus ging's mit dem Bus weiter zum DKFZ, um die MolMeds abzuholen. Anschließend fuhren alle hoch auf die Sternenuarte, damit die Astros auch noch eingesammelt werden konnten. Die Rückfahrt glich der Hinfahrt zu 99 Prozent. Alle waren müde, außer den MolMeds, die irgendwie mehr Power zu haben schienen, und es wurde ein Extrastop am Rewe eingelegt. Schließlich, um 20:30, trafen wir und die anderen Kurse auf dem Eckenberg ein und machten sich auf den Weg zu unseren Zimmern. Unten im LSZU2 stand sogar noch ein spätes Abendessen für die Exkursionsteilnehmer bereit: Kalte Pizza. Für den einen ekelerregend, für den anderen ein Hoffnungsschimmer, den knurrenden Magen zu beruhigen.

An diesem Abend fielen wir alle müde, aber zufrieden in unsere Betten. Ein erlebnisreicher Tag ging zu Ende.

Schluss

JONATHAN MAYER, TIMON FIEDLER

Genetik - die Technologie der Zukunft. Ein enormes Potential steckt in diesem Bereich der Naturwissenschaften, von dem sich erst ein kleiner Teil den Menschen erschlossen hat. Doch auch in zwei Wochen konnten wir uns nur oberflächliche Einblicke in die beständig wachsende Welt der Genetik verschaffen. Es war einfach großartig für uns, dass sich uns Möglichkeiten wie die Arbeit in einem Genlabor eröffneten, was durch das fantastische Umfeld der Science Academy abgerundet wurde. Genetik ist heutzutage ein eher problematisches Thema: Viele Leute lehnen sie ab, ohne sich je wirklich eingehender mit ihr beschäftigt zu haben. Sicher ist Vorsicht bezüglich der Gentechnik angebracht, denn in den falschen Händen könnte sie in naher Zukunft eine schlimme Waffe darstellen. Umso besser war es, dass wir im Kurs sachlich und unvoreingenommen an die Genetik herangegangen sind, weder wurden Fakten beschönigt, noch hysterisch reagiert und ablehnend bewertet. Wir haben die Genetik zwar wissenschaftlich betrachtet, jedoch auch die ethischen Aspekte diskutiert und die Problematik behandelt. Zuletzt sahen wir uns am Doku-Wochenende ernsthaften Problemen gegenüber: Nicht nur drei von zwölf Teilnehmern fehlten, sondern auch unsere beiden Leiter Günther und Celia waren krank, sodass Ronja kurzum von einer Mentorin zur einzigen Kursleiterin befördert wurde. Daher an dieser Stelle noch mal ein besonderer Dank an Ronja für ihren Einsatz und ihr Durchhaltevermögen. Wir danken hiermit auch allen, die uns diese wunderbaren Erfahrungen ermöglicht haben und wünschen Leitern wie Teilnehmern alles Gute und ein baldiges Wiedersehen. Es waren zwei GEEENiale Wochen für uns!!!

Genetik rocks!



KURS KRYPTOGRAPHIE: *Xelcgbtencuvr zvg Wnin*

Mathematische Verschlüsselungssysteme und ihre Algorithmen

Einleitung

JOHANNE EBEL, JOHANNA LÖHLEIN

Wir, Schüler der 8. und 9. Klasse, aus ganz Baden-Württemberg, kamen voller Erwartungen und sehr gespannt zur Science Academy. Wir interessieren uns alle für Mathematik und wollten wissen was wir im Kryptographiekurs lernen würden.

Wir, das sind:

Alexander Bradl, 14 Jahre alt, kommt aus Schriesheim und hat den Berufswunsch Patentanwalt.

Johanne Ebel, 15 Jahre alt, kommt aus Widdern und hat den Berufswunsch Journalistin oder möchte etwas in Richtung Medizin machen.

Sandra Hofmann, 16 Jahre alt, kommt aus Schwaikheim und will etwas im Bereich Technik machen.

Lena Kliesch, 16 Jahre alt, kommt aus Ladenburg und will eventuell Apotheke-
rin oder Hotelmanagerin werden.

Johanna Löhlein, 15 Jahre alt, kommt aus Gammelsbach und hat den Berufswunsch Physiotherapeutin oder Ingenieurin.

Aron Philipp, 14 Jahre alt, kommt aus Zell im Wiesental und will später eventuell als Steuerberater arbeiten.

Patricia Quellmalz, 16 Jahre alt, kommt aus Cleebronn und will eventuell Mathematik studieren und vielleicht im Bereich Bank- Versicherungswesen arbeiten.

Tomma Radlow, 15 Jahre alt, kommt aus Friedrichshafen und möchte vielleicht als Autorin arbeiten.

Jan Philipp Rehner, 14 Jahre alt, kommt aus Sindelfingen und würde gerne im EDV-Bereich oder im Ingenieurwesen arbeiten.

Jonathan Striebel, 16 Jahre alt, kommt aus Bühl und könnte sich vorstellen im Bereich Musik oder Naturwissenschaften in Verbindung mit Informatik zu arbeiten.

Saskia Voß, 15 Jahre alt, kommt aus Deizisau und würde gern Raumfahrtsingenieurin oder Mathematikerin werden.

Alexander Wenz, 16 Jahre alt, kommt aus Kehl und will Journalist werden.

Wir begannen unsere Kursarbeit mit einfachen Verschlüsselungsverfahren wie Cäsar- und Vigenère-Verschlüsselung und fuhren mit XOR- und RSA-Verschlüsselung fort. Wir lernten einiges über die Programmiersprache Java und arbeiteten auch damit. Außerdem beschäftigten wir uns mit schwierigen und komplexen Beweisen. Zum Beispiel haben wir alle mathematischen Sätze

bewiesen, die zum Verständnis der RSA-Verschlüsselung nötig sind.

Dies sind alles Untergebiete der Kryptographie (gr. *kryptos*: „verstecken“, *graphie*: „schreiben“). Hierbei geht es darum geheime Nachrichten sicher und unentdeckt zu ver- und entschlüsseln.

Die Kursarbeit war zwar manchmal sehr anstrengend, hat aber immer viel Spaß gemacht, wir haben ausgiebig diskutiert und viel gelacht ;). Insgesamt war die Atmosphäre sehr schön. Bei Problemen halfen wir uns gegenseitig und konnten so relativ stressfrei arbeiten.



Grundbegriffe

TOMMA RADLOW, ARON PHILIPP

Es gibt immer einen Sender, der eine Nachricht weitergeben will, und einen Empfänger der Nachricht, welcher den Text lesen will. Der Sender will dem Empfänger eine Nachricht (Originaltext) zukommen lassen, ohne dass ein externer Dritter diese lesen kann. Dazu einigen sich Sender und Empfänger auf einen gemeinsamen Schlüssel und einen Verschlüsselungsalgorithmus. Diese sind in der Regel öffentlich bekannt. Trotzdem sollte im Idealfall ein Dritter, welcher die Information abfangen will, nach dem Verschlüsseln den dabei entstandenen Geheimtext (Chiffre) nicht lesen können. Nur der Empfänger kann mithilfe des richtigen Schlüssels den Originaltext zurückgewinnen.

Nutzen

Die Kryptographie ist aus dem modernen Leben nicht mehr wegzudenken.

Wie vielseitig und doch unbemerkt Kryptographie heutzutage eingesetzt wird, wurde auch uns als Kryptographiekurs erst richtig klar, als wir Besuch vom IT-Sicherheitschef der Deutschen Bank, Herrn Esslinger, bekamen. Er hielt uns einen hochinteressanten und äußerst informativen Vortrag. Dabei erfuhren wir unter anderem, dass Banken ohne Kryptographie nicht mehr auskommen, weshalb sie oft Angestellte beschäftigen, welche nur für die Datensicherheit zuständig sind. Den Banken liegt – sowohl in ihrem eigenen als auch im Interesse der Kunden – daran, ihre Daten geheim zu halten. Außerdem sind sie laut Gesetz dazu verpflichtet. Denn in der modernen Zeit wickeln Millionen Menschen auf der ganzen Welt ihre Geschäfte übers Internet, also via Online Banking, ab. Eine Bank oder ein anderes Institut muss also gewährleisten, dass die Daten sicher übertragen werden und kein Dritter an die Informationen ge-

langt.

Der Nutzer authentifiziert sich erstens mit seinem Namen und seinem Kennwort; außerdem erhält er auch noch eine TAN (Trans-Aktions-Nummer). Nur der Kunde und die Bank sind in Besitz dieser Nummern. Nun kann der Kunde mit Hilfe dieser TAN seine Buchung verschlüsseln und nur die Bank ist fähig diese wieder zu entschlüsseln. Die Trans-Aktions-Nummern werden dem Kunden meist per Post zugesandt. Die TAN verfällt nach einmaligem Gebrauch. (siehe One-time-pad)

Auch bei der alltäglichen Internetnutzung gibt es das so genannte SSL (Secret Sockets Layer), bei welchem der Browser sowie der Server einen Schlüssel aushandeln, den sie dann zur verschlüsselten Kommunikation benutzen – alles vollautomatisch, ohne, dass der Benutzer etwas davon mitbekommt.

Ähnlich funktioniert das Telefonieren mit dem Handy: Während die Kommunikation zwischen Handy und Basisstation unverschlüsselt geschieht, wird die zwischen den Basisstationen ausgetauschte Information verschlüsselt. Das Ver- und Entschlüsseln geht ohne merkliche Verzögerung vonstatten.

Steganographie

TOMMA RADLOW, JOHANNE EBEL

Bei der Steganographie (griechisch: stegánós = schützen und graphéin = schreiben) wird die Botschaft versteckt, so dass Unbefugte von ihrer Existenz nichts wissen sollten. Die Steganographie ist ein altbekanntes Verfahren, das bereits in der Antike angewendet wurde. So rettete die Kunst der Steganographie bereits Griechenland vor der Eroberung durch Xerxes, König der Perser. Xerxes plante einen Überraschungsangriff gegen die Griechen, doch Damartios, ein im persischen Exil lebender Grieche, erfuhr von der Aufrüstung der Perser und

warnte die Griechen vor der Invasion Xerxes. Er schaffte es mit einer List, seine Botschaft unentdeckt zu übermitteln, indem er das Wachs von einer Schreibtafel abkratzte, die Nachricht ins Holz hinein ritzte und das Wachs wieder darüber goss. Die unauffällige Tafel gelangte über die Grenze nach Griechenland. Die Nachricht wurde von den Griechen entdeckt und sie konnten sich auf den Krieg vorbereiten, somit schlug der Überraschungsangriff fehl.

Wir haben uns im Kurs ebenfalls mit Steganographie beschäftigt: Dazu verwendeten wir ein Programm, das die Buchstaben der Botschaft jeweils so codiert, dass sie einzelne Pixel eines Bildes verändern. Die Veränderungen stören den Gesamteindruck des Bildes nicht. Zum Entziffern vergleicht unser Programm nun das veränderte Bild mit dem Originalbild und kann so die versteckte Botschaft sichtbar machen.

Wir haben mit diesem Programm gearbeitet und uns gegenseitig Botschaften geschickt. Eine Botschaft ist jedoch nur so lange sicher, solange sie unentdeckt bleibt. Man könnte sie zur Sicherheit noch verschlüsseln... Steganographie und Kryptographie sollte man nicht verwechseln. Sie sind als eng verwandte Wissenschaften zu sehen, haben jedoch verschiedene Ansätze, dem Empfänger eine Information zu übermitteln.

„Java ist ganz toll“,

muss man jeden Buchstaben im Alphabet um z. B. 3 Stellen nach rechts verschieben, wobei diese Verschiebung den Schlüssel angibt.

Beispiel:

Originaltext: javaistganztoll

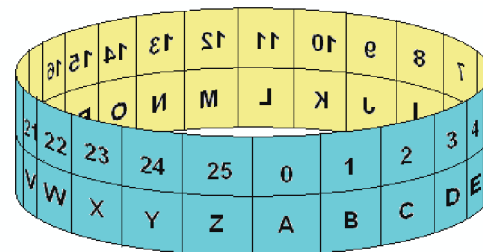
Schlüssel: 3

Geheimtext: MDYDLVWJDQCWSOO

Um es wieder zu entschlüsseln, verschiebt man jeden Buchstaben des Geheimtextes wieder, hier um 3 Stellen, zurück.

Um das ganze rechnerisch zu lösen, ordnen wir zuerst jedem Buchstaben des Klartextalphabets eine Zahl zu: a wird zu 0, b zu 1, ... und z zu 25. In unserem Beispiel wird j zu 9. Nun addieren wir dazu unseren Schlüssel 3 und erhalten die Zahl 12, was den Buchstaben M entspricht.

Allerdings wird es beim Verschlüsseln des Buchstaben z (=25) problematisch, da wir als Ergebnis 28 herausbekommen, was keinem Buchstaben entspricht.



Cäsar – Verschlüsselung

SASKIA VOSS, LENA KLIESCH,
ALEXANDER WENZ

Ein sehr einfaches Verfahren ist die Cäsar-Verschlüsselung, die von Gaius Julius Cäsar, z. B. im Gallischen Krieg, eingesetzt wurde und im Ersten Weltkrieg sogar noch von der russischen Armee verwendet wurde.

Um einen Klartext mit Cäsar zu verschlüsseln, in unserem Beispiel

Wie man an der Grafik sieht funktioniert die Cäsar-Verschlüsselung wie eine Schleife, denn immer wenn man über z (25) hinauskommt, fängt man wieder von vorne im Alphabet an. Damit wir auch mehrmals a (0) überschreiten können, subtrahieren wir nicht die Alphabetlänge 26, sondern betrachten den Rest bei Division durch 26. Im obigen Beispiel rechnen wir $28 \div 26$ und erhalten 1 Rest 2. Wichtig ist nur der Rest, weil er den Geheimtextbuchstaben angibt. Der andere Teil des Ergebnisses, die 1, ist uninteressant, da es unwichtig ist, wie oft

man über das „a“ bzw. das „z“ hinausgeht. Statt $28 \div 26 = 1 \text{ Rest } 2$ schreibt man $28 \bmod 26 = 2$. Die Abkürzung „mod“ steht für „Modulo“ und bedeutet, dass wir nur den Rest der Division betrachten. (siehe Rechenregel mit modulo) Somit können wir in unserem Beispiel $z (=25)$ mit dem Buchstaben $C (=2)$ verschlüsseln. Weil man für das Ver- sowie Entschlüsseln den gleichen Schlüssel verwendet, gehört die Cäsar-Verschlüsselung zu den symmetrischen Verschlüsselungsverfahren.

So einfach und praktisch das Verfahren ist, so einfach und schnell lässt es sich auch ohne Schlüssel wieder knacken:

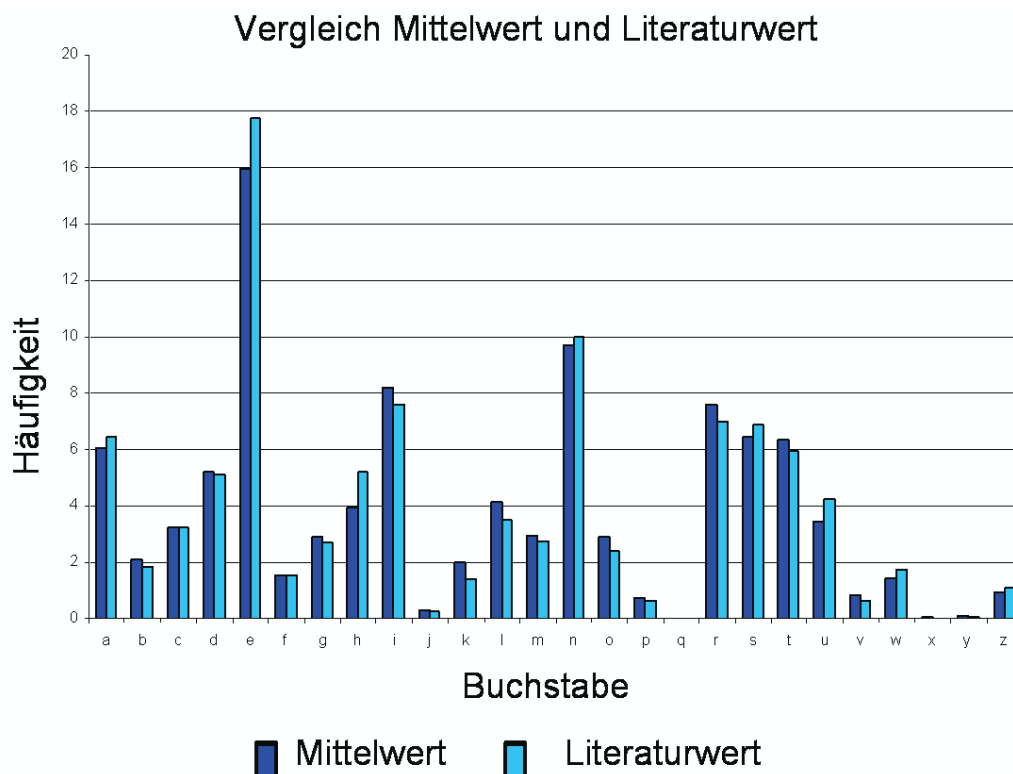
In jeder Sprache hat jeder Buchstabe des Alphabets eine charakteristische Häufigkeit: so kommt z. B. das „e“ in einem deutschen längeren Text am häufigsten vor, während das q, x oder y seltener vorkommt.

Um diese unterschiedlichen Häufigkeiten zu untersuchen, haben wir in unserm Kurs 6 beliebige deutschsprachige Texte ausgewählt und eine Häufigkeitsanalyse mit Hilfe eines Computerprogramms angewendet.

Zur Veranschaulichung benutzen wir ein Balkendiagramm, das die unterschiedlichen Häufigkeiten der Buchstaben miteinander vergleicht. Bei diesem Diagramm wird ein Sollwert aus der Literatur mit unseren eigenen Ergebnissen aus dem Kurs verglichen. Die geringen Abweichungen entstehen, da wir für unseren Mittelwert nur 6 Texte untersucht haben, während dem Literaturwert viel mehr Texte zugrunde liegen.

Wenn wir einen mit Cäsar verschlüsselten Text entschlüsseln wollen, wenden wir die Häufigkeitsanalyse an und werden einen Buchstaben mit einer sehr hohen Häufigkeit herausbekommen.

Wenn z.B. H am häufigsten vorkommt, können wir davon ausgehen, dass H dem Klartextbuchstaben e entspricht, da dieser Buchstabe im Deutschen am meisten vorkommt. Weil wir nun wissen, dass e auf H abgebildet wird, kann man nun die Verschiebung, hier 3, herausfinden und den restlichen Text übersetzen.



Die Cäsar Verschlüsselung hat heute für die praktische Anwendung keine Bedeutung, da man die Botschaft genauso einfach ent- wie verschlüsseln kann. Deswegen wurden kompliziertere und sichere Verfahren entwickelt. Anhand der Cäsar-Verschlüsselung haben wir jedoch viel Prinzipielles über Ver- und Entschlüsseln gelernt.

Die Vigenère– Verschlüsselung

JOHANNA LÖHLEIN UND SASKIA VOSS

1460 wurde diese polyalphabetische Verschlüsselung, die auf mindestens zwei Geheimentalphabeten beruht, von dem Mathematiker Leon Battista Alberti entdeckt. Von Johannes Trithemius, einem deutschen Abt, und dem, italienischen Wissenschaftler Giovanni Porta, wurde sie weiterentwickelt. 1562 wurde sie schließlich von Blaise de Vigenère vollendet.

Wir wollen den Originaltext:

„Die Science Academy ist toll“

mit Vigenère verschlüsseln. Dazu suchen wir uns ein Schlüsselwort, hier KURS und schreiben dieses so oft unter den Originaltext bis jeder Buchstabe einen zugehörigen Schlüsselbuchstaben hat.

Beispiel:

Originaltext:

diescienceacademyistoll

Schlüsselwort:

KURSKURSKURSKURSKURSKURS

Geheimtext:

????????????????????

Um den Text zu verschlüsseln, verwendet man ein Vigenèrequadrat, in dem alle möglichen Cäsarverschiebungen aufgeführt sind. Nun sucht man im oben gezeigten Beispiel die Spalte mit dem Originaltextbuchstaben **h** und die Zeile mit der man **h** verschlüsseln möchte, also die Zeile des ersten Schlüsselwortbuchstaben **w**. Diese erste Verschlüsselung entspricht einer Cäsarverschiebung um 22. An der Schnittstelle ergibt sich der erste Buchstabe des Geheimtextes, in diesem Fall ein **D**.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z
1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A
2	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B
3	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C
4	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D
5	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E
6	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F
7	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G
8	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H
9	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I
10	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
11	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
12	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
13	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
14	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
15	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
16	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
17	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
18	S	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
19	T	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
20	U	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
21	V	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
22	W	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
23	X	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
24	Y	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
25	Z	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
26	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z

So fährt man mit den folgenden Originalbuchstaben fort, d. h. man sucht immer die passenden Spalten und Zeilen und notiert sich den Buchstaben an der Schnittstelle. Dabei erhält man folgenden Geheimtext:

Originaltext:

diescienceacademyisttoll

Schlüsselwort:

KURSKURSKURSKURSKURSKURS

Geheimtext:

NCVKMCFMYRUKXVEICJLEICD

Wie man sieht, wird jeder Buchstabe mit der Caesar-Verschlüsselung verschlüsselt.

Da derselbe Originaltextbuchstabe jetzt nicht mehr immer demselben Geheimtextbuchstaben entspricht, ist die Häufigkeitsanalyse unbrauchbar. Deswegen wurde das Vigenère-Verfahren auch „Le Chiffre indéchiffrable“, auf Deutsch „der unknackbare Code“, genannt.

Die Kasiski – Methode

Die Kasiski-Methode dient zum Herausfinden der Schlüssellänge. Diese Methode wurde als erstes vermutlich im Jahre 1854 von Charles Babbage entdeckt, der sie allerdings nicht veröffentlichte. Erst 10 Jahre später erfand Friedrich Wilhelm Kasiski unabhängig von Babbage dasselbe Verfahren erneut und veröffentlichte es.

Dieses Verfahren greift an den Wiederholungen an, die bei Vigenère auftauchen, da mehrere Buchstaben mit demselben Geheimtextalphabet verschlüsselt werden.

Beim oben genannten Beispiel wird jeder 4. Buchstabe mit demselben Geheimtext verschlüsselt.

Als erstes muss man bei einem mit Vigenère verschlüsselten Text nach sich wiederholenden Zeichenfolgen suchen, die mindestens 3 Zeichen lang sind.

Beispiel:

EYRYC FWLJH FHSIU BHMJO UCSEG
TNEER FLJLV SXMVY SSTKC MIKZS
JHZVB FXMXK PMMVW OZSIA FCRVF
TNERH MCGYS OYVVF PNEVH JAOVW
UUYJU FOISH XOVUS FMKRP TWLCI
FMWVZ TYOIS UIIIS ECIZV SVYVF
PCQUC HYRGO MUWKV BNXVB VHHWI
FLMYF FNEVH JAOVW ULYER AYLER
VEEKS OCQDC OUXSS LUQVB FMALF
EYHRT VYVXS TIVXH EUWJG JYARS
ILIER JBVVF BLFWV UHMTV UAIJH
PYVKK VLHVB TCIUI SZXVB JBVVP
VYVFG BVIIO VWLEW DBXMS SFEJG
FHFVJ PLWZS FCRVU FMXVZ MNIRI
GAESS HYPFS TNLRH UYR

(bei diesem Text wurden zur Übersichtlichkeit die Zeichen in 5er Päckchen unterteilt. Normalerweise würde alles ohne Leerzeichen stehen)

Im Beispiel finden wir, dass sich die Zeichenfolge NEVHJAOVWU nach 90 Zeichen wiederholt. Die Zeichenfolge VYVFP wiederholt sich nach 70 Zeichen usw.

Nun tragen wir alle sich wiederholende Zeichenfolgen mit ihren Abständen zueinander in eine Tabelle ein:

Weiterhin markieren wir alle Teiler dieser Abstände.

Tabelle für den Beispieltext:

wiederholte Folge	Zwischenraum	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NEVHJAOVWU	90	x	x		x	x			x	x
VYVFP	70	x			x		x			x
JBVV	40	x		x	x			x		x
XVB	125				x					

Hier sieht man, dass nur der Teiler 5 in allen Abständen vorkommt.

Jetzt erstellen wir 5 neue Texte, wobei der erste Text nur aus den 1., 6., 11., 16., usw. Buchstaben des Geheimtextes besteht. Der zweite Text besteht aus den 2., 7., 12., 17., usw. Buchstaben. Der fünfte Text besteht schließlich aus den 5., 10., 15., 20., usw. Buchstaben. Jeder dieser Einzeltexte kann nun mit der Häufigkeitsanalyse untersucht werden. Dabei stellen wir fest, dass im ersten Text das „F“ als häufigster Buchstabe auftritt. Wenn wir weiter annehmen, dass das „e“ auf eben diesem Buchstaben verschlüsselt wurde, gelangen wir zum Caesarcode 1, aus „e“ wird „F“, bzw. aus „a“ wird „B“. Genauso verfahren wir mit allen anderen Texten und erhalten das Schlüsselwort BUERO, mit dem wir nun den restlichen Text entschlüsseln können.

Die Kasiski – Methode dient dazu, die Länge des Schlüsselwortes herauszufinden. Da die Kasiski – Methode auf Wiederholungen basiert, funktioniert sie nur mit längeren Texten.

One Time Pad

Beim One Time Pad wählen wir zufällig einen Buchstaben mit dem wir den ersten Originaltextbuchstaben verschlüsseln. Für den zweiten Originaltextbuchstaben wählen wir wieder zufällig einen neuen Buchstaben usw. Wie man sieht ist das nichts anderes als eine Vigenère–Verschlüsselung mit unendlich langem Schlüsselwort.

Die Kasiski Methode wird unbrauchbar, da beim One Time Pad keine Wiederholungen des Schlüsselwortes auftreten, weil der Schlüssel genauso lang ist wie der Text. Somit ist das One Time Pad ein absolut sicheres Verschlüsselungsverfahren.

Allerdings gibt es zwei Nachteile, denn man darf das One Time Pad nur einmal benutzen und man muss den Schlüssel jedes Mal neu und sicher überbringen.

Allgemeiner und erweiterter Euklidischer Algorithmus und dessen Anwendung

PATRICIA QUELLMALZ

Allgemeiner Euklidischer Algorithmus

Ich möchte jetzt eines unserer mathematischen Themen vorstellen, welches unserem Kryptografiekurs die Grundlagen fürs Verständnis von RSA lieferte. Zwei positive natürliche Zahlen a und b haben stets einen größten gemeinsamen Teiler, kurz $\text{ggT}(a, b)$. Mit Hilfe des so genannten Euklidischen Algorithmus kann man diesen berechnen. Folgende Idee steckt dahinter:

Für zwei natürliche Zahlen a und b mit $a \geq b > 0$ gilt $a = q \cdot b + r$, wobei q und r eindeutige natürliche Zahlen sind mit $r < b$.

Für die Zahlen $a = 49$ und $b = 5$ wäre dies z. B. $49 = 9 \cdot 5 + 4$ (also $q = 9$ und $r = 4$).

Es gilt: $\text{ggT}(a, b) = \text{ggT}(b, r)$.

Beweis dieser Behauptung ist im Anhang nachzulesen.

Bevor der Euklidische Algorithmus allgemein dargestellt wird, soll er zum besseren Verständnis an folgendem Beispiel illustriert werden:

Beispiel 1

Bestimme mit Hilfe des Euklidischen Algorithmus den größten gemeinsamen Teiler von 792 und 75.

$$792 = 10 \cdot 75 + 42$$

$$75 = 1 \cdot 42 + 33$$

$$42 = 1 \cdot 33 + 9$$

$$33 = 3 \cdot 9 + 6$$

$$9 = 1 \cdot 6 + 3$$

$$6 = 2 \cdot 3 + 0$$

Da nun der Rest = 0 ist, wird der Algorithmus abgebrochen. Somit ist

$$\text{ggT}(792, 75) = 3.$$

Erweiterter Euklidischer Algorithmus

Beim erweiterten Euklidischen Algorithmus geht es nicht nur darum, den größten gemeinsamen Teiler zweier Zahlen zu bestimmen, sondern den größten gemeinsamen Teiler als Summe zweier ganzer Zahlen darzustellen.

Mathematisch exakt formuliert sieht das so aus:

Satz:

Es seien a , b und d natürliche Zahlen.

Es ist $d = \text{ggT}(a, b)$ genau dann, wenn es Zahlen $s, t \in \mathbb{Z}$ gibt mit $a \cdot s + b \cdot t = d$.

Da für teilerfremde Zahlen a und b der größte gemeinsame Teiler 1 ergibt, kann man den Satz noch folgendermaßen spezialisieren:

Zwei natürliche Zahlen a und b sind genau dann teilerfremd, wenn es Zahlen $s, t \in \mathbb{Z}$ gibt mit $a \cdot s + b \cdot t = 1$.

Mit Hilfe des erweiterten Euklidischen Algorithmus gelingt es nun, die Zahlen s und t aus obigem Satz zu ermitteln, was uns später zur Schlüsselerstellung für eines der sichersten Verschlüsselungssysteme dienen wird.

Der erweiterte Algorithmus wird zunächst an folgendem Beispiel dargestellt:

Beispiel 2

Gemäß obigem Beispiel gilt

$$\text{ggT}(792, 75) = 3.$$

Bestimme die ganzen Zahlen s und t so dass gilt:

$$792 \cdot s + 75 \cdot t = 3.$$

Aus dem vorletzten Schritt des Beispiels 1 folgt:

$$3 = 9 - 1 \cdot 6$$

Aus dem Schritt davor, bei dem die Zahl 6 als Rest aufgetreten ist, kann nun 6 entsprechend wieder als Differenz dargestellt werden.

$$\begin{aligned} \Rightarrow 3 &= 9 - 1 \cdot (33 - 3 \cdot 9) \\ &= -1 \cdot 33 + 4 \cdot 9 \end{aligned}$$

Analog geht es nun weiter:

$$\begin{aligned} \Rightarrow 3 &= -1 \cdot 33 + 4 \cdot (42 - 1 \cdot 33) \\ &= 4 \cdot 42 - 5 \cdot 33 \\ \Rightarrow 3 &= 4 \cdot 42 - 5 \cdot (75 - 1 \cdot 42) \\ &= -5 \cdot 75 + 9 \cdot 42 \\ \Rightarrow 3 &= -5 \cdot 75 + 9 \cdot (792 - 10 \cdot 75) \\ &= -95 \cdot 75 + 9 \cdot 792 \end{aligned}$$

Damit gilt $s = 9$ und $t = -95$.

Primzahlen:

ALEXANDER BRADL

Ein weiteres mathematisches Phänomen, das uns beschäftigt sind die Primzahlen. Primzahlen sind Zahlen, welche nur durch 1 und sich selbst teilbar sind.

Bis heute lässt sich keine Regelmäßigkeit in ihrem Auftreten feststellen, mit der man etwa voraussagen könnte, wie man zu einer bekannten Primzahl die nächst größere finden kann.

Doch weiß man, dass es unendlich viele solcher Primzahlen gibt.

Der Beweis dieser Behauptung ist im Anhang zu finden.

Boole'sche Funktion/ XOR–Verschlüsselung

LENA KLIESCH, ALEXANDER WENZ

Eine weitere Verschlüsselungstechnik ist die XOR–Verschlüsselung, die auf der Boole'schen Binärfunktion XOR basiert. Diese Funktion verknüpft zwei Boole'sche Werte **a** und **b**, die nur mit 0 und 1 belegt sein können, mit der XOR–Verknüpfung zu einem dritten Wert **c**. 0 und 1 lassen sich als falsch und wahr interpretieren. Das Kürzel „XOR“ steht für „exclusive **or**“, was auf Deutsch übersetzt „entweder... oder“ bedeutet. **Entweder a oder b** muss wahr sein, damit **c** wahr ist. Die Tabelle zeigt alle Fälle.

a	b	c
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Wollen wir einen Klartext, der mit einer Folge von Nullen und Einsen ausgedrückt wird, mit der XOR–Verschlüsselung verschlüsseln, so verknüpft man ihn mit einem Schlüssel, der aus einer gleich langen Folge zufällig gewählter Nullen und Einsen besteht, mit XOR zu einem Geheimtext. Somit ist die XOR–Verschlüsselung ein One–Time–Pad.

Will man z. B. 1100 mit dem Schlüssel 0101 verschlüsseln, so verknüpft man jeden einzelnen Wert dieser Zahlenfolge per XOR mit dem entsprechenden Wert des Schlüssels und erhält den Wert des „Geheimtexts“.

Klartext	1	1	0	0
Schlüssel	0	1	0	1
Geheimtext	1	0	0	1

$$(1 \text{ XOR } 1 = 0)$$

Um den Geheimtext wieder zu entschlüsseln, verknüpfen wir diesen mit dem gleichen Schlüssel per XOR–Verknüpfung,

denn es gilt:

$$(a \text{ XOR } b) \text{ XOR } b = a.$$

Die XOR–Verschlüsselung ist ebenfalls ein symmetrisches Verschlüsselungsverfahren, da man zum Ver- und Entschlüsseln denselben Schlüssel verwendet. Die XOR–Verschlüsselung wurde z. B. zur Zeit des Kalten Krieges verwendet, um Botschaften zwischen dem amerikanischen Präsidenten und dem sowjetischen Generalsekretär zu schützen (= „heißer Draht“).

Die Sicherheit der XOR–Verschlüsselung ist aber nur dann gewährleistet, wenn der Schlüssel rein zufällig erstellt wurde. Die Schwachstelle ist der Schlüsselaustausch: Bevor man verschlüsseln kann, muss man den langen Schlüssel zunächst auf einer sicheren Leitung, die nicht abgehört werden kann, austauschen. Damit ist das Problem nur verschoben. Aufgrund dieses Problems ist die XOR–Verschlüsselung eine sehr unpraktische Verschlüsselung und wird deshalb selten angewendet.

RSA – Allgemein

ARON PHILIPP

RSA ist die derzeit modernste Verschlüsselung. Sie wird von vielen Unternehmen, Privatanutzern und anderen angewandt.

Die Grundidee stammt von Whitfield Diffie und Martin Hellmann. Sie kamen unter anderem auf die Idee mit dem Vergleich mit einem Briefkasten. Jemand hat einen Briefkasten, in den auch jeder etwas hereinwerfen kann, aber nur der Inhaber hat den Schlüssel und kann den Briefkasten öffnen. Diesem System wollten sie ein Verschlüsselungssystem nachempfinden. Das nennt man asymmetrische Kryptographie. Sie veröffentlichten ihre Entdeckungen 1976.

Auf diesem Prinzip beruht auch RSA, hier gibt es den Public Key, der jedem zugänglich ist, aber nur der Adressat hat den Private Key.

1970 hatten Ellis, Cocks und Williamson schon im Government Communication Headquarters eine ähnliche Idee wie Hellmann und Diffie. Allerdings wurde diese nicht weiter verfolgt und aus Geheimhaltungsgründen auch nicht weiterverarbeitet. Rivest, Shamir und Adleman gelang dann die endgültige Ausarbeitung von RSA. Sie konnten dieses Verfahren auch mathematisch beweisen.

Warum bietet RSA eine so große Sicherheit?

Die komplette RSA-Verschlüsselung basiert auf Primzahlen. Diese sind ohne System auf dem Zahlenstrahl verteilt und es gibt auch keine Formel um eine solche Primzahl zu ermitteln.

Zur Schlüsselerzeugung wählt man zwei möglichst große Primzahlen, deren Produkt man bildet. Um aus dem öffentlichen Schlüssel den privaten zu erhalten, müsste man das riesige Produkt in Primfaktoren zerlegen.

Leider – oder zum Glück – ist dies mit Computern heutiger Bauart nicht machbar. Sie würden für eine Lösung viele Jahre brauchen. RSA kann nicht nur zum Verschlüsseln, sondern auch zum Signieren von Botschaften verwendet werden. Durch eine digitale Signatur wird sichergestellt, dass eine Botschaft tatsächlich von dem angegebenen Absender stammt. Zum Verschlüsseln und Signieren von E-Mails gibt es ein von Phil Zimmermann erfundenes Programm, Pretty Good Privacy genannt.

Der RSA-Algorithmus

ARON PHILIPP

Ein Algorithmus ist eine Abfolge von Anweisungen, vergleichbar mit einem Kochrezept.

Es gibt einige Regeln:

Der Algorithmus muss eindeutig, endlich und ausführbar sein.

Im Folgenden wird der Algorithmus zur Erzeugung eines RSA – Schlüssels anhand eines Beispiels erklärt. Der Einfachheit halber sind die Zahlen klein gewählt, normalerweise befinden sich diese in einer Größenordnung von 10^{130} .

1. Man wähle zwei Primzahlen p und q , die möglichst groß sein sollen.

$$p = 5; \quad q = 11$$

2. Das Produkt n aus p und q berechnen.

$$n = 5 \cdot 11 = 55$$

3. Nun bilde man die Eulersche Funktion φ von n :

$$\varphi(n) = (p - 1) \cdot (q - 1).$$

Also:

$$\varphi(55) = 4 \cdot 10 = 40.$$

4. Wähle ein e , sodass e teilerfremd zu $\varphi(n)$ ist, das heißt:

$$\text{ggT}(e, \varphi(n)) = 1.$$

In unserem Fall wäre z. B. $e = 3$, denn

$$\text{ggT}(40, 3) = 1.$$

5. Berechne d , sodass gilt:

$$(e \cdot d) \bmod \varphi(n) = 1$$

$$(3 \cdot d) \bmod 40 = 1$$

$$d = 27$$

Nun haben wir einen sogenannten „Public Key“, nämlich e und n . Das Gegenstück dazu bildet der „Private Key“: d und n .

Die Verschlüsselung mit RSA

Zuerst hat man den Originaltext. Dieser besteht aus Buchstaben, Zeichen und Zahlen. Allerdings braucht man für eine RSA-Verschlüsselung Zahlen.

Deshalb behilft man sich des ASCII-Codes. Dieser ordnet jedem Symbol eine Zahl zwischen 0 und 255 zu. Anhand eines Beispiels wird nun das Verfahren erklärt:

1. Man zerteilt den Originaltext in einzelne Pakete.
Eine Verschlüsselung einzelner Buchstaben wäre sinnlos, da dann die Häufigkeitsanalyse greift.
2. Jedes Zeichen wird mit Hilfe des ASCII-Codes in eine Zahl umgewandelt.
3. Man reiht die Zahlen eines jeden einzelnen Päckchens aneinander. Bei dem letzten werden Nullen angefügt, damit es auch dieselbe Größe wie die anderen hat.
4. Nun kommt die eigentliche Verschlüsselung mit RSA:
 c ist der verschlüsselte Text.

$$c = m^e \bmod n$$

Jedes Paket wird einzeln verschlüsselt.

Die Entschlüsselung mit RSA verläuft eigentlich genau gleich.

Die Geheimbotschaft wird wieder in Pakete, die gleich groß sind wie bei der Verschlüsselung, eingeteilt. Diese werden einzeln entschlüsselt.

$$m = c^d \bmod n$$

m ist wieder der Originaltext.

Die Eulersche Funktion

JAN PHILIPP REHNER

Im Folgenden werden einige Sätze dargestellt, die wir im Kurs bewiesen haben. Diese Beweise sind für Interessierte im Anhang zu finden.

Definition

Sei n eine natürliche Zahl: φ heißt Eulersche Funktion, wenn $\varphi(n)$ die Anzahl aller zu n teilerfremden natürlichen Zahlen $\leq n$ ist.

Kurz:

$$\begin{aligned}\varphi(n) &= |\{k \in \mathbb{N} \mid \text{ggT}(k, n) = 1 \wedge k \leq n\}| \\ \varphi(1) &= |\{1\}| = 1 \\ \varphi(2) &= |\{1\}| = 1 \\ \varphi(3) &= |\{1, 2\}| = 2 \\ \varphi(4) &= |\{1, 3\}| = 2 \\ \varphi(5) &= |\{1, 2, 3, 4\}| = 4 \\ \varphi(6) &= |\{1, 5\}| = 2 \\ \varphi(7) &= |\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}| = 6 \\ \varphi(8) &= |\{1, 3, 5, 7\}| = 4 \\ \varphi(9) &= |\{1, 2, 4, 5, 7, 8\}| = 6\end{aligned}$$

$|M|$ ist die Mächtigkeit der Menge M . Sie gibt an, wie viele Elemente M hat.

Satz 1.1

Ist p eine Primzahl, dann ist: $\varphi(p) = p - 1$.

Satz 1.2

Seien p, q zwei verschiedene Primzahlen, dann gilt:

$$\varphi(p \cdot q) = (p - 1)(q - 1) = \varphi(p) \cdot \varphi(q).$$

Rechenregeln mit Modulo

ALEXANDER BRADL

$$17 = 5 \cdot 3 + 2$$

Das bedeutet, dass man bei der Division von 17 durch 3 den Rest 2 erhält. Dafür schreibt man: $17 \bmod 3 = 2$. Die Zahlen die diese „Reste“ annehmen können sind 0, 1 oder 2. Allgemein gilt: Die „Reste“ bei einer Division durch n können die Werte 0 bis $n - 1$ annehmen.

Rechenregeln:

Regel 1:

Sei $a_1 \bmod n = b_1$ und sei $a_2 \bmod n = b_2$.
Dann gilt $a_1 \cdot a_2 \bmod n = b_1 \cdot b_2 \bmod n$.

Regel 2:

Aus $a \bmod n = b \bmod n$ folgt
 $a^k \bmod n = b^k \bmod n$

Ein Spezialfall dazu ist:
 $a \bmod n = 1 \implies a^k \bmod n = 1$
(vergleiche Satz oben)

Der Satz von Euler und der Beweis des RSA-Algorithmus

PATRICIA QUELLMALZ

Der Satz von Euler

Es sei n eine natürliche Zahl mit $n > 1$. Weiterhin sei m eine zu n teilerfremde natürliche Zahl. Dann gilt

$$m\varphi(n) \bmod n = 1$$

Hierzu ein Beispiel:

Es sei $n = 14$, $m = 3$ und

$$\varphi(n) = \varphi(14) = 6.$$

Da $3^6 = 729$ und $729 = 52 \cdot 14 + 1$ gilt $3^6 \bmod 14 = 1$, was den Satz von Euler für diesen speziellen Fall bestätigt.

Kleiner Fermat

„Dieser Satz, welcher sowohl wegen seiner Eleganz als wegen seines hervorragenden Nutzens höchst bemerkenswert ist, wird nach seinem Erfinder Fermatsches Theorem genannt.“

C.F. Gauß

Pierre de Fermat (1607 - 1665) war ein französischer Mathematiker, seine berühmteste Entdeckung war der Satz, der heute Fermat's kleiner Satz genannt wird.

Kleiner Fermat:

Es sei p eine Primzahl. Dann gilt:

$$m^{p-1} \bmod p = 1.$$

Die Aussage dieses Satzes erhält man, wenn man im Satz von Euler $n = p$ damit $\varphi(n) = p - 1$ setzt.

Historisch stand am Anfang der Fermatsche Satz. Leonhard Euler (1707 - 1783) verallgemeinerte ihn in die nach ihm benannte Form.

Der Beweis des RSA-Algorithmus

Das Beweisen des RSA-Algorithmus hat unseren Kurs fast einen kompletten Tag beschäftigt und setzt einige tief greifende mathematische Grundlagen voraus.

Zu Beweisen ist, dass beim Entschlüsseln des Geheimtextes auch tatsächlich der vom Sender verschlüsselte Klartext gefunden wird.

Wer sich für den Beweis interessiert, findet diesen im Anhang.

Quellenangabe:

„Zahlentheorie für Einsteiger“ von Andreas Bartholomé, Josef Rung, Hans Kern, 3. Auflage, Vieweg-Verlag

Ausblick

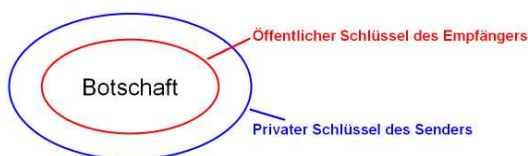
SANDRA HOFMANN, JONATHAN STRIEBEL

Digitale Signatur

Wer garantiert, dass eine zugeschickte verschlüsselte Nachricht auch wirklich von dem stammt, der vorgibt Sender zu sein? Dieses Problem wird durch die digitale Signatur gelöst:

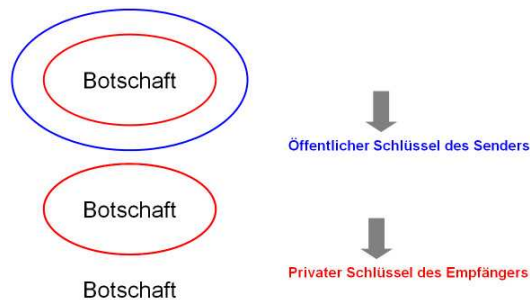
Als erstes verschlüsselt der Sender seinen Text mit dem öffentlichen Schlüssel des Empfängers. Danach verschlüsselt der Sender den Text ein zweites Mal mit seinem eigenen privaten Schlüssel. Das funktioniert, da Verschlüsselungs- und Entschlüsselungsalgorithmus durch die gleichen mathematischen Funktionen dargestellt sind.

Diese zweite Verschlüsselung trägt nichts zur Sicherheit des Textes bei, sondern zeigt nur eindeutig, wer der Sender ist. Das kann man so einsehen:



Bekommt der Empfänger die Botschaft, entschlüsselt er als erstes mit dem öffentlichen Schlüssel des Senders. Dies kann jeder machen, aber es gibt auch noch die zweite Verschlüsselungsebene. Diese kann nur der Empfänger mit seinem privaten Schlüssel entschlüsseln und so als einziger die Nachricht lesen.

Für sehr lange Texte ist RSA zu aufwändig. Daher verwendet man bei der elektronischen Datenübermittlung einen anderen Algorithmus, lediglich der Schlüssel wird mit RSA signiert, ver- und entschlüsselt.



Quantencomputer

Wie schon vorher erwähnt, ist RSA ohne privaten Schlüssel nicht zu entschlüsseln. Prinzipiell gibt es die Möglichkeit aus dem öffentlichen Schlüssel den privaten zu errechnen, aber dazu benötigen 100 Mio. PCs ca. 1000 Jahre.

Aus der Sicht der Kryptologen besteht in Zukunft die „Gefahr“, RSA mit Quantencomputern zu entschlüsseln. Das Verfahren basiert auf Quantenphysik und ist sehr viel schneller als Verfahren auf herkömmlichen Rechnern. Sie sind allerdings bisher nur Theorie und noch nicht einsatzbereit. Wenn es sie aber irgendwann geben sollte, wird RSA nutzlos. Deshalb überlegen sich Kryptographen schon jetzt neuere, noch sicherere Verschlüsselungsmethoden, die selbst wieder auf Phänomenen der Quantenphysik basieren: die Quantenkryptographie.

Java Programmierung

JONATHAN STRIEBEL, SANDRA HOFMANN,
JAN PHILIPP REHNER

Java allgemein

Java ist eine rein objektorientierte Programmiersprache, das macht sie zu einer der modernsten Sprachen. Die einzelnen Projekte sind in Pakete und Klassen gegliedert. Eine weitere Stärke ist die Plattformunabhängigkeit von Java, d.h. die Programme laufen auf allen Betriebssystemen.

Programmierung in Java

Hier folgt der wesentliche Teil der Klasse Caesar. Sie enthält die beiden Methoden `enKrypt` und `deKrypt`:

```
public class Caesar {
    public static String enKrypt (String originalText, int schluessel) {
        [...]
        geheimText += (char)((originalText.charAt(i) - (byte)'A' +
        schluessel) % 26 + (byte)'A');
    }
}
```

Letzteres ist der eigentliche Caesar-Algorithmus, durch den jeder einzelne Buchstabe durch den Geheimtextbuchstaben ersetzt wird. Die Operation `mod26` garantiert, dass der resultierende Wert kleiner als 26 ist (% ist das Symbol für mod in Java)

```
public static String deKrypt (String geheimText, int schluessel) {
    return enKrypt(geheimText, 26 - schluessel);
}
}
```

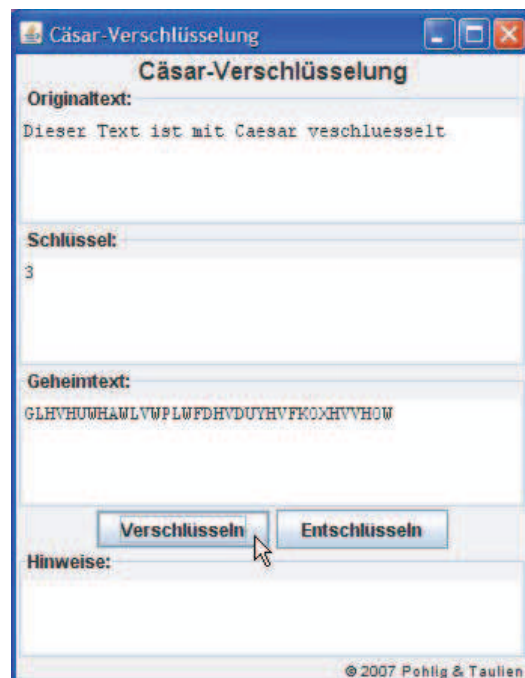
Die Methode `enKrypt`, enthält als Parameter den Originaltext als String, das ist der zu verschlüsselnde Text, und den Schlüssel als Integer, eine ganze Zahl. Die Methode verschlüsselt den übergebenen Text und gibt ihn als String zurück.

Das Entschlüsseln ist im Wesentlichen der gleiche Algorithmus wie das Verschlüsseln. Die Verschiebung erfolgt lediglich in umgekehrter Richtung. Die Java Methode `deKrypt` ruft die Methode `enKrypt` mit veränderten Parametern auf:

GUI

Der Begriff GUI steht für Graphical User Interface (grafische Benutzeroberfläche) und bezeichnet eine Softwarekomponente, die einem Computerbenutzer die Interaktion mit der Maschine über grafische Elemente (Buttons, Symbole, Textfelder, etc.) unter Verwendung eines Zeigegerätes (wie einer Maus) erlaubt. GUIs sind von den Fachklassen getrennt. Konkret sah das dann in unserem Beispiel der Caesar-Verschlüsselung so aus:

Der Originaltext und der Schlüssel werden in die jeweiligen Fenster eingegeben. Durch Anklicken des „Verschlüsseln“-Buttons werden sie an die Methode `enKrypt` übergeben, die den Geheimtext berechnet und ihn an die GUI zurückgibt. Der Geheimtext wird nun im Fenster Geheimtext ausgegeben. Umgekehrt wird beim Klicken auf „Entschlüsseln“ die Methode `deKrypt` aufgerufen.



Anhang (Beweise)

Kapitel Mathematische Hintergründe:

Zu Euklidischer Algorithmus:

Sei $a = q \cdot b + r$ mit $a \geq b > 0$.
 q und r eindeutige natürliche Zahlen mit $r < b$. Es gilt:

$$\text{ggT}(a, b) = \text{ggT}(b, r).$$

Beweis dieser Behauptung:

Gilt $d = \text{ggT}(a, b)$, dann teilt d neben den Zahlen a und b auch $r = a - q \cdot b$ (die Zahl d kann bei dem Ausdruck $a - q \cdot b$ ausgeklammert werden).

Damit ist d auch ein Teiler von b und r . Deshalb ist jeder Teiler von a und b auch $\leq d$. Also ist d der größte gemeinsame Teiler von a und b und es gilt

$$d = \text{ggT}(a, b) = \text{ggT}(b, r).$$

Zu Primzahlen:

Satz

Es gibt unendlich viele Primzahlen.

Beweis

Annahme: Es gibt endlich viele Primzahlen $p_1, p_2, \dots, p_n$ wobei p_n die größte ist. Wir konstruieren eine Zahl P mit:

$$P = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n + 1$$

P ist durch keine der Primzahlen p_1 bis p_n ohne Rest teilbar, damit ist P nur durch sich selbst und durch 1 teilbar. P ist damit

eine Primzahl und nach Konstruktion größer als p_n . Damit ist die Annahme p_n sei größte Primzahl falsch. Also gibt es unendlich viele Primzahlen. q.e.d

Kapitel RSA – Beweis:

Zu Eulersche Funktion:

Beweis Satz 1.1.:

Sei p eine Primzahl.

Die einzige Zahl $\leq p$, die mit p nicht teilerfremd ist, ist p selbst, alle anderen Zahlen sind teilerfremd zu p .

Deshalb gibt es $p - 1$ Zahlen $\leq p$, die zu p teilerfremd sind.

Beweis Satz 1.2:

Es gibt $p \cdot q - 1$ natürliche Zahlen, die kleiner sind als $p \cdot q$.

Nicht teilerfremd zu $p \cdot q$ sind alle Zahlen, die q oder p als Teiler haben und kleiner als $p \cdot q$ sind:

$$\begin{array}{ll} p; 2p; 3p; \dots; (q-1)p & (q-1 \text{ Zahlen}) \\ q; 2q; 3q; \dots; (p-1)q & (p-1 \text{ Zahlen}) \end{array}$$

Die Zahlen $i \cdot p, j \cdot q$ sind für $i \leq q - 1$ und $j \leq p - 1$ paarweise verschieden, da das kleinste gemeinsame Vielfache von p und q $p \cdot q$ ist, da p und q Primzahlen sind.

Somit gilt:

$$\begin{aligned} \varphi(p \cdot q) &= (p \cdot q - 1) - (p - 1) - (q - 1) \\ &= p \cdot q - p - q + 1 \\ &= (p - 1) \cdot (q - 1) \end{aligned}$$

Zu Rechenregeln mit Modulo:**Beweis zu Regel 1**

$a_1 \bmod n = b_1$ bedeutet $a_1 = k_1 \cdot n + b_1$ mit $0 \leq b_1 < n$.

Analog gilt für a_2 : $a_2 = k_2 \cdot n + b_2$.

Wenn man a_1 und a_2 multipliziert erhält man:

$$a_1 \cdot a_2 = (k_1 \cdot n + b_1) \cdot (k_2 \cdot n + b_2)$$

$$a_1 \cdot a_2 = k_1 k_2 n^2 + k_1 b_2 n + b_1 k_2 n + b_1 b_2$$

$$a_1 \cdot a_2 = n \cdot (k_1 k_2 n + k_1 b_2 + b_1 k_2) + b_1 b_2$$

Definiert man nun $k' = k_1 k_2 n + k_1 b_2 + b_1 k_2$ erhält man:

$$a_1 \cdot a_2 = k' \cdot n + b_1 b_2$$

Also ist:

$$a_1 \cdot a_2 \bmod n = b_1 \cdot b_2 \bmod n$$

Da $b_1 \cdot b_2$ größer als n sein könnte muss man $b_1 \cdot b_2$ noch modulo n nehmen. q.e.d.

Beweis zu Regel 2

Aus $a \bmod n = b \bmod n$ folgt

$$a^k \bmod n = b^k \bmod n.$$

Diese Regel kann man leicht einsehen, sie ergibt sich durch mehrfaches hintereinander ausführen der Regel 1.

Zu Beweis des Satzes von Euler:

Es seien $m_1; m_2; m_3; \dots; m_{\varphi(n)}$ die $\varphi(n)$ verschiedenen Zahlen, die zu n teilerfremd sind. Weiterhin seien die Zahlen $r_1; r_2; r_3; \dots; r_{\varphi(n)}$ die Reste bei Division von $m_1; m_2; m_3; \dots; m_{\varphi(n)}$ durch n . Das heißt es gilt $r_i = m \cdot m_i \bmod n$ für $i = 1, 2, \dots, \varphi(n)$.

Die Zahlen r_i sind paarweise verschieden: $r_i \neq r_j$ für $i \neq j$.

Es ist $r_i < n$.

Angenommen, es gibt ein $i \neq j$ mit $r_i = r_j$.

Dann gilt: $m \cdot m_i \bmod n = m \cdot m_j \bmod n$ und daraus würde $m_i = m_j$ folgen. Dies

steht allerdings im Widerspruch zur Voraussetzung des Satzes von Euler, dass die Zahlen $m_1; m_2; m_3; \dots; m_{\varphi(n)}$, also auch m_i und m_j verschieden sind.

Außerdem gilt für alle i , dass die Zahlen r_i teilerfremd zu n sind (d.h. $\text{ggT}(r_i, n) = 1$). Denn, würde es einen gemeinsamen Teiler > 1 von r_i und n geben, dann würde dieser Teiler auch m_i teilen, was aber im Widerspruch zur Voraussetzung steht, dass n eine Primzahl ist.

Daraus folgt weiter, dass es sich bei der Zahlenreihe $r_1; r_2; r_3; \dots; r_{\varphi(n)}$ um eine Permutation der Zahlen $m_1; m_2; m_3; \dots; m_{\varphi(n)}$ - also um dieselben Zahlen, gegebenenfalls in einer anderen Reihenfolge - handelt.

Daraus folgt, dass

$$m_1 \cdot m_2 \cdot \dots \cdot m_{\varphi(n)} = r_1 \cdot r_2 \cdot \dots \cdot r_{\varphi(n)} \quad (*)$$

Aus der Definition der r_i und den Rechenregeln im Modulrechnen folgt

$$\begin{aligned} & r_1 \cdot r_2 \cdot \dots \cdot r_{\varphi(n)} \bmod n \\ &= (m m_1) \cdot (m m_2) \cdot \dots \cdot (m m_{\varphi(n)}) \bmod n \\ &= m^{\varphi(n)} \cdot m_1 \cdot m_2 \cdot \dots \cdot m_{\varphi(n)} \bmod n \end{aligned}$$

Mit (*) folgt daraus $1 = m^{\varphi(n)} \bmod n$ q.e.d.

Zu Beweis des RSA – Algorithmus:

(e, n) sei das öffentliche,

(d, n) das private Schlüsselpaar.

m sei die zu verschlüsselnde Nachricht.

Es muss $m \leq n$ gelten.

Zu zeigen ist, dass beim Entschlüsseln wieder der Klartext erzeugt wird:

$$m = m'$$

Für den Beweis wird folgender Satz benötigt:

Satz

Nach Satz 3.1 gilt

Es seien $p, q \in \mathbb{N}$ zwei Primzahlen. Weiterhin sei $k \in \mathbb{N}$.

Für die natürliche Zahl m gelte $m \leq p \cdot q$.

Dann folgt:

$$m^{k \cdot (p-1) \cdot (q-1) + 1} \bmod (p \cdot q) = m.$$

$$\Rightarrow m' = m$$

q.e.d.

$$m^{k \cdot (p-1) \cdot (q-1) + 1} \bmod (p \cdot q) = m$$

Beweis:

Nach dem Satz von Euler gilt

$$m^{\varphi(n)} \bmod n = 1$$

Mit $n = p \cdot q$ ist

$$m^{\varphi(p \cdot q)} \bmod (p \cdot q) = 1.$$

$$\Rightarrow m^{(p-1) \cdot (q-1)} \bmod (p \cdot q) = 1$$

$$\Rightarrow m^{k \cdot (p-1) \cdot (q-1)} \bmod (p \cdot q) = 1 \quad (**)$$

Der letzte Schritt ergibt sich direkt aus den Rechenregeln im Modulrechnen.

Nach Multiplikation von $(**)$ mit m folgt

$$m^{k \cdot (p-1) \cdot (q-1) + 1} \bmod p \cdot q = m$$

q.e.d.

Beim RSA-Algorithmus gilt

$$m' = c^d \bmod n$$

$$\text{und } c = m^e \bmod n$$

$$\Rightarrow m' = (m^e \bmod n)^d \bmod n$$

$$= (m^e \cdot d \bmod n)$$

Des Weiteren gilt im RSA-Algorithmus

$(d \cdot e) \bmod \varphi(n) = 1$, daraus folgt

$$e \cdot d = k \cdot \varphi(n) + 1$$

$$\Rightarrow m' = m^{k \cdot \varphi(n) + 1} \bmod n$$

Für $\varphi(n)$ gilt $\varphi(p \cdot q) = (p-1) \cdot (q-1)$, da $n = p \cdot q$ und p und q zwei Primzahlen sind:

$$\Rightarrow m' = m^{k \cdot (p-1) \cdot (q-1) + 1} \bmod p \cdot q$$

KURS MOLEKULARE MEDIZIN: Eine Reise zu den Grundlagen des Lebens

Vorwort

Der menschliche Körper ist uns vertraut und zugleich doch fremd: Ohne dass es uns bewusst wird, finden in ihm ununterbrochen Prozesse statt, die ihn am Leben erhalten. Sich mit dem Aufbau und den Funktionen des Körpers auseinanderzusetzen um einen Einblick in die Komplexität dieser biologischen Vorgänge zu erhalten - das hatte sich der Kurs Molekulare Medizin der ScienceAcademy 2007 zur Aufgabe gemacht. Außerdem sollte auf die Entstehung und Bekämpfung von Krankheiten eingegangen werden.

Um sich einen Überblick zu verschaffen setzte sich unser Kurs im ersten Abschnitt der Akademie mit den Teilen des Körpers auseinander, die man mit bloßem Auge sehen kann: den verschiedenen Organsystemen. Anschließend näherten wir uns bestimmten im Körper weit verbreiteten Gewebearten mit Hilfe eines Mikroskops, um so einen Eindruck vom Feinbau der Organe zu erhalten. Die Herstellung eines Blutausstrichs und die anschließende mikroskopische Betrachtung der verschiedenen Blutzellen diente uns als Überleitung zu unserem nächsten Themenbereich, dem Immunsystem. Das Immunsystem spielt die zentrale Rolle bei der Abwehr von Krankheiten. Mittels selbstgebauter Modelle verschiedener Immunzellen machten wir uns die Interaktion der einzelnen Zellen klar. Einer bestimmten Art von Erkrankung, den Krebserkrankungen, wendeten wir uns schließlich im letzten Kursteil zu. Um die Entstehung von Krebs jedoch auf moleku-

larer Ebene verstehen zu können mussten zunächst einige zelluläre Prozesse wie der Zellzyklus näher beleuchtet werden.

Den Abschluss des Kurses stellte schließlich eine Exkursion nach Heidelberg ins Deutsche Krebsforschungszentrum dar. Hier besuchten wir eine Arbeitsgruppe, die Grundlagenforschung zu Tumورimmunologie betreibt. In den dort angesprochenen Fragestellungen zum Zusammenspiel von Krebs und Immunsystem wurden nicht nur unterschiedliche Aspekte des Kurses aufgegriffen und miteinander verbunden, sondern den Teilnehmern auch ein Einblick in aktuelle Grundlagenforschung gewährt.

Unsere Teammitglieder

MATTHIAS REISER

Jessica Berneiser:

Jessica, genannt Jessi, die für so manchen Blödsinn zu haben war, bereicherte unseren Kurs durch ihre Aufgewecktheit und ihre Neugier. Wie alle in unserem Kurs war sie stets „gut drauf“, vor allem beim Mittag- oder Abendessen („Boa... isch platz gleich!“). Im Großen und Ganzen kann man sagen, dass es mit Jessi IMMER lustig zugeht!

Sebastian Billaudelle:

Sebbl, unser Organisationstalent (Bergfest) und Fremdenführer in Heidelberg, interes-

sierte sich so für den Kursinhalt, dass er auch noch einen größeren Teil seiner Freizeit opferte, um mit Annette und Fabian „fachzusimpeln“ oder zu diskutieren, um seinen Wissensdurst zu stillen. Außerdem fiel er durch seine hervorragenden Computerkenntnisse (jdm: „Hö? Was macht der gerade?“) auf!

Kim Buchner:

Kim hatte das große Pech, während der Science Academy nicht Fußball spielen zu dürfen, da sie sich als leidenschaftliche Fußballspielerin und VfB-Fan einen Kreuzbandriss zugezogen hatte und deshalb mit einer Beinschiene herumlaufen musste. Zwar war sie etwas zurückhaltend, aber sie ist trotzdem ein sehr liebenswürdiger und netter Mensch mit dem man viel lachen kann!

Marie Engesser:

Marie war während der ganzen Akademie freundlich, aufgeschlossen und verstand sich auf Anhieb mit allen Leitern und Teilnehmern gut. Mit ihr konnte man über alles reden und Spaß haben. Außerdem konnte man sie wegen ihrer Disziplin in Sachen Verzicht auf Kuchen nur bewundern. Des Weiteren spielte sie den perfekten Affen und die Putzfrau bei der Theateraufführung!

Lukas Heizmann:

Lukas ist ein aufgeweckter Typ und immer nett. Er war an allem was wir erarbeitet hatten und an anderen Themen sehr interessiert. Außerdem ist Lukas ein begnadeter Pianist, was er am Konzertabend und an der Abschlussfeier zum Besten gab.

Svenja Hucker:

Svenja, unserem „Schwobemädle“, fiel es wohl nicht immer leicht, Hochdeutsch zu sprechen, was aber auf keinen Fall ihre Teilnahme am Kurs beeinträchtigte. Wie wir anderen war sie beim Experimentieren immer „voll dabei“. Sowohl im Kurs als auch außerhalb entpuppte sie sich als eine gewiefte Grinsbacke. An der Sport-KüA nahm sie mit großem Spaß und viel Bewegungsdrang teil.

Kilian Konrad:

Kili, das absolute Musikgenie: Posaune, Gitarre, Klavier, Kirchenorgel usw. - für Kilian alles kein Problem. Während der Akademie erlernte er an nur einem Tag die hohe Kunst des Trompete Spielens. Außerdem war Kilian sozusagen unser „Kursclown“, von dem sogar unsere Kursleiter Annette und Fabian noch etwas lernen konnten (z. B. Behandlung von Krebs: „Waschen mit Apfelessig“ oder „Misteltherapie“).

Julia Sattelberger:

Mit ihrer freundlichen und interessierten Art bereicherte Julia nicht nur unseren MolMed-Kurs, sondern auch die Theater-KüA und half bei vielen organisatorischen Projekten wie das Bergfest oder den T-Shirts mit. Nach der Science Academy ist sie erst einmal für ein halbes Jahr in die USA gereist, wo sie hoffentlich auch mal ab und zu an uns andere MolMeds zurückdenkt.

Lara Schuhwerk:

Lara war wohl diejenige von uns, die am schnellsten reden konnte, wenn sie unbedingt etwas loswerden wollte. Sie war immer aufmerksam bei der Sache und den anderen gegenüber hilfsbereit. Mit den ande-

ren konnte sie stets viel lachen und man konnte auch sonst mit unserer „Schnell-Rednerin“ gut reden. In der Theater-KüA konnte sie sich bestens mit ihrer Rolle als Außenreporterin „Marta Pfahl“ identifizieren.

Nicolas Stützenberger:

Nico, der „Karate-King“, konnte uns vor allem mit seiner Art zu Präsentieren immer wieder zum Lachen bringen. Beim Experimentieren war er ein guter Partner, auf den man sich immer verlassen konnte. Zu allen war er freundlich, hilfsbereit und für so manchen Spaß zu haben.

Johannes Uhl:

Auf Johannes, unseren „Hochbegabten“, konnte man immer zählen. Er war stets aufgeschlossen und interessiert. Am Anfang bestand seine einzige Schwäche darin, sich Kilians Namen zu merken (Konrad??? oder Kilian???), was er aber bald in den Griff bekam.

Matthias Reiser:

Wenn Matthias etwas nicht in seinem Protokoll vermerkt hatte, war es bestimmt nicht so wichtig. Um seine Heftführung beneideten ihn alle Teilnehmer und warteten geduldig während den Unterrichtsstunden, bis er mit seiner Mitschrift fertig war. Und außerdem haben wir ihm auch unseren süßen „Mol-Med-Hamster“ zu verdanken.

Und jetzt zu unseren Kursleitern:

Unser Schülermentor Florian Johne:

Florian, kurz Flo, war ein wichtiger Bestandteil unseres Kursleitungsteams. Er war immer bereit zu helfen wo es ging, ob beim Experimentieren oder beim Erklären von biologischen Abläufen. Doch wehe dem, der gerade nicht beschäftigt war; der wurde sofort wieder an die Arbeit geschickt. („Jetzt lesen wir das alles noch einmal durch!“)

Unsere Kursleiterin Annette:

An„nett“e, bei der das „nett“ schon im Namen steckt, wurde nie müde, uns alles immer wieder von vorne zu erklären. Sie kam mit allen Teilnehmern prima aus und wir verbrachten doch so manche lustige Minuten mit ihr. Bei Annette weiß man jedoch nie, wo sie sich gerade aufhält: Zum EWE kam sie extra aus England, dann war sie wieder eine Zeit lang in Erlangen an der Uni und jetzt hält sie sich für ein weiteres Praktikum in den USA auf.

Unser Kursleiter Fabian Unkrig:

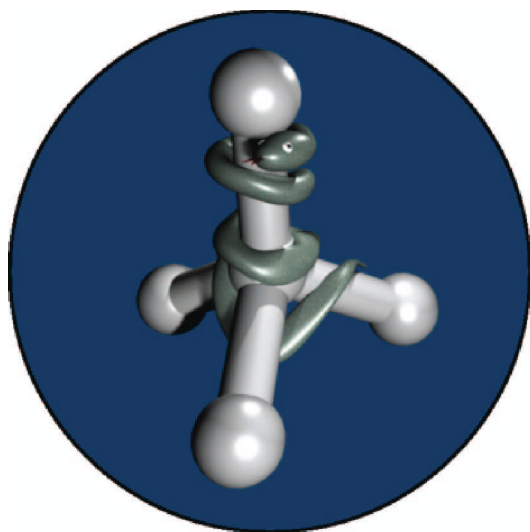
Wer mit Fabian redet, der schaut staunend zu ihm auf, was nicht nur an seiner Größe liegt, sondern auch an seinem riesigen Fachwissen. „Fabian ist ein wandelndes Lexikon wenn es um MolMed geht.“ Wir können das nur zu gut bestätigen. Außerdem ist Fabian auch eine nette und aufgeschlossene Person!

In den zwei Wochen haben unsere Leiter es geschafft uns mehr Wissen zu vermitteln, als in den letzten Jahren Biologieunterricht zusammen: **R E S P E K T ! ! !**

Was ist MOLEKULARE MEDIZIN!?

MARIE ENGESSER

Als ich meinen Freunden erzählte, dass ich in den Ferien an einem Kurs mit dem Thema Molekulare Medizin teilgenommen habe, kam fast jedes Mal die Frage: „Molekulare Medizin, was ist das eigentlich?“ Ich würde sagen, Freunde und Familie sind entschuldigt, da man nicht einmal im Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg etwas davon wusste. Hier kommt nun also für alle die Erklärung: Molekularmediziner/innen beschäftigen sich wie normale Mediziner mit dem menschlichen Körper. Aber sie arbeiten nicht direkt mit den Patienten, sondern im Labor und sind daher naturwissenschaftlich orientiert, sie interessieren sich also für die Erforschung der Grundlagen. Sie wollen beispielsweise verstehen, wie die Zellen unseres Körpers funktionieren und was genau für Vorgänge ablaufen, wenn z. B. ein Virus in unseren Körper eindringt. Im Gegensatz zu Biochemikern studieren Molekularmediziner aber ein paar Semester lang „normale“ Medizin. Molekulare Medizin läuft also immer wieder auf einen Begriff hinaus: FORSCHUNG FÜR DIE GESUNDHEIT DER MENSCHEN!



Das Eröffnungswochenende - „Warm-up“ für die Sommerakademie

JULIA SATTELBERGER

Habt ihr euch nicht auch schon gefragt, wie es eigentlich in unserem Körper aussieht und wie das alles funktioniert? Das war die Art von Fragen, die uns, 12 Schülerinnen und Schülern, unter den Nägeln brannten, als wir uns vom 15. bis zum 17. Juni 2007 zum ersten Mal im MolMed-Kurs zusammenfanden. Geleitet von Annette Hellbach, Fabian Unkrig und Florian Johné legten wir während dieses Wochenendes den Grundstock für die Reise in den Organismus Mensch. Wir verschafften uns nicht nur einen theoretischen Überblick über den menschlichen Körper und seine Organsysteme, sondern es wurden auch Herz, Leber und Niere, drei lebenswichtige Organe, genauer besprochen und anschließend seziiert.



Sezieren eines Schweineherz

Die Kursleiter haben es an diesem Wochenende geschafft, unsere Faszination für Molekulare Medizin zu wecken und unsere Vorfreude auf die Akademie weiter zu steigern. Wir fühlten uns bestens gerüstet für unsere bevorstehende „Reise in das Innere des Menschen“!

Die fünf Organsysteme der Inneren Organe

JOHANNES UHL

Die Inneren Organe übernehmen im Körper eine Vielzahl von Aufgaben. Insgesamt lassen sie sich alle einem von fünf verschiedenen Organsystemen zuordnen:

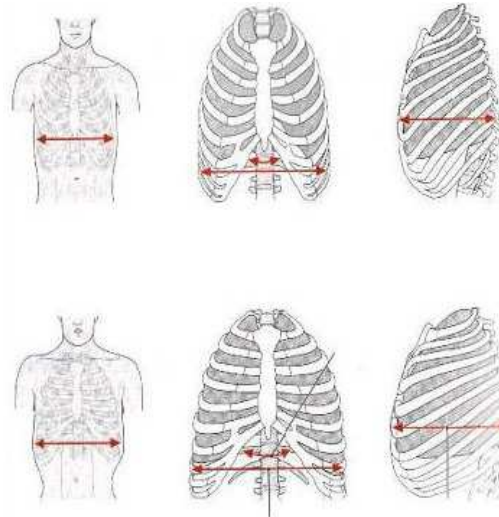
1. Der Atemtrakt

Der Atemtrakt sorgt für den Gasaustausch mit dem Blut. Das zentrale Organ des Atemtraktes ist die Lunge. Für ihre Versorgung mit sauerstoffreicher Luft und das Abführen kohlenstoffdioxidreicher Luft gibt es zwei verschiedene Arten der Atmung: Die Brustatmung sowie die Bauchatmung. Beide Arten arbeiten mit dem Prinzip, dass Luft immer zum niedrigeren Druck hinströmt. Bei der Bauchatmung zieht sich das Zwerchfell zusammen und senkt sich nach unten ab. Die daran befestigte Lunge vergrößert dadurch ihr Volumen. In der Lunge entsteht ein Unterdruck und Luft strömt entweder durch die Nase oder den Mund ein. Durch die Luftröhre gelangt sie dann in die Lunge. Nun entspannt sich das Zwerchfell wieder, das Lungenvolumen verkleinert sich, weil sich das Zwerchfell wieder nach oben wölbt, und in der Lunge entsteht ein Überdruck. So entweicht die Luft wieder.

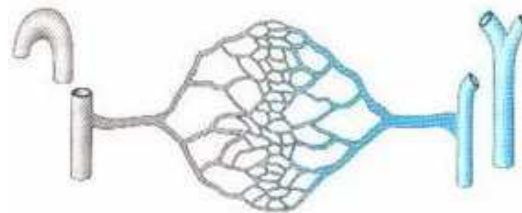
Bei der Brustatmung werden die Rippen durch Muskeln schräg nach oben gezogen, wodurch sich das Lungenvolumen vergrößert. Wenn sich die Rippen wieder senken, hat dies das Ausatmen zur Folge.

2. Das Kreislaufsystem

Das Kreislaufsystem ist das Transportsystem des menschlichen Körpers. Sein zentrales Organ ist das Herz, mit dem wir uns bei der Betrachtung der Kreislaufsystems auch am meisten beschäftigt haben. Das Herz



Die Brustatmung



Kapillaren

besteht aus zwei Vorhöfen und zwei Kammern, von denen jede kontinuierlich pro Schlag ca. 90ml Blut in das Adersystem des Körpers pumpt. Der Herzmuskel ist in der Lage sich zusammenzuziehen und sich zu entspannen. Beim Zusammenziehen des Herzmuskels wird das Blut, welches im Herzen ist, in die Arterien gepumpt. Beim Entspannen des Herzmuskels strömt Blut in die beiden Herzkammern nach. Doch die Organe des menschlichen Körpers benötigen eine kontinuierliche Blutversorgung. Wie schafft es der Körper nun, dass auch während der Entspannungsphase des Herzens der Blutstrom nicht abreißt? Hierfür können sich die herznahen Gefäße stark dehnen, wenn das Blut aus dem Herz gepumpt wird. Die Elastizität der Adern sorgt dafür, dass kontinuierlich Blut in die Adern gepresst wird.

3. Das Urogenitalsystem

Dem Urogenitalsystem gehören die Harn- und Geschlechtsorgane an. Eines der zentralen Organe ist hier die Niere, die pro Tag ungefähr 200l sogenannten Primärharn aus dem Blut abfiltriert. Wir könnten aber niemals 200l Wasser am Tag trinken. Also muss die Niere dem Primärharn Wasser entziehen, bevor der fertige Harn ausgeschieden wird. Nachdem das geschehen ist, bleiben noch ungefähr 1,5l Harn übrig, welcher bis zur Abgabe in der Harnblase zwischengespeichert wird.

4. Das Hormonsystem

Damit der Organismus im Ganzen funktionieren kann, müssen die Zellen ihre Aufgaben exakt und zu bestimmten Zeiten ausführen. Um einer Zelle nun mitzuteilen, wann diese in Aktion treten soll, besitzen wir unser Hormonsystem. Das Hormonsystem nutzt hierfür chemischen Botenstoffe, die über das Blut ihre Zielzellen erreichen. Das hat den Vorteil, dass ein großes Spektrum an Zellen erreicht werden kann, die Informationsübermittlung geht jedoch relativ langsam. Doch wie funktioniert das nun genauer? Spezielle Zellen produzieren einen Botenstoff, das Hormon, das ins Blut abgegeben wird. Es kann nun über den Blutstrom theoretisch jede Zelle des Körpers erreichen. Da es aber nur auf bestimmte Zellen wirken soll, besitzen nur Zielzellen des Hormons einen passenden Rezeptor. Das Hormon bindet an den Hormonrezeptor der Zielzelle, wodurch die Zelle beeinflusst wird. Verschiedene Zellarten, die einen passende Rezeptor besitzen, können unterschiedlich auf das gleiche Hormon reagieren, da der Vorgang innerhalb der Zelle, der als Reaktion auf die Hormonbindung abläuft, von Zellart zu Zellart verschieden sein kann.

5. Das Verdauungssystem

Um zu überleben, müssen wir Nahrung zu uns nehmen. Doch was geschieht nun mit der aufgenommenen Nahrung in unserem Körper? Die Nahrung wird über unseren Mund aufgenommen. Dort wird sie zerkleinert und erst mal gut eingespeichelt. Schon hier beginnen erste Enzyme zu wirken, die im Speichel enthalten sind, deshalb beginnt Brot, wenn man länger darauf kaut, süß zu schmecken. Danach wird der gleitfähige Speisebrei durch einen Muskelschlauch, die Speiseröhre, in den Magen befördert. Dort werden Bakterien und andere Erreger durch den Magensaft, der verdünnte Salzsäure enthält, abgetötet. Außerdem fangen weitere Enzyme an, Proteinketten zu spalten. Weiter geht es dann in den Dünndarm, über dessen stark vergrößerten Oberfläche die einzelnen Nährstoffe ins Blut aufgenommen werden. Im Dickdarm wird dem Speisebrei Wasser entzogen, sodass nur noch die für den Körper nicht weiter verwertbaren Stoffe übrig bleiben. Diese werden zuletzt über den After ausgeschieden.

Histologie

NICOLAS STÜTZENBERGER

Nachdem wir uns in der Themeneinheit Anatomie erst einmal einen groben Überblick über den menschlichen Körper verschafft hatten, gingen wir mehr ins Detail und beschäftigten uns mit Histologie (wörtlich: Gewebelehre). Die Histologie ist die Disziplin, die sich durch Mikroskopieren hauchdünner Gewebeschnitte mit der Erforschung und Beschreibung von Geweben befasst. Somit spielt sie auch für die Tumorbzw. Krebsdiagnose eine wichtige Rolle.

Es gibt vier Grundgewebearten, die wir näher behandelten: Epithelgewebe, Bindegewebe, Muskelgewebe und Nervengewebe. Im Zeitraum zwischen Eröff-

nungswochenende und dem zweiwöchigen Kurs in den Sommerferien hatte sich jeder Teilnehmer über eine dieser Gewebearten informiert. Somit konnten wir als „Experten“ für unser Teilgebiet den anderen Kursteilnehmern in einer Unterrichtsstunde über unser Thema berichten und so über alle Themengebiete etwas erfahren.

Epithelgewebe

Das Epithelgewebe bedeckt innere und äußere Oberflächen des Körpers und begrenzt sie damit. Es gibt verschiedene Arten von Epithelien, die sich in der Anordnung der Zellen unterscheiden.

Die allgemeinen Funktionen von Epithelien sind der Schutz vor Schädigungen, die z. B. durch mechanische Einflüsse oder durch Erreger hervorgerufen werden können. Außerdem bilden sie eine Diffusionsbarriere, d.h. sie hindern Stoffe daran durch Diffusion einen eingegrenzten Bereich zu verlassen. Zusätzlich ist das Epithelgewebe auch an Sekretionsvorgängen beteiligt. Sekretion wird vor allem von einer Sonderform des Epithelgewebes, dem sogenannten Drüsenepithel, betrieben. Die Drüsen dienen der Herstellung und Abgabe von Stoffen ins Blut (endokrin) oder an Oberflächen des Körpers (exokrin).

Binde- und Stützgewebe

Die Verbindungs- und Stützfunktion im Körper übernimmt das Bindegewebe. Es kommt überall dort im Körper vor, wo anderes Gewebe stabilisiert werden muss. Neben der Stützfunktion ist es auch noch für die Speicherung von Wasser, den Stoffaustausch, die Abwehr und die Reparatur in Form von Narbenbildung zuständig. Es besteht aus ortsständigen und mobilen Zellen sowie der sogenannten Extrazellulärmatrix EZM. Bestandteil der EZM sind Fasern aus Proteinen wie z. B. Kollagenfasern, die dem Gewebe Halt und Struktur verleihen.

Knorpel- und Knochengewebe sind eine Sonderform des Bindegewebes. Sie sind stabiler als das Bindegewebe und bilden so das Stützskelett des Körpers. Das Knorpelgewebe ist elastischer als das Knochengewebe und befindet sich daher unter anderem an Gelenken. In Bezug auf das Immunsystem, mit dem wir uns später im Kurs näher auseinandersetzen, ist interessant, dass man in einigen Knochen das sogenannte rote Knochenmark findet. Es kommt beim Erwachsenen z. B. im Oberschenkelknochen vor. Im roten Knochenmark werden Blutzellen wie weiße und rote Blutkörperchen (siehe unten) gebildet.

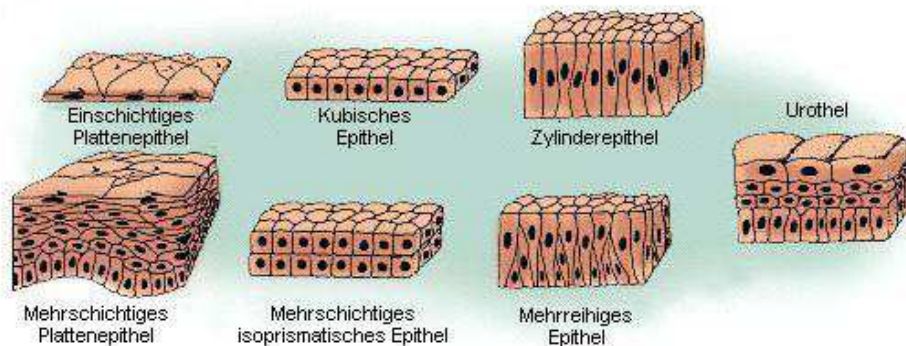


Abb.: Arten von Epithelgewebe, http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d9/Illu_epithelium_de.png, entnommen am 29.09.07

Arten von Epithelgewebe

Muskelgewebe

Muskeln sind zuständig für die mechanische Bewegung von Körperteilen, den Verschluss von Körperausgängen (z. B. den Ausgang des Magens) und die Blutzirkulation (Herzmuskel). Außerdem leisten manche Muskeln durch Muskelzittern einen Beitrag zur Konstanthaltung der Körpertemperatur. Die Muskeln des Bewegungsapparates können bewusst angesteuert wie z. B. der Triceps werden, die anderen Muskeln sind jedoch der bewussten Kontrolle entzogen wie z. B. der Herzmuskel. Die Skelettmuskeln kommen im Körper zum Beispiel am Arm vor. Sie bestehen aus einem Muskelbauch, der sich zu seinen Enden hin verjüngt. Dieser geht dann in Sehnen über, die an den zu bewegenden Skelettteilen angebracht sind. Um die Skelettteile zu bewegen, z. B. um den Unterarm zum Oberarm zu beugen, muss der entsprechende Muskel kontrahieren. Um die Stellung der Skelettteile zueinander wieder in die Ausgangsposition zurückzusetzen, benötigt man einen Gegenspieler zum beugenden Muskel, einen sogenannten Antagonisten. Wenn dieser kontrahiert wird die entgegengesetzte Wirkung erzielt, d. h. die Stellung der Skelettteile wird wieder in die Ausgangslage zurückversetzt.

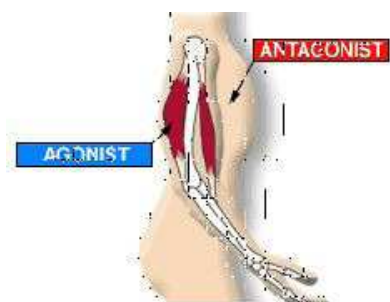


Abb.: Synergist und Antagonist bei gestrecktem Arm.
http://www.richtigfalsch.de/uploads/pics/agonistantagonistv_01.gif
entnommen am 29.09.07

Nervengewebe

Die vierte Grundgewebeart ist das Nervengewebe. Es besteht aus Nervenzellen und

Gliazellen. Die Nervenzellen sind für die Reizaufnahme und Weiterleitung zuständig. Ein Reiz kann z. B. zum Zusammenziehen eines Muskels, wie dem Bizeps im Arm, führen. Um ihren Funktionen nachgehen zu können, muss eine Nervenzelle so aufgebaut sein, dass sie Reize aufnehmen, diese Reize sammeln und sie dann schließlich weiterleiten kann. Daher besitzen Nervenzellen verschiedene Abschnitte: Sich stark verzweigende Zellfortsätze, die sog. Dendriten, das Perikaryon (Zellleib) und einen besonderen Zellfortsatz zur Reizweiterleitung, das Axon. Die Dendriten dienen als Sensoren. Durch sie werden Reize aufgenommen, im Perikaryon gesammelt und in ein Signal umgewandelt, das dann über das Axon weitergeleitet wird. Das Axon verzweigt sich am Ende in der sog. Endaufzweigung und bildet dort Kontaktstellen aus, an die Synapsen andocken. Über die Synapsen sind sie dann mit den Dendriten weiterer Nervenzellen verbunden oder sie geben direkte Signale an Zielorgane, wie z. B. Muskeln oder Drüsen.

Die Axone werden von sog. Gliazellen unterstützt. Gliazellen ernähren und isolieren die Axone und nehmen auch an Entgiftungsprozessen teil. Je dicker die Isolationschicht um ein Axon ist, desto schneller werden die Reize weitergeleitet. Die isolierten Nerven kommen gehäuft in der Peripherie vor, da dort oft weite Distanzen zurückgelegt werden müssen. Im Gehirn sind die Nerven oft markfrei (ohne Isolationschicht). Hier sind sie nur kurz verschaltet und liegen dicht gedrängt aneinander.

Das Blut

LARA SCHUHWERK

Das Blut stellte eines der Themen dar, die wir während der zwei Wochen auf der Akademie intensiv behandelt haben. Anfangs dachten wir, wir wären schon im Voraus

gut darüber informiert gewesen - immerhin haben wir 5 bis 6 Liter Blut in unserem Körper - doch wir wurden schnell eines Besseren belehrt, denn das Blut ist viel komplexer und hat mehr Funktionen, als uns anfangs bewusst war. Aber bevor wir überhaupt in die molekulare Ebene eintauchten, erarbeiteten wir erst gemeinsam die Aufgabenbereiche des Blutes, die für den Menschen lebenswichtig sind.

Lebensnotwendige Funktionen des Blutes:

- **Stofftransport:**
Mit dem Blut werden zum Beispiel Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid, Stoffwechselprodukte, Vitamine und Nährstoffe innerhalb des Körpers transportiert und an Zellen abgegeben.
- **Homöostase:**
Das Blut sorgt für die Wärmeregulation, das heißt für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur. Ebenso wird die Konstanthaltung des pH-Werts, die so genannte Pufferung, gewährleistet.
- **Signalübermittlung**
Hormone fungieren als chemische Botenstoffe innerhalb des Körpers. Um vom Ort ihrer Bildung an ihren „Einsatzort“ zu gelangen, benutzen sie das Kreislaufsystem.

Abwehr

Das Blut spielt eine zentrale Rolle bei der Immunabwehr, um gegen körperfremde Stoffe, besonders Krankheitserreger, zu agieren. Vor allem die im Blut vorhandenen weißen Blutkörperchen unterstützen die Abwehr und übernehmen wichtige Aufgaben des Immunsystems.

Ein „blutiges“ Praktikum

Nachdem wir schließlich den ersten Arbeitsschritt erfolgreich bewältigt hatten, war unser Wissensdurst nicht mehr zu stillen und unsere Motivation nicht mehr zu bremsen. Wir wollten nun nicht weiter über Oberflächlichkeiten sprechen, sondern mit Details vertraut gemacht werden. So tauchten wir ab in die sagenhafte molekulare Welt der Zellen. Und schon gleich kam die erste praktische Überraschung, von der wir ausnahmslos begeistert waren, denn wir durften unseren eigenen Blutausstrich herstellen. Dabei entstanden gleich die ersten kleineren Schwierigkeiten bzw. Hemmungen: Wie kommt man an sein eigenes Blut heran, ohne sich weh zu tun? Die Antwort war jedoch relativ schnell gefunden. Während sich die einen hemmungslos die Hämostiletten selbst in den Finger „rammten“, bekamen die anderen aufbauende Zusprüche und wurden von allen Seiten von unserem Team unterstützt, was meistens so komisch und lustig war, dass es zügig in atemberaubendes und wildes Gelächter ausartete. Als wir uns schließlich alle vor lauter Lachen nur noch den Bauch hielten, war der „nicht auszuhaltende Schmerz“ und „der lebensbedrohliche Blutverlust“ schon wieder vergessen. Nach der ein oder anderen Lachnummer, die doch für alle ein sehr erfrischenden und auflockernden Effekt zu Folge hatte, was bei uns im MolMed-Kurs nicht gerade selten vorkam, waren wir wieder mental gestärkt und natürlich sofort wieder auf das Wesentliche konzentriert. Schlussendlich hatten dann auch die Letzten ihren Blutstropfen erfolgreich auf dem Objektträger platziert, mit verschiedenen Lösungen eingefärbt und präpariert und schließlich waren alle gewappnet für den ersten Blick auf sein eigenes Blut durch das Mikroskop. Was doch sehr beeindruckend war, wenn der Blutausstrich geglückt war. Und so lernten wir die Bestandteile des Blutes kennen.

Die Bestandteile des Blutes

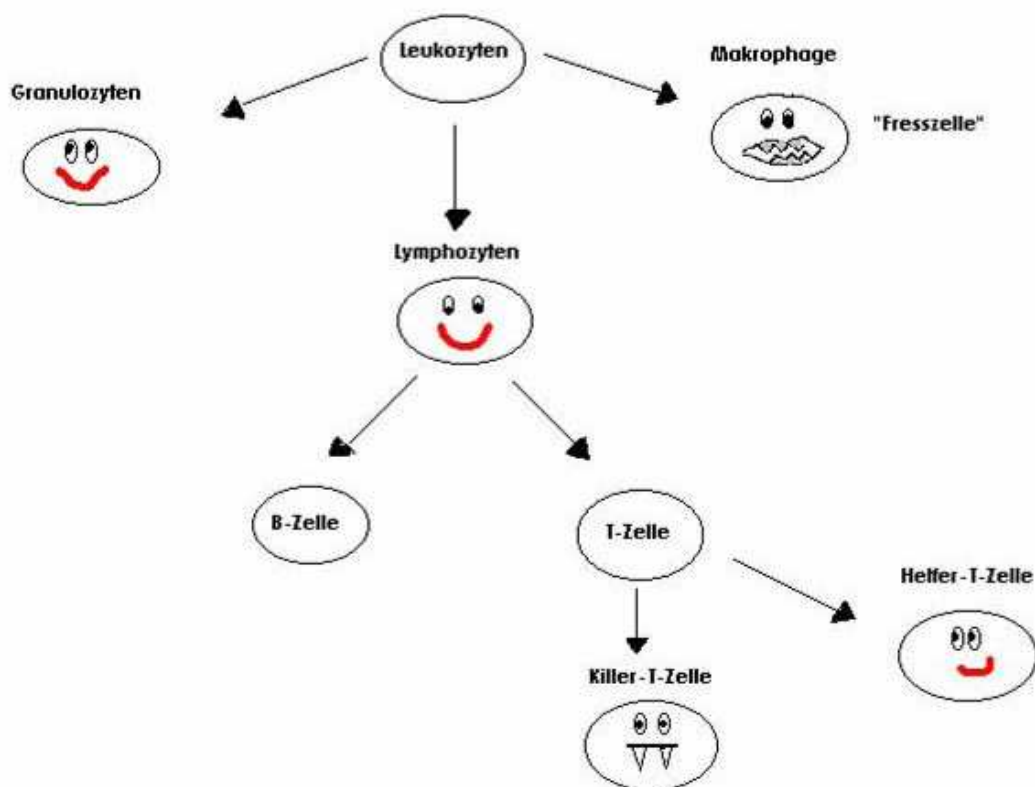
Das Blut besteht aus dem so genannten Blutplasma („Blutflüssigkeit“) sowie aus verschiedenen Blutkörperchen, die im Knochenmark gebildet werden und in der Milz wieder abgebaut werden.

- **Rote Blutkörperchen (Erythrozyten)**

Erythrozyten sind für den Sauerstofftransport verantwortlich. Sie enthalten den roten Blutfarbstoff Hämoglobin. Dieser Stoff bindet den Sauerstoff, der dann an den roten Blutkörperchen durch den Körper transportiert wird. Dazu haben wir ebenfalls einen Versuch durchgeführt, in dem wir unseren Hämoglobingehalt im Blut bestimmt haben.

- **Blutplättchen (Thrombozyten)**

Die Thrombozyten sind keine richtigen Zellen, sie sind nur Zellabschnürungen von Megakaryozyten und besitzen keinen Zellkern. Sie dienen dem Wundverschluss und der Blutgerinnung. Wenn man eine blutende Wunde hat, dauert es nicht lange bis der Blutfluss aufhört. Genau das machen diese Blutplättchen. Sie verschließen die Wunde, damit keine Erreger wie Bakterien in die Blutbahn eintreten können und kein Blut mehr austreten kann.



Übersicht über die verschiedenen Arten von weißen Blutkörperchen

- **Weißer Blutkörperchen (Leukozyten)**

Weißer Blutkörperchen sind praktisch die Polizisten in der Blutbahn. Als Teil des Immunsystems sind sie besonders wichtig bei der Abwehr von Fremdstoffen und Krankheitserregern. Leukozyten kann man in drei Gruppen einteilen. Einmal in die Granulozyten, sie sind für die Entzündungsreaktionen verantwortlich, für die Abwehr von Würmern zuständig und bilden Enzyme, die Erreger auflösen. Dann gibt es noch die Lymphozyten und die Makrophagen. Die Lymphozyten bilden auch wieder zwei verschiedene Klassen, nämlich die B-Zellen, die für die Antikörperproduktion zuständig sind, und die T-Zellen. Bei diesen unterscheidet man zwischen T-Helfer-Zellen und T-Killer-Zellen. Wie der Name schon sagt, helfen die TH-Zellen den B-Zellen bei der Antikörperproduktion und die TK-Zellen töten körpereigene infizierte Zellen ab. Die Makrophagen schließlich sind die „Müllmänner des Körpers“, denn sie „fressen“ Krankheitserreger und von TK-Zellen getötete Zellen, die sie dadurch beseitigen.

Das Immunsystem

KIM BUCHNER

Das Immunsystem - am Anfang konnten wir uns unter diesem Begriff noch nicht so viel vorstellen. Also haben wir erstmal von hinten angefangen: „Was wäre eigentlich, wenn wir gar kein Immunsystem hätten?“

Dazu haben wir Münzen oder beispielsweise eine Türklinke in den Nährboden einer Petrischale gedrückt. Diese Proben wurden dann zwei Tage im Brutschrank bei 37°C, also der Körpertemperatur des Menschen, gelagert. Es hatten sich viele Bakterien und

Pilzkolonien auf dem Nährboden gebildet. Wenn wir also kein Immunsystem hätten, würden solche Pilze und Bakterien auch bei uns im Körper wachsen!



Eine Petrischale mit Bakterienkultur

Die Funktion des Immunsystems ist somit klar. Es soll Antigene (also z. B. Bakterien und Viren) davon abhalten, in den Körper einzudringen und dort Schaden anzurichten. Aber wo befindet sich das Immunsystem eigentlich genau und wie geht es gegen die Antigene vor?

Für das Immunsystem spielen die sogenannten lymphatischen Organe eine große Rolle, die man in primäre und sekundäre unterteilt. Zu den primären lymphatischen Organen zählt man das Knochenmark und den Thymus. Im Knochenmark werden die B- und T-Lymphozyten gebildet. Die T-Lymphozyten wandern dann später zur Ausreifung in den Thymus. Nach ihrer Ausreifung wandern die B- und T-Lymphozyten in die sekundären lymphatischen Organe. Das sind z. B. die Lymphknoten, die Milz, die Mandeln und in die Peyer-Plaques im Darm.

Das Immunsystem kann man in das angeborene und das adaptive (d.h. anpassungsfähige) Immunsystem untergliedern. Wir haben uns das adaptive Immunsystem näher angeschaut.

Um besser verstehen zu können, wie die Abwehr gegen die Antigene abläuft, haben wir in sehr anspruchsvoller Bastelarbeit ein

Zellmodell aus Styroporkugeln gebastelt.



Mit Hilfe dessen konnten wir uns die einzelnen Schritte besser vorstellen:

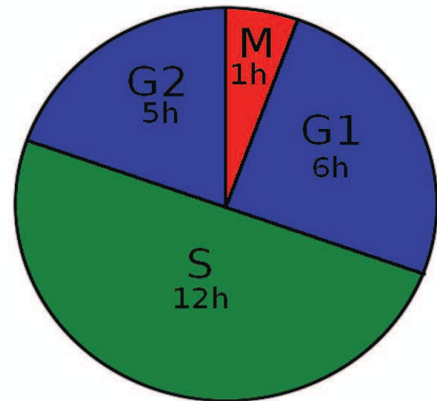
- Antigen kommt in den Körper
- B-Zelle nimmt das Antigen in sich auf und präsentiert Stücke von Antigen-Proteinen auf der Oberfläche
- B-Zelle und T-Helfer-Zelle aktivieren sich gegenseitig
- B-Zelle produziert Antikörper, die das Antigen bewegungsunfähig machen
- Makrophage (Fresszelle) nimmt das Antigen in sich auf und zersetzt es in seine Bestandteile
- T-Killer-Zelle gibt den körpereigenen infizierten Zellen Signale zur Apoptose (Selbstzerstörung)
- Gedächtnis-B-Zelle "merkt" sich das Antigen, sodass bei der nächsten Infektion mit dem selben Erreger schneller Antikörper hergestellt werden können.

Das ist allerdings nur ein ganz kleiner Teil des wahnsinnig komplexen Immunsystems, ohne das wir nicht überleben könnten.

Der Zellzyklus

JESSICA BERNEISER

Jetzt kennen wir schon verschiedene Zellarten und deren Aufgaben. Doch wie sieht



Aufteilung des Zellzyklus

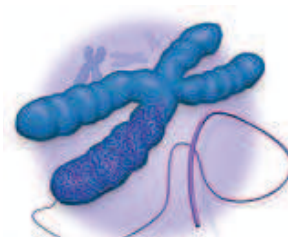
S: Synthesephase

M: Mitosephase

G: Zwischenphase

nun das Leben einer solchen Zelle von ihrer Entstehung bis hin zu ihrer Teilung aus?

Die DNA liegt im Normalfall als einzelner DNA-Strang vor und ist an bestimmte Proteine gebunden. In der Mitosephase wird sie aber komprimiert. Diese Form bezeichnet man als Chromosomen. Im Zellkern jeder menschlichen Zelle sind 46 Chromosomen vorhanden.



Ein X - Chromosom

Davon wurden jeweils 23 vom Vater und 23 von der Mutter vererbt. Jedes Chromosom besteht aus zwei identischen Chromatiden. Soll sich eine Zelle nun teilen, so wird jeweils ein Chromatid an die Tochterzellen weitergegeben.

Nach der Mitosephase findet die Zellteilung statt. Die neu entstandenen Zellen müssen zunächst in einer Ruhepause (G1) Stoffe

für die Synthesephase herstellen, um „Kraft zu tanken“.

In der Synthesephase wird die DNA nun verdoppelt, so dass für die nächste Zellteilung jeweils wieder zwei identische Chromatide vorliegen.

Ob die DNA erfolgreich verdoppelt wurde und keine Fehler vorliegen, wird in der G2-Phase überprüft und Fehler werden im Notfall korrigiert. Nun ist die Zelle bereit für die nächste Zellteilung und tritt somit wieder in die M-Phase ein, jetzt ist der Zyklus geschlossen.

Ausdifferenzierte Zellen:

Ausdifferenzierte Zellen sind Zellen, die sich nicht mehr teilen. Anstelle der G1-Phase kommt nach der Mitosephase eine G0-Phase, in der die Zelle alle weiteren Entwicklungsprozesse stoppt.

Natürlich kann es passieren, dass der Zellzyklus (z. B. durch Fehler in der DNA) außer Kontrolle gerät und die ausdifferenzierte Zelle wieder anfängt sich zu teilen. Um zu verhindern, dass sich fehlerhafte Zellen teilen, gibt es sogenannte Checkpoints. Im Zweifelsfall wird an diesen Kontrollpunkten dafür gesorgt, dass Fehler behoben bzw. wenn dies nicht mehr möglich ist, die Zelle abgetötet wird.

Checkpoints

Es gibt folgende Checkpoints:

- **Metaphase Checkpoint:**
Kann die Mitose richtig ausgeführt werden? Es wird überprüft, ob die Chromosomen an der richtigen Stelle der Zelle angeordnet sind.
- **G1-Checkpoint:**
Kann die Zelle in die S-Phase eintreten? Liegt die DNA fehlerfrei (d. h. ohne Mutationen) vor?

- **G2-Checkpoint:**

Kann die Zelle in die Mitosephase eintreten? Ist die gesamte DNA verdoppelt?

Cycline:

Stoffe, die den Zellzyklus vorantreiben. Cycline wirken mit sogenannten Cdk (Cyclin dependent kinases). Cyclin-Cdk-Komplexe sind nur in bestimmten Phasen des Zellzyklus aktiv (M, G1, S). Durch Cyclin-Cdk-Komplexe werden Proteine phosphoryliert (Phosphatgruppe wird angehängt), die den Zellzyklus vorantreiben, dies führt zur Zellteilung.

Krebs

LUKAS HEIZMANN

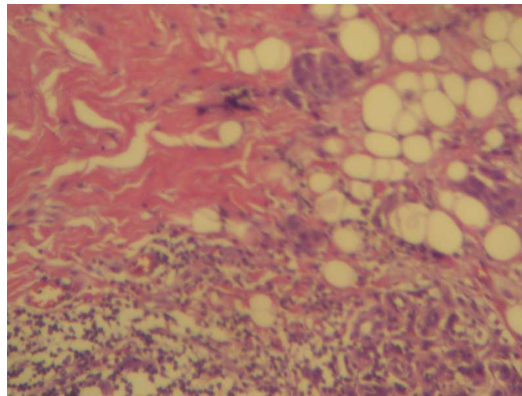
Entstehung

Wie wir schon gesehen haben, unterliegt der Zellzyklus einer genauen Regulation. Gerät das Wachstum der Zellen außer Kontrolle, entstehen Tumore. Diese Krebszellen können auf Grund von Mutationen bestimmter Gene, obwohl sie eigentlich ausdifferenziert sind, ungehindert proliferieren (sich vermehren). Mutationen können auf verschiedene Art und Weise entstehen. So zum Beispiel in Folge von Bestrahlung oder erbgutschädigenden chemischen Substanzen. Meist verlaufen die Mutationen für die betroffenen Zellen tödlich, was für den Gesamtorganismus nicht weiter schlimm ist, da sich in der näheren Umgebung noch genügend andere teilbare Zellen befinden. Allerdings kann es auch passieren, dass die Zelle weiterlebt. Diese gibt ihre eigentliche Aufgabe auf und teilt sich unkontrolliert. Manchmal bilden sie auch Metastasen, d. h. weitere Tochterzellen verteilen sich überall

im Körper, wo sie normalerweise nichts zu suchen haben. Es gibt zwei Arten wachstumsregulierender Gene. Zum einen die Proto-Onkogene, die die Zellvermehrung fördern und zum anderen die Tumorsuppressor-Gene, die das Wachstum hemmen. Mutiert ein Proto-Onkogen so, dass es zur Entstehung von Tumoren beiträgt, nennt man es Onkogen. Wir haben viele Proto-Onkogene, die für verschiedene Proteinklassen codieren. Es können sich zum Beispiel Rezeptoren in der Zellmembran so verändern, dass sie auch ohne bindenden Wachstumsfaktor Signale ins Zellinnere weiterleiten. Zu den zytoplasmatischen Übermittlerproteinen gehören alle Proteine, die an der Signalübermittlung vom Rezeptor bis zum Zellkern beteiligt sind. Mutiert das Ras-Protein, ein Protein in der Oberfläche-Zellkern Signalkaskade, so dass es nicht mehr in der Lage ist, sich selbst zu deaktivieren, sendet es ständig Signale an den Kern; die Zelle wächst unaufhörlich. Das MYC-Protein ist ein Transkriptionsfaktor, der verschiedene Gene aktiviert, die in das Zellwachstum involviert sind. Bei Veränderungen kann dieses Protein überaktiv sein und Wachstumsgene werden zu häufig abgelesen. Tumorsuppressor-Gene codieren für Proteine, die die Proliferation hemmen. So zum Beispiel das p53. Es sorgt für die Expression von p21, welches den Cyclin-CDK-Komplex hemmt, und somit den Zellzyklus stoppt. Mutiert dieses Gen nun, kann die Zelle der Apoptose (programmierter Zelltod) entgehen.

Behandlung

Es gibt mehrere Behandlungsmethoden. Bei der Chemotherapie werden durch chemische Zellgifte schnell proliferierende Zellen im Wachstum gehemmt. Der Nachteil ist, dass damit auch gesunde Gewebe geschädigt werden. Meistens fallen die Haare aus und das Immunsystem wird geschwächt. Daher ist manchmal eine Knochenmarks-



Schnitt eines Brustgewebes mit einem Mamma - Ca (Brustkrebs)

transplantation notwendig. Durch Bestrahlung können Tumorzellen auch abgetötet werden. Manche solide Tumore können mittels OP entfernt werden. Eine weitere Behandlungsmethode ist die Immuntherapie, bei der Krebszellen durch das Immunsystem in die Apoptose geschickt werden. Dabei macht der Körper es sich zu nutze, dass Tumorzellen auf ihrer Oberfläche Proteine präsentieren, die von dem Immunsystem erkannt werden können. Dies ist allerdings nicht so einfach, da Krebszellen ja körpereigene Zellen sind, die das Immunsystem normalerweise nicht angreift.

Exkursion ins Deutsche Krebsforschungszentrum Heidelberg

SEBASTIAN BILLAUDELLE

Schlossbesuch

Am Donnerstag, den 30.08.2007 stand ein Besuch im Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) auf dem Plan. Da wir erst um 12:30 Uhr im DKFZ erwartet wurden, ließen wir es uns nicht nehmen, die 301 Stufen zum Schloss zu erklimmen und im Schlossgarten gemütlich zu picknicken. Zum Schlendern durch die Hauptstraße blieb uns

dann allerdings keine Zeit mehr - die Pflicht rief. . .



Picknick im Schlossgarten

DKFZ

Pünktlich im DKFZ angekommen, wurden wir an der Pforte von Herrn Dr. Beckhove abgeholt, der uns ein paar Stockwerke höher in einen Konferenzraum führte. Dort weihte er uns in die Grundlagen seines Forschungsgebietes ein, wobei viele Aspekte, die im Kurs behandelt worden waren, zur Sprache kamen. Nach diesen grundlegenden Informationen sprach er die wichtigsten Punkte und konkreten Fragestellungen seines Forschungsprojektes an. Hier war eine der zentralen Fragen, ob Tumore vom Immunsystem überhaupt erkannt werden können oder nicht. Tatsächlich ergaben Versuche, dass bei einem Teil einiger untersuchter Mamma-Karzinom-Patienten eine gewisse Anzahl tumorspezifischer TK-Zellen aufzufinden waren. Es stellte sich weiterhin heraus, dass, je nach Tumor, zwischen 30% und 100% der Patienten eine Immunantwort aufweisen.

Auf die Frage unter welchen Umständen das Immunsystem Tumore erkennen kann, erläuterte Herr Beckhove, dass einige Versuche ergaben, dass es keine Rolle spielt, ob sich in den lymphatischen Organen Tumor-Antigene befinden oder nicht und wie weit fortgeschritten oder wie groß der Tumor ist. Vielmehr ist es notwendig, dass der Tumor

gutartig ist, damit die TK-Zellen diesen erkennen können (Dies ist bei bösartigen Tumoren nicht möglich, da sich die Antigene sehr stark von denen des Körpers unterscheiden, und die TK-Zellen, die eine geringe Affinität zu körpereigenen Antigenen aufweisen, im Thymus äussortiert“ werden, da die Wahrscheinlichkeit, dass die Zelle ein Antigen erkennt, nur sehr gering ist.). Bösartige Tumore, deren Antigene sich stark von denen des Körpers unterscheiden, werden vom Körper hingegen nicht mit einer Immunreaktion des Typs „TH1“ (mit TK-Zellen) bekämpft, sondern mit einer „TH2“-Antwort, bei denen B-Zellen tumorspezifische Antikörper herstellen, welche im Bezug auf Tumore nicht so wirksam ist.

Da nun festgestellt worden war, dass bei manchen Patienten prinzipiell eine Immunantwort stattfindet, musste man natürlich die Wirksamkeit dieser Antwort überprüfen. Um diese Frage beantworten zu können, führte das Team um Dr. Beckhove folgende Studie durch: Künstlich aktivierte TK-Zellen wurden in einer Maus mit dem spezifischen Tumor konfrontiert. Tatsächlich war der Ansatz erfolgreich: Innerhalb von 60 Tagen war der Tumor verschwunden. Doch gilt dies auch für eine Therapie bei Menschen? Bei einer Studie, bei denen Patienten mit künstlich aktivierten T-Zellen geimpft wurden, ergab sich, dass 90% der betreuten Patienten noch 5 Jahre nach der Impfung lebten - ein großer Fortschritt, wenn man bedenkt, dass die durchschnittliche Überlebensdauer ohne Impfung bei nur einem Jahr liegt.

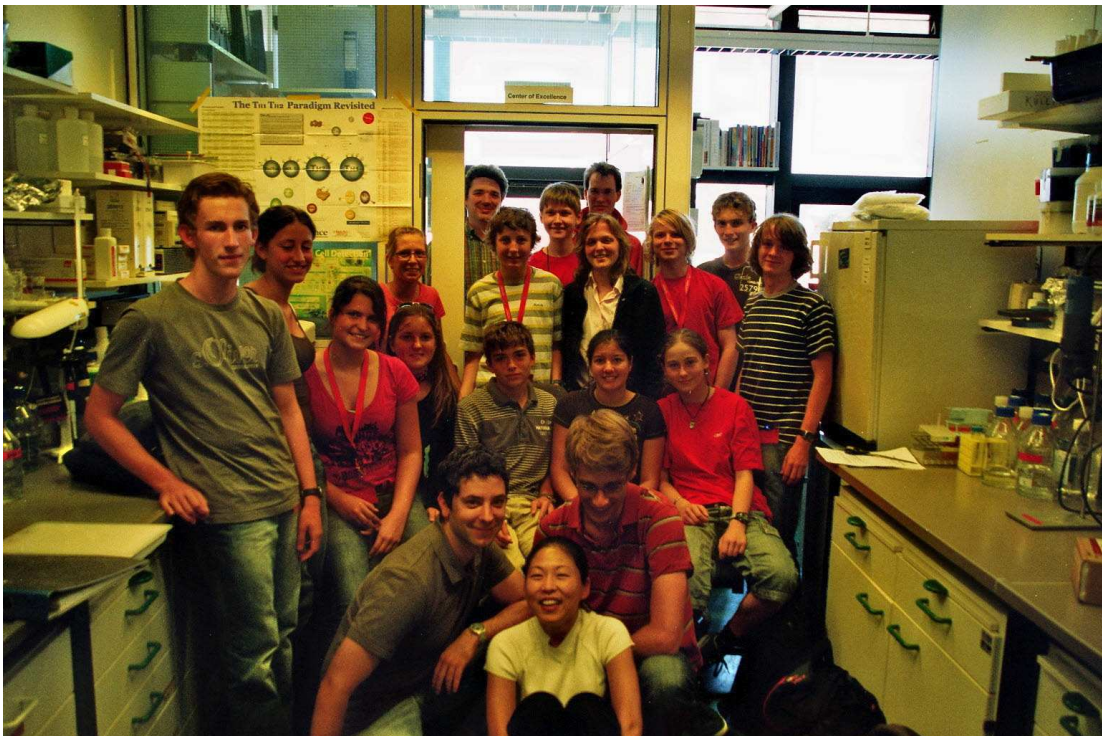
Nun stellte sich natürlich die Frage warum das Immunsystem Tumore nicht von alleine abstoßen kann. Eine mögliche Erklärung dafür sind sogenannte Treg-Zellen (regulierende T-Zellen), bei denen es sich der Theorie nach um T-Zellen mit einer bestimmten Bindungsaffinität an Antigene handelt, deren Existenz jedoch noch nicht abschließend geklärt ist. Vor etwa 30 Jahren wur-

den die „T-Rex“-Zellen entdeckt. In den letzten 20 Jahren wurde ihre Existenz als eigene Klasse von Zellen allerdings in Frage gestellt. In letzter Zeit geht man wieder davon aus, dass es sie als eigene T-Zell-Klasse gibt. Treg-Zellen behindern APCs (Antigenpräsentierende Zellen) in ihrer Funktion Antigene zu präsentieren. Dadurch werden die TK-Zellen nicht aktiviert und somit der Tumor nicht bekämpft. Tumore haben einem Mechanismus entwickelt, der es ihnen ermöglicht, besonders viele Treg-Zellen anzulocken, die den Tumor dann vor dem Immunsystem schützen. Wenn die Treg-Zellen für das Ausbleiben einer Immunantwort gegen Tumore verantwortlich sind, so eine Idee, der in der Gruppe von Herrn Beckhofe nachgegangen wurde, könnte man ja einfach die Treg-Zellen entfernen. Entsprechende Experimente ergaben jedoch, dass es zu starken Autoimmunreaktionen kommt, wenn man diese Zellen aus dem Körper entfernt. Dies liegt daran, dass die Treg-Zellen normalerweise Autoimmunreaktionen unterdrücken.

Nachdem Herr Beckhofe seinen Vortrag beendet hatte, wurden wir von Doktoranden durch die Laboratorien seiner Gruppe geführt. Wir erhielten zu einigen Teilbereichen seiner Projekte nähere Informationen, insbesondere zu den Labortechniken, die in der Arbeitsgruppe angewandt werden.

Abschluss im „Café Botanik“

Weil wir vor der Rückreise noch etwas Zeit hatten und sich auch MolMeds nicht nur von Luft und Liebe ernähren können, beschlossen wir, unseren Exkursionstag im „Café Botanik“ ausklingen zu lassen.



Gruppenbild im Labor



Essen im „Café Botanik“

Die netten Kleinigkeiten im MolMedler Leben

SVENJA HUCKER

Von Pizzaessen, Kuchenessen und Gutenachtgeschichten ...

In unserem Kurs wurde nicht nur schwer gearbeitet und gelernt, sondern wir hatten auch eine ganze Menge Spaß, wie die folgenden Texte zeigen werden...

Der Rotationsvorbereitungstag

Nachdem die Hälfte unseres Akademieaufenthaltes vorbei war, sollte jeder Kurs am Sonntag eine Rotationspräsentation halten. Daher kam es, dass wir am Samstag davor unsere Präsentationen fleißig übten. Ein paar Tage vorher kam die Frage auf, ob wir nicht einmal Pizzen holen könnten. So war dann der Übungstag für die Rotation wie dafür geschaffen. Wir übten den ganzen Tag. Zur Abendessenszeit zog dann Annette mit ihren Helfern (Marie und Lukas) los, um die Pizzen zu holen.

Die Belohnung: frische Pizzen So saßen wir dann ganz entspannt im Gras und aßen unsere Pizzen. Nach kurzer Zeit kam Markus vorbei. Aber wie sollte es anders sein, kamen gleich darauf auch noch ein paar andere Akademieteilnehmer zu uns, die jedoch, im Gegensatz zu Markus, der natür-

lich nur gekommen war, um sich mit uns zu unterhalten, nur auf unsere Pizzen aus waren. Jedoch zogen sie dann doch recht schnell von dannen, nachdem sie erkannt hatten, dass sie von unseren Pizzen, die wir uns hochgradig verdient hatten, garantiert nichts abbekommen würden. Nach genüsslichem Verzehr machten wir uns dann doch wieder an die Arbeit um unseren Präsentationen noch den letzten Schliff zu verleihen. Danke an alle, die uns das Pizzaessen ermöglicht haben (bestellen, abholen, erlauben, zahlen)!



Neben den Pizzen gab es auch andere Genüsslichkeiten zu verspeisen. Dazu zählten, neben den gewonnenen „Riesen“, die wir als glückliche Zweitplatzierte bei den High-Land-Games entgegen nahmen auch die zahlreichen Geburtstagskuchen.

Happy Birthday

Zuerst hatte Kili (Kilian Konrad) Geburtstag und Annette überraschte uns alle mit einem leckeren mit Kirschen gespickten Käsekuchen. Natürlich aß Kili den Kuchen nicht allein, sondern jeder bekam ein großes Stück davon ab. Da es während der Akademiezeit nicht nur ein Geburtstagskind gab, sondern gleich mehrere, durften wir noch einen leckeren Geburtstagskuchen in unserem Kurs verzehren, nämlich den von Sebl (Sebastian Bilaudelle). Dieses Mal backten Marie, Jessi und Julia den Kuchen. Ihr Resultat: Ein wirklich sehr gelungener

Zwetschkuchen. Auch dieser Kuchen wurde großzügig mit den Kursteilnehmern geteilt! Ein Dankeschön an unsere Bäcker und an die Geburtstagskinder, die ihre Leckereien immer bereitwillig mit uns geteilt haben.

Gutenachtgeschichte - Garantie für besseres Einschlafen . . .

Eine Gutenachtgeschichte bei der Science Academy 2007? Das klingt doch etwas seltsam! Aber wie kam es überhaupt dazu? Da manche sehr großes Interesse an Immunologie zeigten, schlug Annette eher aus Spaß vor, dass sie uns eine Gutenachtgeschichte darüber vorlesen könnte. Gesagt, getan! Treffpunkt: Treppe zwischen dem Jungen- und dem Mädchenstockwerk; 22:10 Uhr. Doch nach einer Weile waren so viele Interessierte da, dass man die Lesung in das Zimmer von Marie, Julia und Jessi verlegte. So wurde dann die erste Gutenachtgeschichte von Annette, Fabian und Georg vorgelesen. Anfangs erzählten sie etwas über Immunologie und dann lasen sie uns einen Abschnitt aus Goethes Faust vor (Der Mensch im Reagenzglas).



. . . und süßere Träume

Die zweite Gutenachtgeschichte fand dann wenige Tage später im Zimmer von Carmen, Britzi und Kim statt. Auch hier waren wieder nicht nur MolMedler anwesend,

sondern auch viele andere, die mehr oder weniger interessiert, zuhörten. So saß man dann meist bis 10 min nach der Schlafenszeit (22.30 Uhr) doch noch bei der Gutenachtgeschichte, weil keiner etwas verpassen wollte und somit keiner als erster aufstehen wollte. Auch hier ein Dankeschön an die Zimmerspender und an Annette, Fabian und Georg fürs Vorlesen!!

Fazit

KILIAN KONRAD

Wenn man im Akademie-Programm 2007 unter dem Kapitel „Qualitätsmerkmale für JuniorAkademien“ nachschlägt, findet man als Zielvorstellung: „Die Jugendlichen sollen eine ganzheitliche Herausforderung erleben. Es soll die Möglichkeit zur Selbstentfaltung und zum Kennenlernen bestehen.“ Inwieweit wurden die zwei Wochen in Adelsheim diesem Anspruch gerecht? Wurde dieses Ziel erreicht? Zum ersten Kennenlernen trafen wir uns am Eröffnungswochenende und wurden auch gleich mit kleineren Herausforderungen konfrontiert, nicht zuletzt durch die „Hausaufgabe“, ein Thema mit Hilfe von medizinischer Fachliteratur bis zum Akademiebeginn so vorzubereiten, dass wir den Inhalt den anderen Gruppenmitgliedern verständlich vermitteln konnten.

Als wir uns im August wiedersahen stellten wir fest, dass wir nicht nur ein gleich großes Interesse an Wissenschaft hatten, sondern uns auch persönlich ähnlich waren. Spätestens nach zwei Tagen fühlten wir uns nicht nur zur Akademie zugehörig, wo man allgemein von der „Akademie-Familie“ sprach, sondern vor allem zu unserem Kurs. Dieser „Kursgeist“ erreichte seinen Höhepunkt bei den Highland-Games. Wir erreichten mit unserem Schlachtruf „WAS MACHEN WIR? GEWINNEN! WAS MACHEN DIE ANDEREN? APOPTOSE!“, den 2. Platz.

Während der vierzehn Tage im Sommer eigneten wir uns viel Wissen an und hatten dabei jede Menge Spaß; Fabian erzählte uns von seiner Beziehung mit einem Medizinbuch und Annette ihre Gutenachtgeschichten. Das Ziel unseres Kurses, mehr über Tumor- und Krebsentstehung bis hin zur Heilung zu erfahren, wurde dann noch durch einen Besuch des DKFZ (Deutsches Krebsforschungszentrum) gekrönt. Hier erhielten wir einen Einblick in die aktuelle Forschung.

Abschließend bleibt nur noch zu sagen: Es waren zwei sehr lohnende Wochen und neben neuen Freunden, gewannen wir auch Anregungen für Praktika und Literatur. Unsere drei Leiter versprachen uns weiterhin für Fragen als Ansprechpartner zur Verfügung zu stehen.

Herzlichen Dank an Annette, Fabian, Florian und natürlich an den gesamten Kurs. Es waren zwei unvergessliche Wochen!!!

KURS CHEMIE: ein Fest für alle Sinne

Einleitung

THUC-AN MAI UND WIEBKE GRAHNEIS

In diesem Jahr war das Leitthema unseres Chemiekurses „Chemie - ein Fest für die Sinne“. Wir beschäftigten uns mit den verschiedenen Sinneswahrnehmungen. Unsere Großthemen waren die Geschmackswahrnehmung, die Farbigkeit, sowie der Geruch. Unser Ziel war es, am Ende der Akademie die chemischen Vorgänge in den Stoffen wie z.B. den Farbwechsel der Blätter im Herbst zu verstehen und auch erklären zu können. Jedes Thema wurde durch ein Referat von den Teilnehmern eingeführt. Da in der Chemie auch sehr viel praktisch gearbeitet werden kann, stand uns ein Schullabor zur Verfügung, in dem wir nach der Theorie sehr viele Versuche durchgeführt haben, die entweder zur Veranschaulichung einer Theorie dienten oder auch als Einführung eines neuen Themas. Zusätzlich durften wir Chemiker einen Ausflug in die Universität Heidelberg machen. Dort ermöglichten uns die Professoren einen Einblick in das Leben in der Universität, sowie das Gefühl in einem gut ausgestatteten Labor zu arbeiten. Unser diesjähriges Akademie Motto „Die Quinta Essentia“ und der damit verbundene Blitz brachte die Akademie auf „Men/Women in Black“ und da der Film von Außerirdischen handelt, kamen wir auf die Idee, unsere Dokumentation aus der Sicht von Außerirdischen zu schreiben, aber sehen Sie selbst. Zu Beginn möchten wir unseren Kurs und seine Teilnehmer vorstellen.

Steckbrief des Chemie-Kurses

Vollständiger Name:

„Chemie - ein Fest für die Sinne“

Gattung:

Science Academy Baden-Württemberg 2007

Vorkommen:

- Über ganz Baden-Württemberg verteilt
- Nur 12 Exemplare einschließlich Kursleiter und Kursmentorin

Lebensraum:

Wechselt andauernd von mickrigen Klassenzimmern zu Schul- bzw. Universitätslaboren und Stufensälen.

Äußere Merkmale:

- gelbe Namensschilder
- Laborkittel
- Schutzbrille
- Gestank aufgrund des Experimentierens mit Düften

Ernährung:

- Schokokuchen von Amrei (mit viel Liebe gebacken)
- Tonic Water
- Komisch verfärbte Puddings

Erfolgreicher Schlachtruf (entstanden bei den Highland Games):

CHEMIE, CHEMIE, WIR STINKEN WIE NOCH NIE!!!!

Wir sind der Chemie-Kurs:

Anna Heinzmann:

Anna ist die Ruhige und Zuverlässige aus unserem Kurs. Als Superköchin verwöhnte sie uns mit leckerem Essen und auch ihr Haargel stellte sie bereitwillig für spontane Aktionen zur Verfügung. Sie liest unglaublich gern und viel. Vor allem beim Chor fällt sie durch ihre hohe Stimme auf, echt talentiert!

Daniel Krauter:

Daniel ist immer gut drauf und für alles zu haben. Er verhält sich in jeder Situation höflich und sagt zu jeder Zeit, an jedem Ort und zu jeder Person „Oh, das find ich voll nett! Danke!“ Nach Aussagen einiger Zeugen soll er eine unschuldige Fliege mit dem berühmt berüchtigten Fliegenschutzmittel Anti-Brumm ermordet haben. Weiterhin ist er ein begnadeter Theaterspieler und ein super Tänzer.

Johanna Senst:

Johanna ist eine tolle Gesprächspartnerin, mit der man über viele interessante Themen reden kann. Sie hilft, wo sie kann oder steht auch einfach nur nachmittags in der Küche und backt. Ein äußerst fröhliches Gemüt, das immer gute Laune mit sich bringt; jemand, mit dem man im Labor singen kann (und auch außerhalb).

Julian Bucksmaier:

Julian ist der Chemie-Checker, das Orga-Talent und nebenbei auch noch ein Schwede. Er beglückte uns mit vielen tollen Referaten und Diskussionen. In der Tat kann man mit ihm über eigentlich alles diskutieren. Doch auch ein Julian hat negative Seiten: Er kann nicht alle Namen so aussprechen wie sie es gern hätten („Thuc“ ohne „An“) und ist ein kleiner Pechvogel (Fußball mit Thuc An). Johanna und Wiebke

stellten eine interessante Theorie über Julian im rosafarbenen bzw. pinken Hemd auf.

Marlena Lübke:

Marlena ist das Volleyball-Ass unseres Kurses und immer gut drauf. Sie ging einmal joggen und danach nie wieder. Auf der Wanderung war sie recht gesprächig. Zusammen mit Wiebke kreierte sie in Heidelberg ein Fliederparfüm, das nach Maiglöckchen roch. In den freien Stunden lässt sie sich gerne überreden, kleine erfundene Theaterstückchen zu spielen (z. B. James Bond, wobei sie einem manchmal sehr furchteinflößend erschien...). Sie war eine von denen, zusammen mit Wiebke, Sara und Thuc An, die sich von Amreis Frühklatschen inspirieren ließen.

Nicolai Roth:

Ein begabter Tischtennispieler, der jede freie Minute mit diesem Sport verbringt (abgesehen von den Sport-KüA Stunden). Der einzige Chemiker, der richtig fleißig für die Highland Games trainiert hat. Und abgesehen davon auch noch jemand, der die meisten chemischen Vorgänge auf Anhieb durchschaut. Mit ihm kann man also sehr gut gemeinsame Referate ausarbeiten, die er sogar noch graphisch animiert.

Sara Aggar:

Sara ist eine unserer begeisterten Fußballerinnen. Sie war fast immer in der Sport-KüA und beherrscht neben dem Fußballspielen auch noch sämtliche andere Sportarten. Während des gesamten Dokuwochenendes war Schule ein absolutes Tabu für sie, obwohl sie meist die erste war, die wieder damit anfang. Auch startete sie zusammen mit Marlena eine Entführungsaktion, deren Zielobjekt Thuc Ans armes kleines Kuschel-schildkrötchen mit Namen „Des da“ war, wobei sie aber erfolglos blieb, denn

seit dem befand sich „Des da“ unter besonderer Obhut Thuc Ans.

Simon Landmesser:

Ein super Jongleur, der in sich außerdem noch die Fähigkeiten eines Masseurs, eines Computer-Checkers und auf seiner dunklen Seite die eines raffinierten Massenmörders vereint. Zudem noch eine Person, bei der man sich einfach aussprechen kann und die sogar bei Wasserschlachten eine Zielscheibe bietet. Er gehört zu den aktiven Frühaufstehern, die jeden Morgen schon vor dem Frühstück joggen gehen.

Thuc An Mai:

Thuc An (man nenne sie niemals „Thuc“ auch wenn Wiebkes „Tuc“ Kekse bei ihr sehr beliebt waren) war unsere Sportskanone und nebenbei auch eine unserer Fußballerinnen. Sie kann toll Klavier spielen, tanzen, zeichnen (!!!), lacht (fast) immer und ist kreativ. Zum Doku-Wochenende brachte sie eine kleine grün-gelbe Kuschelschildkröte mit Namen „Des da“ mit, welche sogleich von zwei Personen, die in diesem Abschnitt lieber ungenannt bleiben wollen, entführt wurde.

Wiebke Grahneis:

Eine superlustige, einfallsreiche, hilfsbereite, durchgeknallte Zimmergenossin, die nebenbei noch die hohe Kunst des Schauspielens z.B. als Fliege beherrscht. In ihrer Freizeit spammt sie im Forum oder macht Wasserschlachten. Im Labor ist sie vollkommen auf ihren Geruchssinn konzentriert und schnuppert an Labormänteln oder kreiert neue Parfümsorten. Und wenn sie nicht gerade den Clown spielt, dann kann man auch mit ihr über alles reden, was wichtig oder nichtig ist.

... und deren Leiter:

Amrei Nissen:

Amrei war eine tolle Schülermentorin und meistens locker drauf. Man kann sich super mit ihr unterhalten und diskutieren. Sobald wir irgendwelche Fragen hatten, konnten wir jederzeit zu ihr kommen und man bekam viele gute Ratschläge von ihr. Wenn wir manchmal keine Energie für den Kurs mehr aufbringen konnten, versuchte sie uns zu motivieren, was ihr auch sehr oft gelang. Darüber hinaus besitzt sie ein hohes Quantum an Humor. Sie fiel vor allem beim Abschlussprogramm auf, da sie meistens die Erste war, die versuchte die Stille nach einer Rede zu brechen. Ihr chronisches Frühstücksklatschen inspirierte bestimmte Teilnehmer. Am letzten Tag der Sommerakademie, der auch Thuc Ans Geburtstag ist, buk sie einen leckeren Kuchen für uns.

Georg Rudolf:

Georg ist unser genialer Kursleiter, Chemiestudent im 7. Semester. Er besitzt eine super Nase und ein geschicktes Händchen dafür, anderen Leuten (uns :) die wunderbare Welt der Chemie zu erklären, sodass wir am Ende immer noch wissen, was er uns erzählt hat. In der Freizeit ist er ein chilliger Typ mit cooler Sonnenbrille, der Redbull trinkt, schläft und Tomte-Fan ist. Kurz: Die beste Wahl für den Posten als Chemiekurs-Leiter!!

Eröffnungswochenende

Donnerstag, 14.6.2007

JULIAN BUCKSMAIER

Logbuch des Captain der Heptolmentylytminonatrochlorid:

Wir befinden uns mit unserer Spionagetruppe im Anflug auf einen uns unbekannten Planeten. Die Reise bis hierhin war störungsfrei. Weder schwarze Löcher noch Asteroidengürtel zu umfliegen. Mit mir an Bord sind Kommunikationsoffizier Giraffenynenynol und Maschinist Oldmacdenynenynol. Wir konnten schon zivilisiertes Leben entdecken. Mit unseren Messinstrumenten haben wir eine besondere Spannung über Adelsheim wahrgenommen. Die Vorbereitungen für eine genauere Erkundung laufen bereits an. Wir werden ab nun im Orbit um den Planeten Erde kreisen um uns von unserem Raumschiff aus weitere Informationen über die Spannungen in Adelsheim zu verschaffen. Eventuell werden wir Spione aussenden müssen.

Freitag, 15.06.07

SIMON LANDMESSER

Logbuch des Captain der Heptolmentylytminonatrochlorid:

Seit gestern beobachten wir nun die sechs Klötze am nördlichen Ende von Adelsheim. Doch diesen Freitag belebt sich das Gelände auf einmal! Es schwirren immer mehr komische zweibeinige Wesen zwischen den Gebäuden umher. Nach einiger Zeit versammeln sich die seltsamen Zweibeiner in einem der Klötze, die von ihnen als „Häuser“ bezeichnet werden. Anschließend folgen wir einer 12-köpfigen Gruppe, die uns besonders interessant erscheint. Nun verschwinden diese in einem anderen Gebäude, dem LSZU 1. Dort befindet sich un-

ser weiterer Spion, der sich als Kellerassel tarnt. Wir geben an diesen ab.

Bericht Kellerassel: Langsam sammelt sich die Gruppe in einem Raum mit mehreren Tischen, Stühlen und einer Couch. Sie scheinen sich nicht zu kennen. Nach einer kurzen Vorstellung planen sie das folgende Wochenende. Ich bekomme mit, dass dies erst die Vorbereitung für einen zweiwöchigen Aufenthalt im Sommer ist. Dabei wird sich alles um ihr Thema „Chemie - Ein Fest für die Sinne“ drehen. Dafür lernen sie, wie sie sich im Labor zu verhalten haben. Ich gebe weiter an das Raumschiff Heptolmentylytminonatrochlorid.

Die Gruppe verlässt den Raum und läuft in ein weiteres Gebäude, das LSZU 2. Wir geben diesmal an den Spion im Labor, die Spinne, ab.

Die Zweibeiner treten ein und ziehen sich große weiße Mäntel und große Brillen auf. Anschließend schauen sie sich aufmerksam und interessiert im Raum um. Hier einige Eindrücke:



Dieses Labor übertrifft ihr Schullabor um einiges!

Zwei ältere Wesen, die sich als Kursleiter entpuppen, sind schon ein wenig früher gekommen und haben einige Reagenzgläser mit verschiedenen Sachen gefüllt. Nun tummeln sich alle darum. Ein Kursleiter leert eine farblose Flüssigkeit in eines der Gläser. Plötzlich bekommt diese eine Farbe! Das Gemisch leert er nun in das nächste Reagenzglas - es ändert sich wieder die Farbe! Das geht doch nicht mit rechten Din-



modisches Outfit...

gen zu... Und schon wieder! Immer wieder ändert sich die Farbe und die seltsamen Wesen sind fasziniert. Wie das genau funktioniert, werden sie erst im Laufe der Sommerakademie erfahren. Ich gebe weiter an das Raumschiff. Es scheint so als ob sich die Gruppe aufteilt, wir müssen unbedingt an ihnen dranbleiben. Deshalb werden wir sie weiter beobachten, wenn die Sonne das nächste Mal aufgeht.

Samstag, 16.06.07

SIMON LANDMESSER

Logbuch des Captain der Heptolmentyltyminonatrochlorid:

Heute trifft sich die Gruppe wieder im Raum von gestern, wir geben weiter an die Kellerassel.

Bericht Kellerassel: In einer großen Vorstellungsrunde erzählt jeder einzeln, interessante Dinge über sich, unter anderem auch, wie sie zur Akademie gekommen sind. Jetzt stellt ein älterer Zweibeiner Eier, Trinkhalme und Tesafilm auf den Tisch. Immer zwei Leute zusammen wickeln die Eier in Tesa ein, machen Fallschirme aus Röh-



Für hitzige Köpfe: Die Notdusche!

chen etc. - doch warum? Nach einiger Zeit scheinen sie fertig zu sein. Sie nehmen ihre komischen Objekte mit auf den Balkon im ersten Stockwerk. Ich gebe weiter an das Raumschiff.

Die Zweibeiner werfen auf einmal ihre Objekte aus Eiern, Tesa und Trinkhalmen den Balkon herunter! Einige jubeln andere sehen nicht sonderlich froh aus. Einige Eier gehen kaputt, andere haben den Flug überlebt. Nach vielen Würfen befinden sich nun nur noch zwei Paare im Rennen und werfen ihre Objekte aus dem dritten Stock. Plötzlich jubeln zwei der vier Wesen... diese Zweibeiner sind echt seltsam! Dieses Eierwerfen sollte sie wohl näher zusammenbringen, damit sie auch in Zukunft gut zusammenarbeiten. Nun trennen sie sich schon wieder.

Am Mittag treffen sie sich abermals, nun jedoch wieder im Labor. Daher geben wir weiter an die Spinne.

Bericht Spinne: Die Gruppe zieht wieder ihre komischen Mäntel und übergroßen Brillen an. Jeder bekommt ein Blatt Pa-



Sogleich erfolgte die Sicherheitsbelehrung.



Lächle, solange du noch kannst!

pier und plötzlich laufen alle los, holen Geräte aus Schränken und schneiden kleine Stücke von einem blauen Ball in einen Behälter; auf einem Blatt kann ich lesen, dass sie das „Rotkohl“ und den Behälter „Keramikschaale mit Mörser“ nennen. Jetzt zerstampfen sie den „Rotkohl“ und haben nach einer Weile einen ekligen blauen Saft. Diesen Saft mischen sie, wie auch gestern, in Reagenzgläsern mit anderen farblosen Substanzen. Wieder ergeben sich viele unterschiedliche Farben! Vielleicht könnte das eine neue Waffe sein, um uns alle zu vernichten, daher müssen wir unbedingt an ihnen dranbleiben. Ich werde jetzt ein großes Risiko eingehen und einmal von ein oder zwei

Flüssigkeiten probieren. Zuerst probiere ich die dunkelblaue Flüssigkeit, ich hoffe ich überlebe das. . . igitt, das schmeckt ja grauenhaft! Auf ihrem Blatt steht, das sei Spülmittel und alkalisch, was auch immer das bedeutet!? Jetzt werde ich es wagen die rote Flüssigkeit zu probieren. . . noch mal igitt, wäre ich eine echte Spinne, dann wäre ich wahrscheinlich schon längst tot! Dieses Mal soll es Zitronensaft und sauer sein. Diese Unterscheidung zwischen sauer, alkalisch und neutral lesen sie am „pH-Wert“ ab. Danach räumen sie alles wieder auf und verlassen den Raum. Ich übergebe wieder an das Raumschiff und hoffe ich kann mich von diesem Schreck erst einmal erholen.

Wieder trennen sich die Erdlinge. Wir werden ihnen morgen weiter folgen.

Sonntag, 17.06.07

SIMON LANDMESSER

Logbuch des Captain der Heptolmentyltyminonatrochlorid:

Heute scheinen sie schon wieder zu packen und nach einiger Zeit schwirren sie auch in alle Himmelsrichtungen davon und es kehrt Ruhe auf dem Gelände ein. Doch wenn sie im Sommer wiederkommen, werden wir da sein, um herauszufinden, was sie wirklich vorhaben.

20.08.2007: Ankunft und Einführung

JOHANNA SENST

Logbuch des Captain der Heptolmentyltyminonatrochlorid:

Heute haben wir wieder die Erdlinge gesichtet. Sie kommen plötzlich in Massen und beginnen, sich diesmal häuslich einzurichten, weil sie ja zwei Wochen bleiben wollen. Es gelingt uns, eines der älteren Er-

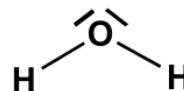
denwesen so zu manipulieren, dass er alle Anwesenden durchleuchtet. Nach Auswertung der Ergebnisse entscheiden wir uns, wieder die zwölf Wesen zu beobachten, deren Aussendung an Intelligenzwellen überdurchschnittlich hoch ist und die recht lustig zu sein scheinen. Wir haben sie schon am Einführungswochenende ins Auge gefasst und wollen sie nun genauer observieren. So weit wir das bisher beobachten konnten, besteht zwischen ihnen eine Zusammengehörigkeit. Es gibt zwei Ältere, die die Führungsrolle innehaben. Sie leiten auch das Treffen, bei dem sich alle gegenseitig von den letzten Wochen berichten. Dann besprechen sie zusammen Arbeitsblätter, in denen sie etwas über den Aufbau von Atomen gelernt haben. Atome bestehen demnach aus Protonen (positiv geladen) und Neutronen (neutral geladen) im Kern, dem Nukleus, und ebenso vielen Elektronen (negativ geladen) wie Protonen, die in verschiedenen Schalen (bildlich gesehen eine Art kreisförmiger „Aufenthaltsraum“) um den Nukleus verteilt sind. Nur die Elektronen der äußersten Schale können mit anderen Atomen reagieren. Daher sind sie hauptsächlich für die Chemie von Bedeutung. Will man nun die Atome vereinfacht graphisch darstellen, so werden auch nur diese „Valenzelektronen“ gezeichnet. Für diese Darstellung verwendet man die sogenannte Valenzstrichformel. Dabei stellt man Elektronenpaare als Strich, ungepaarte Elektronen als Punkt dar. Sauerstoff (O) sieht dann z.B. so aus:



Lewis - Strukturformel von Sauerstoff

Diese Schreibweise ist wichtig, wenn man zur Darstellung und Erklärung von Reaktionen kommt. Zur Reaktion zweier Stoffe kommt es, weil alle Atome ihre äußerste

Hülle - wie die Edelgase - mit Elektronen gefüllt haben wollen. Man nennt dieses Verlangen die Oktett- oder Edelgasregel. Deshalb teilen sich die Atome Elektronen oder geben sie ab und andere nehmen sie auf. Wenn Sauerstoff jetzt mit Wasserstoff zu Wasser (H_2O) reagiert, sieht das Ergebnis so aus:

Lewis-Strukturformel
von Wasser

Weil Sauerstoff zwei freie Elektronen hat, muss er mit zwei Wasserstoffatomen reagieren, um seine äußerste Schale zu füllen. Es gibt aber auch die Möglichkeit, eine Doppelbindung einzugehen. Das kommt besonders oft bei Kohlenstoffatomen vor, da diese vier ungepaarte Elektronen besitzen. Wenn dann Doppelbindungen aufeinander folgen, kann man die Position der Elektronen nicht mehr genau bestimmen. Solche Verbindungen nennt man „konjugierte Doppelbindungen“. Sie verfügen über die Eigenschaft, untereinander „umklappen“ zu können. Dieses Phänomen nennt man Mesomerie. Die Mesomerie hat Einfluss auf die Farbigkeit eines Moleküls, aber das erläutert der Kursleiter an diesem Tag nicht näher, da alle schon etwas müde sind. Ansonsten können wir noch nicht viel über die „ChemikerInnen“ (so nennen sie sich) sagen.

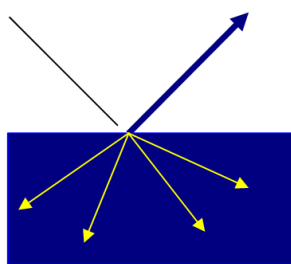
21.08.2007: Referate und Blattfarbstoffe

JOHANNA SENST

Logbuch des Captain der Heptolmentyltyminonatrochlorid:

Erstmalig haben wir heute die Gelegenheit, die Chemiker bei ihren Aktivitäten einen

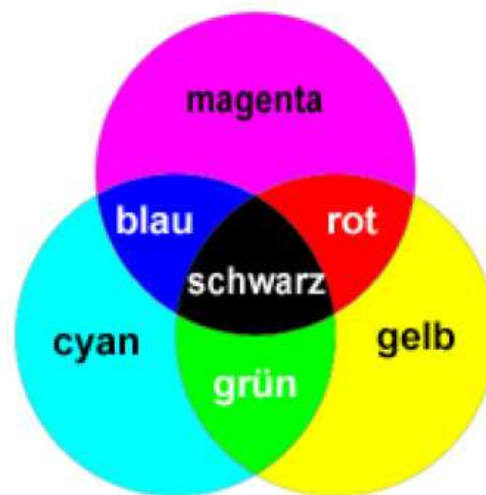
ganzen Tag über zu beobachten. Sie sind relativ gut zu orten, da die übrige Durchleuchtungsenergie noch recht stark ist. Wir werden aber sicherlich wieder Spione einsetzen müssen. Morgens stellen sich zweimal je zwei Erdlinge vor die anderen und referieren über Farben und Farbwahrnehmung. Es ist sehr interessant, die Funktionsweise ihrer Augen kennen zu lernen. Ihre Augen nehmen Helligkeit mit Stäbchen, Farben mit drei verschiedenen Zapfchentypen wahr; äußerst umständlich, wie wir meinen. Außerdem lernen sie etwas darüber, wie ein Farbeindruck entsteht. Fällt weißes Licht (bestehend aus Farben des ganzen Farbspektrums; gebündelt) auf einen Gegenstand, der gelbes Licht absorbiert, erscheint der Gegenstand für die Menschen blau.



Absorption von Licht

Obwohl diese Vorträge sehr nützlich für uns sind, verstehen wir nicht, wie sie sich freiwillig so viel Arbeit machen können. Bei ihnen scheint das anders zu sein, denn ihre Leiter wirken zufrieden. Dann wechseln sie in einen anderen Raum, wo sie Farben auf Blättchen auftragen. Diese Blättchen, die sogenannte stationäre Phase, stellen sie in ein Glasgefäß mit einer Flüssigkeit, der mobilen Phase. Die Farbbestandteile laufen mit der Flüssigkeit unterschiedlich weit nach oben. Das liegt an der unterschiedlich guten Haftung der Farbpartikel am Papier und an ihren verschiedenen Lösungsverhalten. Als Ergänzung der Vorträge betrachten sie noch einmal genauer, wie die subtraktive Farbmischung zustande kommt.

Wenn man nämlich von Magenta, Cyan und Gelb als Grundfarben ausgeht, ergeben sie alle zusammen Schwarz (Siehe Grafik). Diese Tatsache machen sich die Erdlinge beim Vierfarbendruck oder beim Fernseher zu Nutze.



Nach der Nahrungsaufnahme, die sehr wichtig zu sein scheint, zerstreuen sie sich und treffen sich mit anderen. Heute Mittag chromatographieren und vergleichen sie Blattfarbstoffe und sie lernen, warum die Blätter ihrer Pflanzen im Herbst braun werden. Dazu führen sie einen Versuch mit Brenzkatechin durch. Dieser farblose Gerbstoff entsteht beim bakteriellen Abbau von Katechinen und kommt demnach vor allem im Herbst in Blättern vor. Bei Zugabe von Natronlauge (zur Entsäuerung, da die Reaktion bevorzugt im alkalischen Bereich abläuft) oxidiert es zu einem gelben Chinon, das sich wiederum mit anderen Chinonen zu braunen Produkten verbindet (polymerisiert). So funktioniert es auch in den Blättern der Laubbäume. In diesem Zusammenhang machen sie noch einen Versuch, bei dem sie heiße Münzen auf grüne Blätter pressen. Um die Münzabdrücke herum bildet sich ein brauner Ring, den sie als „Molisch's Todesring,“ bezeichnen. Die Enzyme, die für das Bräunen im leicht sauren Blatt zuständig sind, benötigen eine gewisse Arbeitstemperatur. Etwas außerhalb des

Münzabdrucks herrscht diese Temperatur, sodass sie dort aktiv werden können und das Blatt sich braun färbt. Mit diesem Versuch bewies Molisch, dass das Bräunen von Blättern ein enzymatisch - katalysierter Effekt ist. Damit ist die Kursarbeit für den heutigen Tag beendet.

22.8.2007: Farbgeschichte und Synthetisierung

NICOLAI ROTH

Dieser Tag verlief recht ereignislos. (gemessen an den Maßstäben unseres Heimatplaneten!)

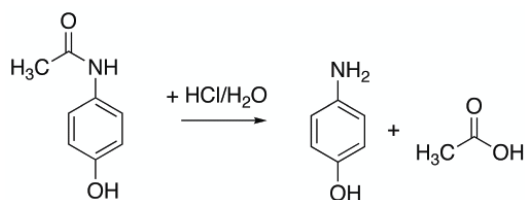
Bericht der Theorieraum-Motte: Nachdem wieder Alle zum Treffen angetreten sind, beginnen zwei der Zielpersonen den anderen einen Vortrag über die geschichtliche und kulturelle Bedeutung von Farben (auf der Erde) zu halten. Ich gehe nicht weiter darauf ein. Wir beobachten die Erde schließlich nicht, weil wir was über ihre Kultur lernen wollen, sondern weil wir wissen wollen, wie intelligent sie sind.

Bericht der Labor-Spinne: Die ganze Truppe, die mich hier schon am Vortrag in meiner Ruhe gestört hat, kommt schon wieder, um Experimente zu machen. Sie nehmen schwarzes Bleioxid, füllen es in ein Reagenzglas und erhitzen dieses über einer Bunsenbrennerflamme. Als der untere Teil kurz geglüht hat und ein Gas entwichen ist, haben sie es wieder herausgenommen. Zu sehen sind nun verschiedenfarbige Zonen: Unten hat es sich gelb verfärbt, in der Mitte rot und oben ist es schwarz geblieben. Sie sagen, es sehe aus wie eine Deutschlandflagge (was immer das sein mag) und erklären sich dieses Phänomen so: Das schwarze Bleioxid (PbO_2) wurde durch die Wärmezufuhr reduziert zu rotem Bleioxid (Pb_3O_4). Das heißt bei dieser Reaktion wurde Sauerstoff frei. (Sauerstoff ist

das, was die Menschen zum Leben benötigen. Diese Informationen könnten interessant sein, falls wir je Krieg gegen sie führen sollten.) Das rote Bleioxid wurde am unteren Ende des Reagenzglases, wo es am heißesten war, noch einmal reduziert, wobei nach kurzer Zeit gelbes Bleioxid (PbO) entstand. Nach der Vollendung ihrer Experimente verlassen sie das Labor in Richtung des Ortes, wo sie sich zur Nahrungsaufnahme zu treffen pflegen.



Bericht der Labor-Spinne: Kaum sind sie alle zurück, beginnen sie schon wieder zu experimentieren. Diesmal wollen sie sogenannte Azofarbstoffe aus dem Schmerzmittel Paracetamol synthetisieren. Zunächst kochen sie eine Tablette des Medikaments 10 Minuten lang in Salzsäure. Plötzlich verbreitet sich ein widerlicher Gestank. Sie bezeichnen ihn als Essiggeruch (was immer das auch sein mag). Anscheinend hat das Paracetamol beim Kochen mit Wasser reagiert, wobei Hydroxyanilin und Essigsäure entstanden sind.

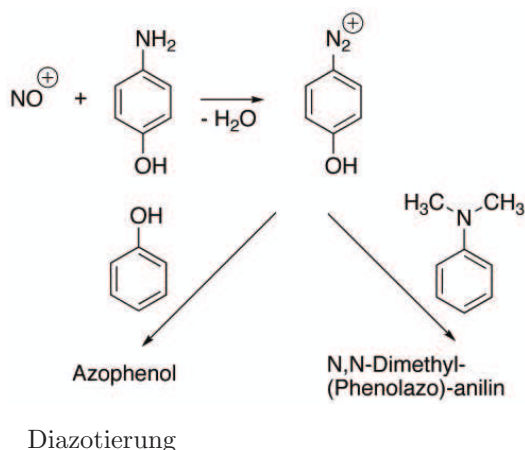
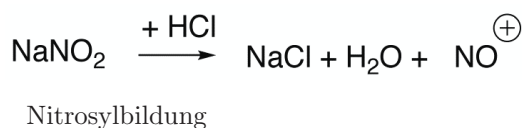


Paracetamol-Hydrolyse

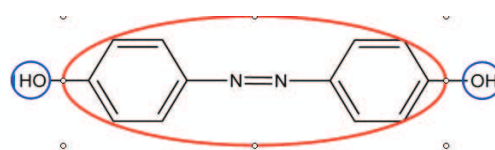
Die eine Hälfte der Gruppe gibt nun N,N-Dimethylanilin, die andere Phenol in diese

Lösung. Als zuletzt alle noch wenige Natriumnitrit kristalle hinzugeben, „sprudelt“ das Gemisch kurz und färbt sich bei denen, die N,N-Dimethylanilin zugegeben haben, grün, bei jenen, die Phenol benutzt haben, rot. Eine Erklärung geben sie hierzu leider nicht ab. („noch nicht“; so der Kapitän)

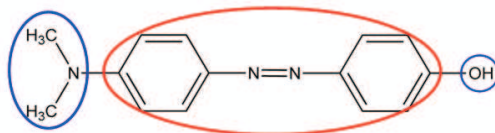
Bericht der Theorieraum-Motte: Mitten am Nachmittag kommen sie zu mir in den Raum. Die älteste Zielperson erklärt nun den anderen, wie es bei einem gewissen Paracetamolexperiment zu den Farbeindrücken kam. Ich zitiere (inhaltlich): Als die Natriumnitritkristalle hineingegeben wurden, liefen eine Reihe von Reaktionen ab. Zunächst reagierte das Natriumnitrit (NaNO_2) mit der Salzsäure (HCl), in welcher das Paracetamol gekocht worden war, zu Natriumchlorid (NaCl), Wasser (H_2O) und den für uns relevanten Nitrosyl-Kationen (NO^+). Diese reagierten mit dem vorher aus dem Paracetamol gewonnen Hydroxylanilin ($\text{C}_6\text{H}_7\text{NO}$) wieder unter Abspaltung von Wasser. Der entstandene Stoff hat die Summenformel $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_2\text{O}$. Zuletzt reagierte dieser nun entweder mit N,N-Dimethylanilin ($\text{C}_8\text{H}_{11}\text{N}$) oder mit Phenol ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$) zu Azophenol bzw. N,N-Dimethyl-Phenolazo-Anilin:



Woher kommt nun aber der Farbeindruck? In einem Molekül gibt es einen Bereich der für den Farbeindruck entscheidend ist. Diesen nennt man Chromophor (griech.: chroma = Farbe; phoros = Träger). Er ist ein konjugiertes Doppelbindungssystem, d. h. dass er aus delokalisierten Elektronen besteht, die sich in diesem System frei bewegen können, wodurch sie besonders leicht auf ein höheres energetisches Niveau angeregt werden können. Die Energie dazu nehmen sie sich aus dem Licht. Sie absorbieren dabei eine bestimmte Wellenlänge des Lichtspektrums, da sie eine genau bestimmte Menge an Energie hierfür benötigen. Wenn der Rest des Lichtes dann reflektiert wird und in unser Auge gelangt, erscheint dieser nun in der sogenannten Komplementärfarbe des Lichts mit der absorbierten Wellenlänge (z. B. blau-orange; violett-gelb). Der Chromophor unserer Azofarbstoffe; hier rot markiert:



Azophenol



N,N-Dimethyl-Phenolazo-Anilin

Beide Moleküle haben jedoch an beiden Enden noch eine funktionelle Gruppe (blau umkreist). Sie verändern die Farbeigenschaften des Moleküls, da sie als sogenannte Antiauxochrome konjugierte Elektronen aus dem Chromophor abziehen und somit die Energiemenge, die zur Anregung der Elektronen nötig ist verändern, so dass eine andere Wellenlänge absorbiert wird. Demnach kann man recht einfach verschiedene Farbstoffe „designen“, indem man verschiedene Gruppen an den Chromophor bindet.

23.8.2007: Veresterung

NICOLAI ROTH

Das hat heute vielleicht gestunken bei denen. Wir haben das ja noch hier oben im Weltraum gerochen; beinahe wären wir abgestürzt mit unserem Raumschiff. Mussten sie ausgerechnet mit Buttersäure ihre Geruchsstoffe herstellen?

Bericht der Theorieraum-Motte: Und schon wieder ein Vortrag. Diesmal geht es um den Geruchssinn der Menschen, Geruchsstoffe und ätherische Öle.

Bericht der Labor-Spinne: Die Erdlinge kommen mal wieder ohne vorher anzuklopfen in mein schönes Labor, um mich, wie immer, aus dem Schlaf zu reißen. Aber es kommt noch schlimmer. Sie wollen Fruchtester synthetisieren, was eine weit verbreitete Form von synthetischen Duftaromen auf der Erde ist. Klingt nicht schlecht, denke ich und bin so blöd und beobachte sie dabei (ist ja auch mein Job). Sie teilen sich dazu in 5 Gruppen ein, die verschiedene Fruchtester herstellen sollen. Ich beobachte nun eine Gruppe genauer. Sie nehmen einen Rundkolben und gehen damit zum Abzug, wo sie sich Butansäure (auch Buttersäure genannt) einfüllen. Sie stellen den Kolben (leider) direkt unter meinem Netz ab. Mich haut der aufsteigende Geruch dermaßen um, dass ich fast aus meinem Netz falle. Die Menschen meinen es rieche nach Erbrochenem. Nachdem ich mich wieder gefangen habe, sehe ich wie sie noch Methanol (riecht auch nicht so gut) und etwas konzentrierte Schwefelsäure hinzugeben. Sie montieren einen Rückflusskühler auf den Kolben, der verhindern soll, dass Dämpfe anstatt in den Raum zu entweichen, kondensieren und wieder in das Gemisch hineintropfen. Dann erwärmen sie ihr Gemisch mit einem Heizpilz 15 Minuten lang. Sie nehmen den Kolben wieder heraus. Diesmal kann ich mich ohne Probleme hier oben halten, denn jetzt riecht es nicht mehr so

ekelerregend. Sie meinen es rieche nach Klebstoff oder Nagellackentferner, werden aber aufgeklärt, dass es eigentlich nach Apfel riechen soll (Es ist Butansäuremethylester). Nun schaue ich auch einmal nach den anderen Gruppen.

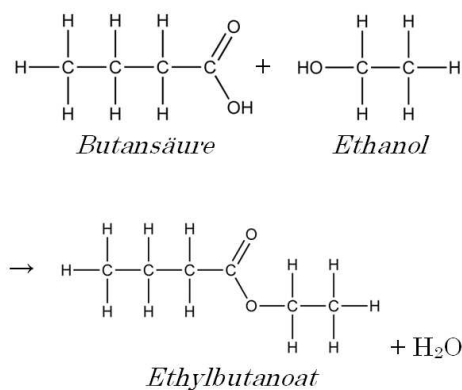


Veresterung

Gruppe 2 hat aus Essigsäure und Pentanol etwas hergestellt, was nach Banane riechen soll (Essigsäurepentylester). Gruppe 3 aus Butansäure und Ethanol einen Ananasgeruch, welchen man auch als Likör- oder Schnapsgeruch identifizieren kann (Butansäurepentylester). Gruppe 4 hat aus Butansäure und Benzylalkohol, etwas undefinierbares, was nach Erdbeere riechen soll, synthetisiert (Butansäurebenzylester) und Gruppe 5 aus Salicylsäure (die sie vorher aus Aspirin hergestellt haben) und Benzylalkohol etwas, was eindeutig als Kaugummiruch erkannt wurde und in der Industrie „Wintergreen“ genannt wird (Salicylsäurebenzylester). Sie besprechen anschließend, wie die Reaktionen abgelaufen sind. Allgemein passiert bei einer Veresterung folgendes:

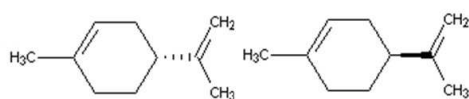


Nehmen wir die Reaktion, die bei Gruppe 3 abgelaufen ist, als Beispiel:



Nachdem sie nun einen anstrengenden Vormittag im Labor hinter sich gebracht haben, ziehen sie nun los zur Nahrungsaufnahme. Wie ihren Gesprächen zu entnehmen war, sind sie ziemlich ausgehungert, da sie wieder einmal sehr verspätet sind.

Bericht der Theorieraum-Motte: Nach einer längeren Pause sind sie nun zu mir zurückgekehrt und erwecken den Eindruck, wieder aufnahmefähig zu sein. Sie erhalten Filter auf denen Geruchsstoffe aufgetragen sind. Die ersten beiden verbreiten anscheinend einen Geruch nach Orange und Zitrone, die anderen nach Pfefferminz und Kümmel. Sie erfahren, dass es sich um R- und S-Limonen, sowie um R- und S-Carvon handelt, wissen aber nicht, was der Unterschied zwischen R- und S- ist (nach unserer Erfahrung typisch für sie: Viel zu tun, aber von nichts eine Ahnung, bis sie ihr Anführer aufklärt). Nun sollen sie die Limonen- und Carvon-Moleküle nach einer vorgegebenen Strukturformel nachbauen. Dabei stoßen sie allerdings auf ein Problem. Man kann das Molekül (hier Limonen) auf zwei verschiedene Weisen bauen. Entweder lässt man die Gruppe rechts nach hinten abstehen (linkes Bild, R-Limonen) oder nach vorne (rechtes Bild, S-Limonen).



Es gibt also zwei verschiedene Moleküle, die zwar die gleiche Summenformel besitzen ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$), aber eine unterschiedliche räumliche Struktur ausprägen. Sie verhalten sich wie Bild und Spiegelbild, wie die eine menschliche Hand zur anderen. Sie sind chiral (griech.: cheir = Hand). In diesem Fall hat dies geringe Auswirkungen. Die eine Lösung riecht anders als die andere, weil sie durch die unterschiedliche räumliche Struktur nicht in dieselben Rezeptoren in der Nase „passen“ und so auch nicht dieselben Geruchseindrücke hervorrufen. Aber die Erdlinge haben die Chiralität auch schon in ernsteren Zusammenhängen zu spüren bekommen. Vor einiger Zeit wurde auf der Erde das Medikament Contergan mit dem Wirkstoff Thalidomid produziert, welches, weil es beruhigend wirkte, als Schlafmittel eingenommen wurde. Auch schwangere Frauen nahmen dieses ein. Knapp ein Jahr nachdem das Medikament auf den Markt gebracht wurde, kamen viele Kinder mit verstümmelten Gliedmaßen oder geschädigten Organen auf die Welt. Bis der Arzt Dr. Lenz entdeckte, dass der Körper der Erdlinge das Thalidomid, das man in seiner beruhigenden Form (R-Thalidomid) einnimmt, größtenteils zu seiner chiralen schädlichen Form (S-Thalidomid) umbaut, wurden auf der ganzen Erde über 10 000 Kinder mit solchen Schäden geboren. Es gibt noch viele weitere Beispiele für Chiralität auf der Erde: chirale Zucker, Aminosäuren, Proteine und Milchsäuren, die DNA (die Bausteine, aus denen diese primitiven Lebensformen generiert werden) sind chiral und bei vielen Medikamenten wirkt nur die eine der chiralen Formen. Mit diesem Thema schließen sie die Kursarbeit des heutigen Tages ab.

24.08.07: Aromagewinnung

WIEBKE GRAHNEIS

Logbuch des Captain der Heptolmentyltyminonatrochlorid: Tag 5 unserer Beobachtungen hat soeben begonnen. Momentan befinden sich die Erdlinge in einer Phase, in der man nicht so ganz identifizieren kann, ob sie wach sind oder sich noch im Halbschlaf befinden. Zumindest bei einigen von ihnen ist das nicht eindeutig zu definieren. Manch andere hetzen schon durch Wald und Flur, lesen ein seltsames Papierding mit dem Namen „Zeitung“ oder widmen sich der körperlichen Pflege. Bis zum Kurs ist noch etwas Zeit...

So langsam sind die ersten Aktivitäten festzustellen: Der Kurs hat begonnen! Die Motte berichtet live aus dem Theorieraum der Erdlinge:

Bericht Motte: Die Erdlinge Sara und Marlena halten ein Referat über den Geschmack. Zu notieren sind deutliche Unterschiede bei der Geschmackswahrnehmung der Erdlinge gegenüber der unsrigen: Erdlinge können nur süß, sauer, salzig und bitter schmecken - alle anderen Geschmäcker werden gerochen. Zudem sind sie noch in den Anfängen der Synthetisierung von Aromen, benutzen aber weiterhin primitive natürliche Aromastoffe. Demzufolge unterteilen sie Aromastoffe in folgende Gruppen: Natürliche Aromen, naturidentische Aromen und künstliche Aromen. Natürliche Aromen sind Aromen mit pflanzlichen oder tierischen Ausgangsstoffen, sie müssen jedoch nicht aus den bezeichnenden Lebensmitteln stammen. So kommt es z. B. dass man Erdbeeraroma aus Sägespänen herstellt... Was? IGITT!!! Das ist ja eklig! Pfui, pfui!! Nun zu den naturidentischen Aromen. Diese sind im Aufbau gleich wie die natürlichen Aromastoffe, werden aber synthetisch im Labor hergestellt. Und schlussendlich noch zu den künstlichen Aromastoffen, welche ebenfalls künstlich herge-

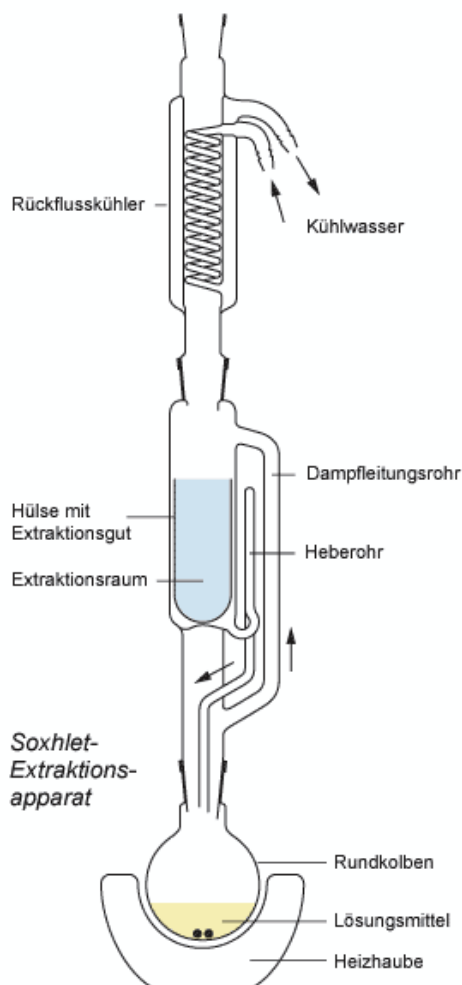
stellt werden, jedoch keinerlei Ähnlichkeiten im Aufbau mit den natürlichen Aromastoffen besitzen. Im Land der Erdlinge (man nennt es auch Deutschland) sind momentan 14 dieser künstlichen Aromen zugelassen, da die künstlichen Aromen für die Erdlinge zum Teil schädlich sein können. Ich habe mich soeben dazu entschieden, dass für mich und meinesgleichen natürliche Aromen schädlich sind, da sie aus Sägespänen bestehen können. Doch genug davon. Ich schreibe und schreibe und dabei befinden sich die Erdlinge längst im Labor.



Fleißige Chemiker beim Hantieren im Labor

Sie kratzen Vanillemark aus Vanilleschoten und füllen dieses dann mithilfe einer Papphülse in einen so genannten Soxhlet - Extraktor. Als Lösungsmittel verwenden die Erdlinge Ethanol. Ich habe eine Skizze angefertigt: (siehe nächste Seite)

Die Extraktion funktioniert folgendermaßen: Das Lösungsmittel (in diesen Fall Ethanol) wird erhitzt, verdampft und steigt nach oben. Dort, im so genannten Rückflusskühler, kondensiert es und tropft in den Extraktionsraum, in welchen sich die Hülse mit dem Vanillemark befindet. Ist der Extraktionsraum bis zu einem bestimmten Grad voll, fließt die mit Ethanol vermischte Vanille durch das Heberrohr zurück in den Rundkolben. Dort wird es wieder erhitzt und der Prozess beginnt erneut. Nach einer bestimmten Extraktionszeit hat man dann Vanilleextrakt im Rundkolben. Nach der Extraktion fertigen die Erdlinge eine

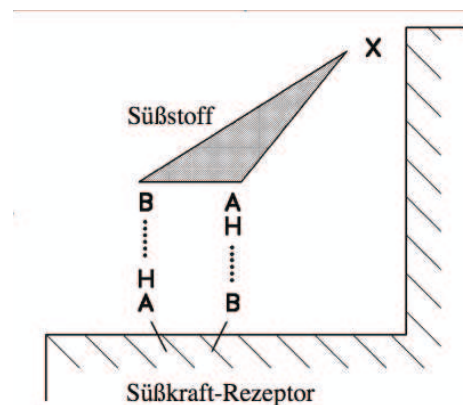


Soxhlet Extraktion

Dünnschichtchromatographie (DC) des selbst extrahierten Vanilleextraktes und einiger künstlicher Vanillearomen an. So wollen sie herausfinden, ob ihr natürlicher Vanilleextrakt dieselben Inhaltsstoffe wie verschiedene Supermarktprodukte enthält. Ergebnis: Nur zu einem geringen Prozentsatz. Nach diesen Experimenten ist der Vormittag vorbei und die Erdlinge bewegen sich in Richtung Nahrungsaufnahme.

Am Nachmittag sind Zucker und Süßstoffe das Thema. Hierzu nehmen sie erstmal Geschmacksproben aus Tassen und testen so anscheinend die Süße der Stoffe. In den Tassen befinden sich verschiedene Zucker und Süßstoffe: Glucose (Traubenzucker), Aspartam mit Acesulfan, Saccharose (Rohrzucker), Fructose (Fruchtzucker),

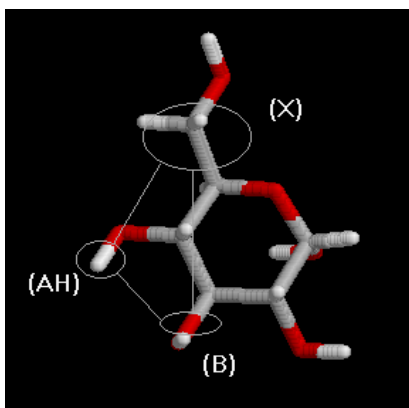
Lactose und Cyclamat mit 10 Prozent Saccharin. Nach ihrer Testreihe ziehen sie in den Theorieraum und besprechen, warum die Flüssigkeiten unterschiedlich süß schmecken. Dies erklären sie sich anhand des Shallenberg-Kier'schen Rezeptormodells.



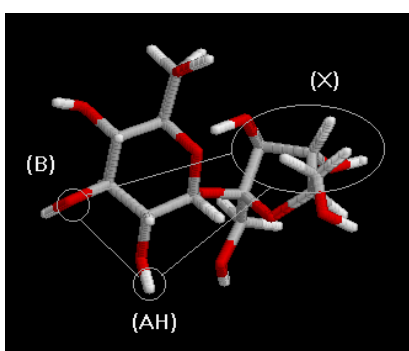
Um als süß wahrgenommen zu werden, muss ein Molekül in dieses Rezeptormodell passen wie ein Puzzleteil. Dies funktioniert folgendermaßen: X ist der so genannte hydrophobe (=Wasser abstoßende) Bindungsteil, AH und B die so genannten hydrophilen (=Wasser liebenden) Bindungsteile. Ein Molekül, das einen süßen Geschmack erzeugen soll, benötigt demzufolge einen hydrophilen und einen hydrophoben Teil. Je größer der hydrophobe Teil in Nachbarschaft zu dem hydrophilen Teil ist, desto süßer wird das Molekül wahrgenommen. Folglich versuchen die Bewohner der Erde den hydrophoben Teil zu vergrößern um einen Süßstoff mit möglichst hoher Süßkraft zu erhalten. Zum Beispiel kann bei Glucose der hydrophile Teil gut anlagern, der hydrophobe Teil ist jedoch nahezu nicht vorhanden.

Bei Saccharose hingegen gibt es einen größeren hydrophoben Teil. Deshalb schmeckt Saccharose süßer als Glucose.

Anschließend haben die Erdlinge noch an die Wand geworfene Bilder von solchen Molekülen angeschaut. Danach haben sich die Erdlinge mal wieder zur Nahrungsaufnahme begeben, wie zum Abschluss jeder Lerneinheit.



Räumliche Struktur der Glucose



Räumliche Struktur der Saccharose

25.08.07: Vorbereitung auf Rotation

WIEBKE GRAHNEIS

Nanu. Was ist denn heute los? Alle Erdlinge sind in heller Aufregung und benehmen sich vollkommen irrational emotional. Als Grund für diese Abnormalität konnten wir die bevorstehende Rotation identifizieren. Diese soll morgen stattfinden und heute müssen alle ihre Präsentation vorbereiten. Den ganzen Tag über arbeiten die Erdlinge in großer Konzentration und mit geradezu übermäßigem Arbeitseifer. Und mit dem Ergebnis scheinen sie zufrieden zu sein, denn nach Sonderschichten in der Mittagspause und am Abend ist die Präsentation fertig, und die Erdlinge scheinen äußerst zufrieden.

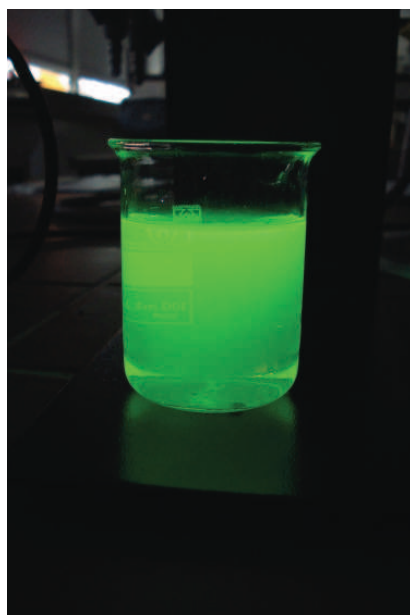
28.08.2007: Lumineszenz

SARA AGGAR UND MARLENA LÜBKE

Bericht Spinne: Heute konnte ich bei den Erdlingen ein erstaunliches und beeindruckendes Leuchten (Lumineszenz) beobachten.

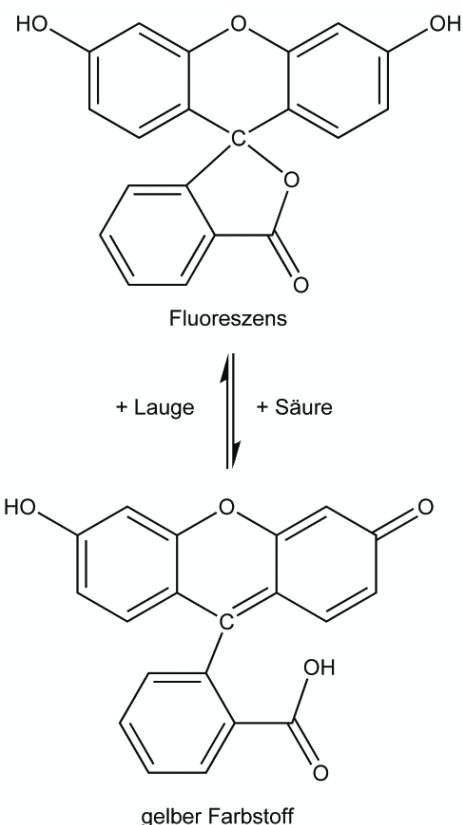
Die Erdlinge kamen gegen 9 Uhr ins Labor. Ihr Anführer teilte ihnen das heutige Thema mit: Selbstleuchtende Stoffe bzw. Lumineszenz. Zuerst zeigte er ihnen (nach Abdunklung des Raumes) zu ihrem großen Erstaunen, dass ein beim Kurs anscheinend teilweise beliebtes Getränk, „Tonic Water“, leuchtet, wenn man es unter der UV-Lampe betrachtet. Danach traten sie selber in Aktion, indem sie Fluorescein synthetisierten: Sie vermischten je einen Spatel Resorcin und Phthalsäureanhydrid mit einem Tropfen konzentrierter Schwefelsäure. Daraufhin erhitzen sie das Gemisch, bis sich eine rot-schwarze Flüssigkeit bildete, die sie in ein Becherglas gossen. Als sie der entstandenen gelblichen Lösung (Fluorescein) nun Natronlauge (alkalisch) zugaben, konnte man unter der UV-Lampe eine auffallende Fluoreszenz beobachten. Ihr Anführer erklärte, dass dies daran läge, dass alkalische Lösungen von Fluorescein leuchten würden. Als sie Salzsäure hinzugaben, wurde die Lösung sauer und das Leuchten hörte auf. Ich habe mich relativ weit entfernt von ihnen gehalten, da ich sonst womöglich verätzt worden wäre.

Als nächstes lernten sie eine Methode kennen, um das Volumen eines Stoffes in einer Lösung zu bestimmen: die Titration. Dabei sollten sie herausbekommen, wie viel Salzsäure (sauer) ihre Anführer in schwarzen Tee gegeben hatten. Beim sauren Tee konnte man kein Leuchten beobachten, als sie aber so lange Natronlauge zugetropft hatten, bis die Lösung alkalisch wurde, leuchtete der Tee. Das liegt daran, dass die Natronlauge und die Salzsäure sich gegenseitig neutralisieren und die Lumineszenz schon



im leicht alkalischen Milieu auftritt. Weil der Verbrauch an Natronlauge proportional zum Volumen an Salzsäure ist, kann man das Volumen an Salzsäure berechnen (in diesem Fall 1:1).

Nach diesen beiden Versuchen versammelten sich die Erdlinge um die Tafel im Labor und lauschten gespannt ihrem Anführer. Dieser erklärte ihnen nun, wie das Leuchten funktioniert. Hierzu betrachteten sie ein Energieschema: Bei der Fluoreszenz verhält es sich so, dass ein Elektron durch Licht angeregt wird und in einen höheren Energiezustand springt. Ein Elektron allein kann diesen Zustand aber nicht lange halten, es fällt auf eine Zwischenstufe. Hierbei wird Wärme frei. Beim zweiten Abfallen auf den Grundzustand wiederum wird Licht emittiert. Da bereits Energie in Form von Wärme abgegeben wurde, wird nur ein Teil der aufgenommenen Energie als Licht frei. Dieses hat demzufolge eine längere Wellenlänge als die absorbierte UV-Strahlung, und ist deshalb sichtbar. Nun begaben sie sich erst einmal zur Nahrungsaufnahme. Um circa 16 Uhr versammelte sich langsam die ganze Gruppe im Labor. An diesem Nachmittag wollten sie wieder eine Lösung zum Leuchten bringen. Sie ver-

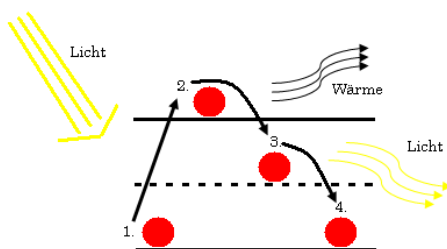


dünnten Luminol mit 50 ml Natronlauge und gaben 1 ml Wasserstoffperoxid dazu. Diese Lösung (Luminol) konnte nun mit verschiedenen Dingen zum Leuchten gebracht werden, z. B. mit Blut, Kupfermünzen, FeCl_3 , ...

Bericht Motte: Die Erdlinge kamen am Nachmittag in ihren Theorieraum, um die Unterschiede der Leuchtvorgänge kennenzulernen, die sie zuvor im Labor selbst erzeugt hatten.

Zuerst besprachen sie den Unterschied zwischen Fluoreszenz und Phosphoreszenz: Bei der Fluoreszenz ist es so, dass ein Material unsichtbare Strahlung absorbiert und sichtbares Licht abstrahlt. Jedoch halten sich die Elektronen nur so lange auf einem höheren Energieniveau, wie sie von der UV-Lampe (Primärstrahlung) bestrahlt werden. Sobald die Primärstrahlung wegfällt, hört die Fluoreszenz (Sekundärstrahlung) auf, z.B. bei Tonic Water. Außerdem noch eine Warnung an alle: Zahnschmelz (Phosphatmineral Apatit: $\text{Ca}_2(\text{OH}, \text{F})\text{PO}_4$)

leuchtet auch im Schwarzlicht, im Gegensatz zu künstlichen Zähnen. Ihr Anführer wies sie daraufhin, dass man im Schwarzlicht der Disko die falschen Zähne des Partners als Zahnlücken sehe. Bei der Phosphoreszenz hingegen sinken die angeregten Elektronen des Materials nach Wegfallen der Primärstrahlung nur langsam vom Zwischenzustand wieder auf den Normalzustand ab und geben dabei Licht ab. Ein Beispiel, das die Erdlinge hier nannten, sind die Leuchtsterne, die sich Jüngere ihrer Art übers Bett hängen. Diese sollen sich anscheinend tagsüber durch Sonnenlicht „aufladen“ und dann nachts über diesen Wesen leuchten, wobei dieses Leuchten eben länger, dafür aber schwächer ist.



Energieschema der Lumineszenz

Dann kamen sie zur Besprechung verschiedener Formen von Lumineszenz. Die vorher besprochenen Formen von Lumineszenz, Fluoreszenz und Phosphoreszenz, werden Photolumineszenz genannt. Thermolumineszenz kann man beim Erhitzen von Kristallen auf etwa 100°C beobachten, wie bei farbigem Flussspat, wobei Voraussetzung die Anwesenheit von Störfaktoren, wie freie Atome von Calcium und Fluor, ist. Tribolumineszenz sieht man z.B. beim Auseinanderbrechen eines Traubenzuckers. Ursache für dieses Leuchten sind in diesem Fall Emissionen aufgrund von Entladungen zwischen entgegengesetzt geladenen Bruchflächen und dadurch angeregte Sekundärstrahlung. Nachdem sie jetzt die Theorie zu ihren Versuchen besprochen hatten, machten sie sich hungrig, aber auch um einiges

schlauer, zum Abendessen auf.

28.08.2007: Ausflug nach Heidelberg

SARA AGGAR UND MARLENA LÜBKE

Bericht Spinne:

8:10 Labor

Die Erdlinge kommen ins Laboratorium. Jedoch ziehen sie die Kittel nicht wie gewohnt an, sondern verstauen sie mit ihren Brillen in Tüten. Da alle das Labor wieder verlassen wollen, begeben ich mich schnell in die Tüte des Anführers.

8:20 Vor dem Labor

Sie teilen sich in zwei Gruppen auf. Ich bleibe bei dem Teil, der aus dem Anführer, sowie vier charmanten Mädchen besteht. Wir begeben uns in ein altmodisches Transportmittel, ein Auto. Aus ihrer Unterhaltung ist zu schließen, dass sie die Universität in Heidelberg besuchen wollen.

9:30 Universität Heidelberg

Wieder als Gruppe vereint, machen sie sich auf den Weg, die Uni zu erkunden. Sie berücksichtigen einen riesigen Hörsaal. Dieser scheint sie sehr zu beeindrucken, denn sie fotografieren ihn mehrfach.



10:00 Universität Heidelberg

Der Doktorand Radek Kierat hält einen Vortrag über die Fluoreszenz. Sie scheinen großes Interesse an diesem Thema zu haben, denn sie stellen viele Fragen. Danach

führt Dr. Matthias Hofmann sie durch den Chemiebereich der Universität.



12:00 Mensa

Die Erdlinge begeben sich zur Nahrungsaufnahme in die Mensa. Da sie ihre Sachen zuvor im Labor der Uni zurückgelassen haben, befinde ich mich nun auf dem Rücken ihres Chefs, um sie weiter im Auge behalten zu können. Die Hälfte unserer Gruppe isst Krautspätzle, die andere Fleischkäse. Sie scheinen nicht gerade überwältigt zu sein. Im darunter liegenden Café bestellen sie noch etwas zu trinken, was ihnen mehr Begeisterung entlockt.

13:00 Universität Heidelberg, Chemielabor

Gesättigt begeben sie sich in ein Laboratorium und teilen sich in Zweiergruppen auf. Daraufhin beginnen sie wild mit acht verschiedenen Duftkomponenten zu experimentieren. An meine Nase dringen die merkwürdigsten Gerüche, die sich alle vermischen. Obwohl ich leicht benebelt bin, bekomme ich mit, dass die zehn Wesen ganz begeistert an den verschiedenen Stoffen riechen. Anscheinend versuchen sie anhand einer „Duftbeschreibung“ zu erraten, an welchem Stoff sie gerade schnüffeln. Jetzt mischen sie nach verschiedenen Rezepten die Komponenten zusammen und versuchen, deren Düfte zu beurteilen. Dies scheint in manchen Fällen schwieriger zu sein, denn sogar ihr Anführer verwechselt Fliederduft mit Maiglöckchen.

Nachdem sie der Hälfte ihrer Mischung In-



dol zugegeben haben, beginnen sie beide Teile gleich stark zu verdünnen. Hierbei stellen sie mit der freundlichen Hilfe der Studenten und Professoren als Versuchspersonen fest, dass die mit Indol versehenen Lösungen 100mal stärker verdünnt werden müssen, damit man sie nicht mehr wahrnehmen kann, d. h. Indol wirkt geruchsverstärkend. Als Höhepunkt kombinieren sie noch ihr persönliches Parfüm, welches sie mit nach Hause nehmen dürfen. Zum Schluss vergleichen sie noch ihre Ergebnisse und stellen erhebliche Abweichungen bei der Duftidentifizierung fest. Sie scheinen nicht sonderlich gute Nasen zu haben. Außerdem beschenken Herr Seifried und Prof. Dr. Krämer sie mit Chemikalien zur weiteren Herstellung von Düften.



17:30 Autobus

Wiederum teilen sie sich auf. Diesmal befinde ich mich in der Tüte eines blonden Jungen, weshalb ich mit sieben Erdlingen und einem Ersatzanführer in einem großen Transportmittel „Bus“ lande. Ich bekomme mit, dass sich eine weibliche Stimme schon laut Gedanken über ihre Zukunft als Chemiestudentin macht. Die männlichen Wesen schlafen dabei gemächlich ein, wobei auch ich von dem Aufenthalt im Duftnebel ganz verwirrt bin und schläfrig werde.

18:50 Eckenberg Gymnasium, Mensa

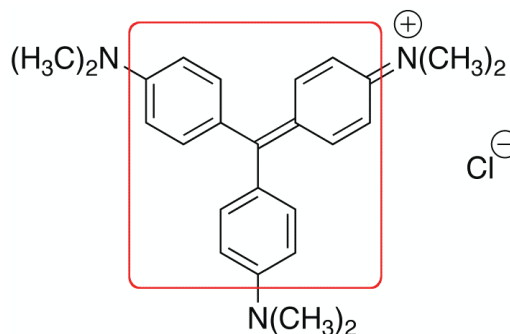
Die Erdlinge kommen endlich wieder an. Ich werde erst, noch in der Tüte, in die Mensa mitgeschleppt und kann mich kaum mehr wach halten. Endlich werde ich per Kittel wieder ins Labor zurückgebracht. Sie scheinen sich jetzt draußen bei irgendwelchen unwichtigen Spielen zu vergnügen. Bevor ich total vernebelt, nicht mehr in der Lage zu denken, einschlafe, höre ich meine Gruppe brüllen: „Chemie, Chemie, wir stinken wie noch nie!!!“ Hierbei haben sie meine volle Zustimmung.

30.08.07: Chemie des Tintenkillers

DANIEL KRAUTER

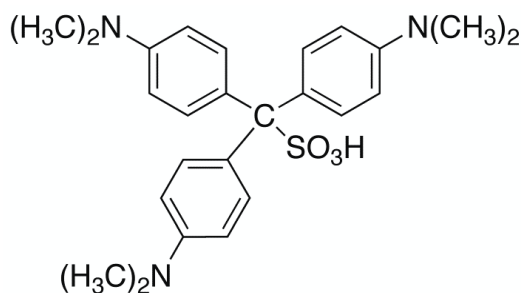
Nachdem die Erdlinge den Raum betreten und ihre weißen Kittel angezogen haben, kann es losgehen. An diesem Morgen geht es um die „Chemie des Tintenkillers“. Der Anführer der Gruppe stellte zu Beginn erst einmal eine Frage in den Raum: „Warum kann die blaue Tinte der Schüler gekillert werden, die rote Tinte der Lehrer jedoch nicht?“ Um dies herauszufinden beginnt die Gruppe erstmal einen eigenen Tintenkiller herzustellen. Dafür verwenden sie Natriumsulfit Na_2SO_3 . Außerdem stellen unsere Zielobjekte noch Tinte aus Kristallviolett, Wasser und Ethanol her. Allen Erdlingen ist nach diesen Versuchen natürlich klar,

dass das Natriumsulfit im Stande ist, die blaue Tinte aus Kristallviolett zu killern. Es stellt sich die Frage, warum? Der Anführer erklärt, dass der Chromophor des Kristallvioletts durch die Natriumsulfitlösung zerstört wurde.



Chromophor Kristallviolett

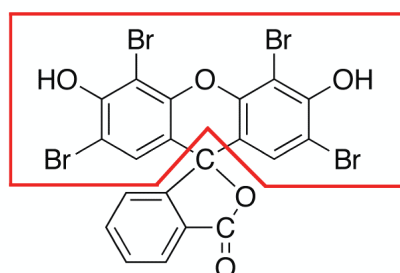
Das heißt, dass sich beim Auftragen des Tintenkillers auf die Tinte eine Molekülgruppe an den Chromophor bindet. Dadurch ist das Molekül der Tinte nicht mehr planar (d.h. auf einer Ebene), sondern räumlich ausgeprägt. Nun verschwindet die Farbe, weil der Chromophor und damit die delokalisierten Elektronen, die sogenannte Mesomerie, unterbrochen wird. Und der Chromophor ist der Farbgebende Teil eines Moleküls.



Reaktionsprodukt aus Kristallviolett mit Natriumsulfit

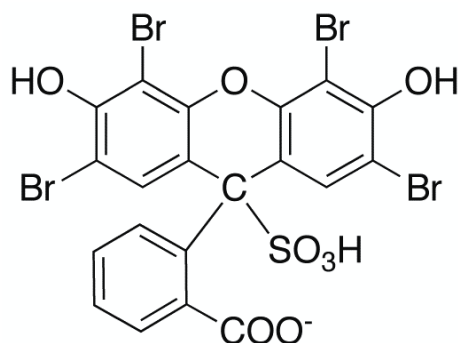
Jetzt wollen die Erdlinge noch wissen, warum man Lehrertinte nicht killern kann. Dazu beschäftigen sie sich mit den Triphenylmethanfarbstoffen. Denn für die Tinte des Lehrers wird Eosin benutzt, welches zu der Gruppe dieser Farbstoffe gehört.

Bei der Strukturformel von Eosin kann man deutlich erkennen, dass der Chromophor



Chromophor Eosin

sehr stabil gebaut ist, das heißt, es gibt keine Möglichkeit den Chromophor mit Hilfe von Natriumsulfit zu zerstören. Denn auch wenn das zentrale C-Atom durch die Lactonringbildung im sauren Milieu sp^3 -hybridisiert wird, kann immer noch ein Elektronentausch stattfinden, da die delokalisierten Elektronen den Weg über die Sauerstoffbrücke nehmen.



Reaktionsprodukt aus Eosin mit Natriumsulfit

31.08.07 Letzter Tag der Science Academy

SIMON LANDMESSER UND THUC-AN MAI

Bericht Raumschiff: Heute Morgen treffen sich die Erdlinge in einem Stufensaal. Immer einzelne Gruppen von zwei bis drei Personen üben einen Vortrag, der jeweils zirka 20 min dauert.

Jede Gruppe trägt den bei allen identischen Vortrag vor und erhält von den anderen



Verbesserungsvorschläge. Als sie damit fertig sind, ist es auch schon wieder Zeit zur Nahrungsaufnahme.

Nach dem Mittagessen kommen auf einmal viele große Erdlinge, offenbar Verwandte, mit ihren fahrenden Blechkisten. Die kleineren Erdlinge führen die größeren auf dem Gelände herum und nach einiger Zeit beginnt der Raum, sich zu füllen. Je eine Kleingruppe der Chemiker referiert über das in den zwei Wochen geleistete.

Zuerst reden sie sowohl über die Geschichte, Absorption und Reflexion als auch über die Mischung von Farben und Farbstoffen. Ein weiteres großes Thema sind Energieniveaus und Chromophoren. Beim Vortrag schalten sie ein sogenanntes Schwarzlicht an und eine Flüssigkeit namens „Tonic Water“ leuchtet. Dies machen sie im Bezug auf das Thema Leuchtstoffe. Das nächste große Thema sind die Geschmacksstoffe, wobei sie den Schwerpunkt auf Süßstoffe gelegt haben. Diese können die großen Erdlinge später auch noch probieren. Anschließend berichten sie noch über Aromastoffe und ihre Gewinnung und zu guter Letzt über Duftstoffe, wobei das größte Thema die

Chiralität ist. Zur Veranschaulichung geben sie auch zwei Geruchsproben durch die Reihen. Am Ende können die großen Erdlinge noch Fragen stellen, da das Publikum stets ein anderes ist. Oft sind hier Eltern und Verwandte dabei, die sichtlich stolz auf ihre kleinen Erdlinge sind.

02.09.07: Abschließendes Fazit

ANNA HEINZMANN

Nach zahlreichen Beobachtungen unserer Agenten im Zeitraum vom 20. August bis zum 2. September irdischer Zeitrechnung können wir Folgendes schließen:

1. Die zu Beobachtenden Objekte (Jugendliche) hatten sichtlich viel Spaß!!!
2. ZBO erweiterten ihren Horizont durch zahlreiche Versuche!
3. ZBO gruppierten sich zu neuen Gruppen und schlossen Freundschaften!
4. ZBO hatten sichtlich Mühe, am 2. September abzureisen (Tränen flossen)
5. In diesem Kurs (Chemie) war immer viel Freude dabei - manchmal jedoch waren gewisse ZBO nicht so bei der Sache und ließen sich massieren.
6. Schickte einige Ergebnisse des Kurses an führende Wissenschaftler unseres Heimatplaneten und erhielt folgende Rückmeldung: Die Erdlinge haben in den zwei Wochen enorme Anstrengungen unternommen und es geschafft, sich hervorragend in ihrem Fachgebiet fortzubilden. Sie verdienen unsere Hochachtung.

Die Meinungen der Agenten über die Disziplin des Chemiekurses gingen auseinander, doch in mehreren Punkten sind sie sich einig:

- Amrei Nissen und Dr. Dr. Georg Rudolf haben Großartiges geleistet und verdienen unseren Respekt
- der Wissensdurst einiger ZBO ist einfach grenzenlos
- alle ZBO haben sich wohlgefühlt
- der Schlachtruf „Chemie, Chemie wir stinken wie noch nie“ ist unübertroffen!!!!



In diesem Sinne kann ich beruhigt mein Logbuch schließen, denn auf der Erde gibt es zum Glück noch intelligente, wissensdurstige Wesen!!

Danksagung

Wir möchten uns bei allen bedanken, die uns die tolle Zeit bei der Science Academy ermöglicht haben. Es gibt sehr viele Personen, denen wir die Teilnahme an der Akademie verdanken. Deshalb hoffen wir, hier niemanden zu vergessen. Ganz besonders bedanken möchten wir uns bei den Sponsoren der Science Academy, der Akademieleitung Dr. Markus Herrmann und Dr. Ulrike Greenway und deren Assistenz Natalie Schindler und Marina Kümmerle. Außerdem bei Martina Titz, unserer „Akademie-Mama“, bei Steffi, die für die KüAs zuständig war, bei Johannes, der unseren Chor wunderbar geleitet hat; sowie bei unseren Schulen und bei unseren Eltern, die uns unterstützt haben. Auch bei Professor Krämer, Dr. M. Hofmann und Volker Seifried,

die unseren Ausflug organisiert haben, möchten wir uns bedanken. Unser größter Dank gilt den besten Kursleitern des Universums: Georg Rudolf, Amrei Nissen und Theo Prestel. Es war eine richtig tolle Zeit, wir danken euch allen dafür, dass ihr sie uns ermöglicht habt!

KURS THEO PRAX: Ein Kurs ohne Tränen, aber mit viel Blut

„Projektarbeit mit Ernstcharakter“, „Angewandte Forschung/ Entwicklung/ Wirtschaft“, kurz TheoPrax - was ist das überhaupt?

Diese Frage stellten sich sicherlich viele, als sie das Programmheft, in dem die Kurse vorgestellt wurden, lasen. Und auch während der Akademie fragte sich der eine oder andere Teilnehmer aus einem anderen Kurs verwundert über bestimmte Aktivitäten der TheoPraxler: „Was machen die eigentlich?“

Um diese Frage zu klären, folgt hier eine kurze Vorstellung von TheoPrax: TheoPrax ist eine Lehr- und Lernmethode, die vor 11 Jahren vom Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) entwickelt wurde. TheoPrax bedeutet Projektarbeit „mit Ernstcharakter“, d. h. es gibt jemanden, der ein Angebot erstellt und einen anderen, der den Auftrag erteilt. Dadurch stellt TheoPrax ein Netzwerk zwischen Schulen und Unternehmen sowie eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis her.

Das Hauptziel von TheoPrax ist die Steigerung der Motivation zum Lernen. Außerdem sollen Kompetenzen (fachliche, methodische, personale und soziale) gestärkt und das Interesse der Teilnehmer an den Naturwissenschaften erhöht werden. Dies wird umgesetzt, indem Theorie und Praxis gleichrangig bewertet werden (daher auch der Name TheoPrax), da man erwiesenermaßen am meisten lernt, wenn man etwas selbst tut, also seine eigenen Erfahrungen macht. Außer der Praxis und der damit verbundenen fachlichen Theorie, lernt man bei TheoPrax aber auch etwas über Projekt-,

Team- und Konfliktmanagement sowie Kreativitäts-, Motivations- und Präsentationstechniken. Das heißt, man lernt Forschungsarbeit kennen, wie sie in einem Forschungsinstitut Alltag ist.

Teammitglieder

Dörthe Krause ist sozusagen die Mutter von TheoPrax. Sie lebt in Karlsruhe und arbeitet am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie, wo sie das TheoPrax-Zentrum leitet.

Sie ist immer gut drauf und schafft es, uns in jeder Situation zu motivieren und mit ihrer Fröhlichkeit und ihrer Kreativität anzustecken. Ihr ist es zu verdanken, dass wir nicht im Chaos versunken sind und fast immer rechtzeitig fertig waren. (Allerdings kamen wir regelmäßig zu spät zum Essen.) Außerdem war Dörthe immer als Ansprechpartnerin für (nicht nur fachliche) Fragen und Probleme da, egal wie viel Stress sie sonst noch hatte. Sie hatte ein sehr sicheres Gespür dafür, wann wir einfach nicht mehr arbeiten konnten und lockerte unsere Kursarbeit dann durch eine Vielzahl lustiger Spiele auf.

Simon Budjarek arbeitet als Sport- und Mathematiklehrer in Walldorf, in der Nähe von Karlsruhe. Neben unserem Kurs brachte er uns regelmäßig in seiner Sport-KüA zum Schwitzen, damit wir uns danach wieder mit klarem Kopf an die Arbeit machen konnten.

Simon stand uns immer mit Rat und Tat und seiner gelassenen Art zur Seite. Er be-

antwortete uns jede Frage, rettete in regelmäßigen Abständen diverse Computer und schaffte es sogar, unsere Mikroskopkamera zu reparieren und ihre Funktionstüchtigkeit zwei Wochen lang zu erhalten. Außerdem versorgte er uns immer mit Doppelkeksen, ohne die wir wahrscheinlich nicht überlebt hätten.

Veronika Julie Gaile, unsere Schülermentorin, war selbst vor zwei Jahren im Theo-Prax-Kurs. Veronika war sehr geduldig und einfach immer für uns da. Selbst große Teile ihrer Freizeit opferte sie für unseren Kurs. Ohne sie hätte die eine oder andere „Überstunde“ in der Mittags- oder Abendpause nicht stattfinden können. Wir finden es super, dass sie sich so für uns engagiert hat. Außerdem hatte sie uns vor der Akademie an die Universität Stuttgart begleitet. Sie war für jeden Spaß zu haben und wir erlebten sehr lustige Momente mit ihr.



Unseren Kurs haben wir bereits am Vorbereitungswochenende in vier Teams aufgeteilt: Team GeFrAd, AquaMindS, Hydrebo und DropLuChS.

Team GeFrAd:

(Der Name setzt sich aus den zwei Anfangsbuchstaben der drei Vornamen zusammen.)

Gediminas Schüppenhauer aus Eppelheim war der Teamsprecher des Teams GeFrAd. Ihn zeichnete eine große Gelassenheit aus, auch wenn er ab und zu mal in den Finger gestochen wurde. Ganz egal wie stressig die Situation war, Gedi verstand es immer, durch seine Art die anderen aufzuheitern und uns den Ernst der Lage für einen Moment vergessen zu lassen.

Franziska Kremsreiter aus Schöntal-Oberkessach war immer fröhlich und lachte sehr oft. Nicht nur deshalb wurde sie von allen geschätzt. Vor allem durch ihre kreativen Ideen fanden wir oft Lösungswege für unsere Projektarbeit.

Adrian Kopf aus Rottweil war unser Ruhepol. Seine fantastische Ausdrucksweise verhalf uns zu den passendsten Texten in unserem Abschlussbericht und Präsentationen.



Team AquaMindS:

(Wir fanden einen Namen, in dem unsere Anfangsbuchstaben vorkamen und außerdem Wasser und Gedächtnis veranschaulicht.)

Andy (Andreas) Widmann aus Balingen war der Entertainer unseres Kurses. Er war immer gut drauf und verhalf uns vor allem durch sein Engagement, sein Ideenreichtum und durch seine immer vorhandene gute Laune zu guter Stimmung und Fortschritt im Kurs.

Sandra Bammert aus Gutenzell - ausgerechnet sie, die immer fröhlich und ausgeglichen war, sollte für eine Versuchsreihe weinen (was letztendlich mit der Unterstützung des Chemie-Kurses und „massivem“ Tränengaseinsatz geklappt hat). Und selbst da verlor sie nicht ihr Lächeln.

M. S. aus Oberhausen. Er war der Kritiker, durch dessen Hilfe die anderen Kursteilnehmer auf die Lücken in ihren Plänen aufmerksam gemacht wurden. Außerdem konnte er gut organisieren und präsentieren.



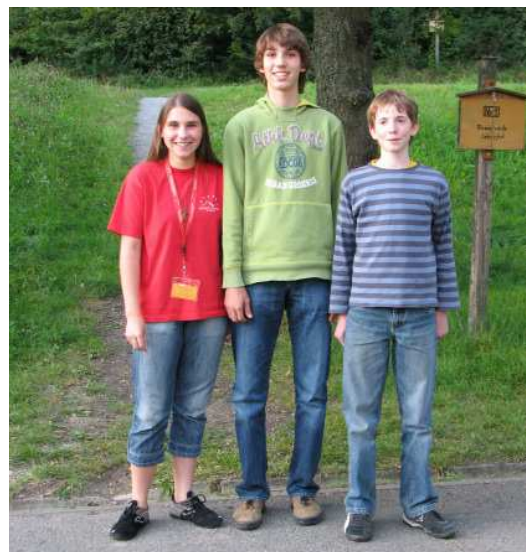
Team Hydrebo:

(Der Name setzt sich aus dem griech. Wort für Wasser hydros und den Anfangsbuchstaben der Nachnamen zusammen.)

Matthias Ernst aus Weinheim war der Teamsprecher des schnellsten und ordentlichsten Teams. Mit seiner ruhigen Art war er unser „Professor“ und dank seiner gut durchdachten Planungen verloren wir nie den Überblick.

Hannah Ochner aus Fellbach war die Erfinderischste, wenn es um irgendwelche Texte ging. Sie war bei allem mit 100 Prozent dabei und brachte sich immer ein. Vor allem durch ihre umfangreichen Argumentationen überzeugte sie uns oft von ihren Ideen und Ansichten.

Tobias Bremicker aus Karlsruhe war der Computerspezialist. Zusammen mit Matthias erstellte er sehr professionelle Präsentationen und einen „Vorzeige- Abschlussbericht“. Zu seinen Stärken zählten auch seine Überzeugungskraft, Ideenreichtum und gute Argumentation.



Team DropLuChS (die Chaosgruppe):

(Drop bedeutet Tropfen und Luchs steht für ein schlaues Tier; L, C und S stehen für die Teammitglieder.)

Lukas Botz aus Weinheim schaffte es als Teamsprecher, dass sein permanent unter Zeitdruck arbeitendes Team am Samstag doch noch eine tolle Präsentation und gute Ergebnisse vorweisen konnte. Hierfür scheute er keinerlei Überstunden und wir mussten ihn zu gelegentlichen Pausen zwingen. Mit ihm haben wir viel gelacht und er war nie aus der Ruhe zu bringen.

Stefanie Börsig aus Konstanz war diejenige, die uns in schwierigen Momenten aufheiterte. Ihre Präsentationen waren sehr professionell und dazu war sie immer fröhlich.

Clemens Wallrath aus Stutensee war nie aus der Ruhe zu bringen und stets gelassen. War er erst einmal in seine Arbeit vertieft, brachte er sie konzentriert zu Ende und nichts, aber auch gar nichts konnte ihn ablenken.



„Hat Wasser ein Gedächtnis?“ - Hintergrund unserer Forschungsarbeiten

Hat Wasser ein Gedächtnis? - Eine Frage, die ziemlich absurd erscheint. Und DAS soll unser Thema sein?!? Wenn man sich die bisherigen Theorien allerdings einmal genauer anschaut, dann wirkt es gar nicht mehr so abwegig: Eine Antwort ist die Tropfenbildmethode. Den Anfang der Tropfenbildmethode muss man in der Kunst suchen. Die Stuttgarter Künstlerin Ruth Kübler lässt Wassertropfen trocknen und diese hinterlassen Strukturen. Diese Strukturen kann man sich unter einem Dunkelfeldmikroskop anschauen. Dann sieht man helle Strukturen auf schwarzem Hintergrund. Die Künstlerin vergrößert sich diese Struktur stark, so dass man nur noch einen kleinen Teil der Struktur erkennen kann. Hier kann man jetzt mit etwas Fantasie Figuren, Gegenstände, usw. erkennen.



Jetzt aber zurück zur Wissenschaft. Professor Kröplin vom Institut für Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen (ISD) der Universität Stuttgart hat diese Methode weiterentwickelt, um sie als Indikator für elektromagnetische Strahlung zu benutzen, da er im Zuge der Raumfahrtmedizin die Auswirkungen elektromagnetischer Strahlungen auf den Menschen untersucht. In seinen Versuchen hat sich gezeigt, dass elektromagnetische Strahlung Auswirkungen auf das Tropfenbild des Wassers hat. Das heißt, dass mehrere Tropfen des glei-

chen Leitungswassers auch fast die gleichen Tropfenbilder ergeben. Wenn man jetzt aber genau das gleiche Wasser nimmt, es elektromagnetischer Strahlung aussetzt und es nach der Bestrahlung auftropft, dann sehen die Tropfenbilder des Wassers untereinander wieder sehr ähnlich aus, aber anders als die Tropfenbilder des unbestrahlten Leitungswassers. Ein Beweis, dass sich Wasser Informationen (in diesem Fall die Bestrahlung mit elektromagnetischer Strahlung) merken kann? Das Problem an der Tropfenbildmethode ist, dass sie, solange sie von Hand ausgeführt wird, nicht reproduzierbar ist, da der Experimentator das Tropfenbild beeinflusst. Das haben die Stuttgarter Forscher mit dem „Mehrpersonenversuch“ herausgefunden. Dabei haben mehrere Personen das gleiche Wasser zur selben Zeit aufgetropft. Es ergaben sich immer unterschiedliche Tropfenbilder bei den einzelnen Personen. Wenn man also den gleichen Versuch noch einmal macht, ist das Ergebnis wahrscheinlich zwar das Gleiche, die Tropfenbilder sehen aber mit hoher Wahrscheinlichkeit anders aus. Zurzeit arbeiten Herr Schöck und Frau Eberl, Mitarbeiter von Professor Kröplin, an einer „Auftropfmaschine“, die die Tropfenbildmethode reproduzierbar machen soll.

Es gibt aber auch eine weitere Lösung zum Gedächtnis des Wassers, die anerkannter in der Wissenschaft ist. Es sind die Versuche von Professor Elsässer vom Max-Born-Institut in Berlin. Er ist der Meinung, dass sich Wasser Informationen in der Wasserstruktur merkt. In seinen Versuchen regt ein Laserlichtblitz das Wasser zum Schwingen an. Durch die Neubildung der Strukturen des Wassers wird die Schwingungsfrequenz und phase des Laserlichts verändert. Sein Ergebnis ist, dass sich die Wasserstruktur (Wasserstruktur = Netzwerk gekoppelter Wassermoleküle) innerhalb von 50 Femtosekunden neu anordnet. Eine Femtosekunde ist ein Millionstel einer Milliardstel Sekunde. Durch den Strukturverlust

gehen seiner Meinung nach die gespeicherten Informationen verloren. Sein Fazit also: Wasser hat ein Gedächtnis, es ist aber unvorstellbar kurz.

Wir sind in unserem Kurs der Theorie von Professor Kröplin auf den Grund gegangen und haben seine These mit eigenen Versuchen hinterfragt.

miss **erfolgreiche Versuche**

Ein wichtiger Teil unserer TheoPrax Projektarbeit waren eigene Forschungen. Dazu haben wir in vier Gruppen eigene Versuchsreihen zur Thematik „Gedächtnis des Wassers“ entwickelt. Nun hat jede Gruppe ein Angebot an unseren Auftraggeber verfasst, und nach Rücksprache mit ihm die folgende Versuche durchgeführt:

- Das Team GeFrAd hat den Einfluss von Ultraschall auf das Tropfenbild von Blut untersucht.
- Das Team DropLuChS hat Versuche zur Langzeitwirkung von äußeren Einflüssen auf Wasser, sowie Versuche zur Auswirkung von Laserstrahlen auf Wasser gemacht.
- Das Team AquaMindS hat an der Wirkung von Handystrahlung auf Tränenflüssigkeit und an den Veränderungen des Tropfenbilds von Speichel im Tagesverlauf geforscht.
- Das Team Hydrebo hat den Einfluss von Tönen auf Wasser untersucht.

Im Folgenden werden die Arbeiten der einzelnen Gruppen genauer beschrieben:

Team GeFrAd:

Uns interessierte die Wirkung von Ultraschall auf Blut. Falls wir eine deutliche Veränderung feststellen würden, könnten wir diese auch auf Ultraschalluntersuchungen beim Menschen übertragen.

In unserer ersten Versuchsreihe haben wir Blut auf einen Objektträger getropft und es durch ein Ultraschallbad beschallt. Dabei haben wir festgestellt, dass das Ultraschallbad vibriert und somit die Struktur der Blutropfen verändert wird. Um diesen Störeffekt zu verhindern, legten wir den Objektträger auf einen Schwamm und stülpten das Ultraschallbad darüber.



Ultraschallbad auf
Schwamm

In weiteren Versuchsreihen haben wir festgestellt, dass das Tropfenbild von unbeschalltem Blut anders aussieht als das Tropfenbild des beschallten Bluts. Ob diese Veränderungen positive oder negative Auswirkungen auf den Menschen haben, können wir nicht beantworten.

Team DropLuChS:

Unser Team wollte herausfinden, ob Wasser ein „Langzeitgedächtnis“ hat, d.h., ob Veränderungen im Tropfenbild durch äußere Einflüsse auch nach längerer Zeit noch sichtbar sind. Dazu haben wir gleichzeitig mehrere Versuchsreihen mit Handystrahlung, Rotlicht, Schwarzlicht und Ultraschall angesetzt und wollten nach verschiedenen Zeitintervallen Proben nehmen, doch nicht umsonst hatten wir bald den Beinamen „Chaosgruppe“!

Die erste Durchführung der Versuche war leider nicht auswertbar, weil sie durch elektromagnetische Strahlung verfälscht wurde. Eigentlich hatten wir die Proben in Töpfe gelegt und diese sollten die Strahlung

abschirmen. Aber sie waren keine Faraday-Käfige, da sie keine gute Leitfähigkeit hatten, was eigentlich die Grundvoraussetzung eines Faraday-Käfigs sein müsste.

Bei der zweiten Durchführung hatten wir erneut Probleme:

Als erstes brannte unsere Schwarzlichtbirne durch. Deswegen flog gleichzeitig die Sicherung heraus und wir mussten alle Versuche, ausgenommen des Handystrahlensversuchs, abbrechen. Der Rotlichtversuch wurde im Vorraum der Toilette wiederholt, in der es noch Strom gab. Mit einer Rotlichtlampe bestrahlten wir zwei mit Wasser gefüllte Spritzen. Eine weitere gefüllte Spritze nahmen wir unbeschallt als Referenz. Den ganzen Versuchsaufbau hatten wir in Alufolie gewickelt, die die elektromagnetische Strahlung abschirmen sollte. Nach kurzer Zeit fing es in der Toilette extrem an zu stinken... Bald wurde uns klar, dass die Rotlichtlampe die Kunststoffspritzen und die Lampenfassung aus Plastik geschmolzen hatte, da die Alufolie die Wärme der Rotlichtlampe reflektiert hatte. Somit waren nur der Handy- und der Ultraschallversuch auswertbar. Wir stellten fest, dass Ultraschalleinwirkung nach 12h, Handystrahlung sogar nach 21h, noch eindeutig erkennbar ist. Was danach passiert, konnten wir - wegen der Pannen :-) nicht untersuchen.



geschmolzene Spritze und
Rotlichtlampe

Daraufhin haben wir eine Laserversuchsreihe durchgeführt. Dabei bestrahlten wir Wasser in einem Glas und Wassertropfen beim Trocknen mit einem Laserpointer (Klasse II) und einem Astronomie-Laserpointer (Klasse IIIB).

Dabei kam heraus, dass der Astrolaser deutlichere Auswirkungen auf die Struktur des

Wassers hat als der Laserpointer. Außerdem zeigten beim Trocknen bestrahlte Tropfen stärkere Veränderungen im Tropfenbild als im Glas bestrahltes Wasser.

Team AquaMindS:

Unser Ziel war herauszufinden, ob elektromagnetische Strahlung Auswirkungen auf Körperflüssigkeiten hat und ob es noch andere Gründe für Veränderungen von Körperflüssigkeiten gibt. Als Körperflüssigkeiten haben wir Tränen und Speichel genommen.

Bei uns war die einzige Fehlerquelle eigentlich eine nicht weinende Sandra! Zuerst versuchte Sandra sich durch Zwiebelschneiden zum Weinen zu bringen; aber sie weinte nicht! Anschließend hat Georg, der Kursleiter des Chemiekurses, aus Brom und Aceton Tränengas herstellen wollen. Das Gemisch reagierte allerdings weiter - es entstand ein Selbstbräuner. Beim zweiten Versuch gelang es endlich Tränengas herzustellen. Sandra weinte!!!

Bei unserer Versuchsreihe tropften wir zuerst zwei Tränen als Referenz auf einen Objektträger auf. Danach telefonierte Sandra mit einem Handy und es wurden zwei weitere Tropfen aufgetropft. Zur Kontrolle führten wir denselben Versuch noch mal durch.

Unser Ergebnis ist nicht eindeutig, da bei der ersten Versuchsreihe Auswirkungen von elektromagnetischer Strahlung auf das Tropfenbild der Tränenflüssigkeit erkennbar waren. Bei der Kontrollversuchsreihe konnten wir aber keine eindeutige Veränderung feststellen.

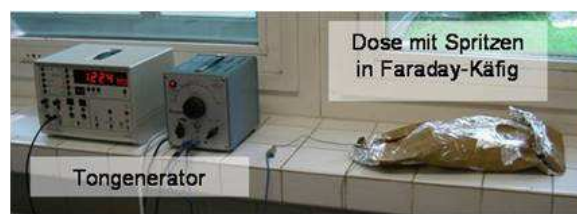
Der zweite Versuch war, dass Andy dreimal am Tag (vor dem Frühstück, vor dem Mittagessen und nach dem Mittagessen) in eine Spritze spuckte und seinen Speichel auftropfte.

Die Struktur des Speicheltropfenbilds ver-

ändert sich im Verlauf des Tages. Die Speicheltropfen zeigten eindeutige Unterschiede, morgens, vormittags und nachmittags; und dies an allen drei Versuchstagen. Parallelen zwischen den Tagen und Gründe für die Veränderungen konnten wir nicht feststellen.

Team Hydrebo:

Wir haben an den Auswirkungen von hörbaren Tönen auf Wasser geforscht und wollten herausfinden, ob mit unterschiedlichen Frequenzen beschalltes Wasser auch unterschiedliche Tropfenbilder ergibt.



Um zu erreichen, dass sich neben den Auswirkungen der verschiedenen Frequenzen im Tropfenbild nur möglichst wenige weitere Parameter abbilden, haben wir versucht möglichst viele dieser Störparameter (z. B. Umgebungstemperatur, Einfluss des Experimentators, elektromagnetische Strahlung) auszuschalten, und führten daher die Experimente immer im selben Raum und mit demselben Experimentator durch. Um die elektromagnetische Strahlung abzuschirmen, wollten wir eine Pfanne mit Deckel als Faraday-Käfig benutzen.

Jetzt mussten wir noch testen, ob die Pfanne auch wirklich als solcher zu gebrauchen ist: Wir legten ein Handy in die Pfanne und riefen es danach an. Das Handy klingelte; demnach ist elektromagnetische Strahlung durch die Pfanne durchgekommen ('kein Faraday-Käfig'). Daraufhin testeten wir eine mit Alufolie umwickelte Blechdose, da Blech und Aluminium gut leiten und dies die Grundvoraussetzung für einen Faraday-Käfig ist. Das Handy hatte in der Blechdose

keinen Empfang, also schirmte die mit Alufolie umwickelte Blechdose elektromagnetische Strahlung zumindest teilweise ab.

Zur Planung des Versuchsablaufs: Die Beschallung des Wassers sollte immer von einer Person durchgeführt werden und das Auftropfen des beschallten Wassers auf den Objektträger sollte zur Kontrolle immer von zwei Personen durchgeführt werden. Auch sollte die Beschallung möglichst an einem Tag stattfinden, um größere Veränderungen im Raumklima auszuschließen. Die getrockneten Wassertropfen sollten danach möglichst schnell mikroskopiert werden. Das klingt sehr aufwändig, es können aber alle diese und weitere Parameter (wie oben bereits erwähnt) Auswirkungen auf das Tropfenbild haben.

Zur Beschallung benutzten wir einen Tongenerator, zur genauen Einstellung der Frequenzen ein Frequenzmessgerät. Als Frequenzen suchten wir uns 410 Hz, 820 Hz, 1230 Hz, 1640 Hz und 2050 Hz, weil diese mehr oder weniger starke Resonanzfrequenzen sind und damit auf jeden Fall durch den Faraday Käfig durchkommen. Nun füllten wir zur gleichen Zeit 14 Spritzen mit dem gleichen Wasser. Danach beschallten wir jeweils zwei Spritzen mit einer Frequenz. Zwei gefüllte Spritzen nahmen wir (unbeschallt) als Referenz. Nach dem Beschallen haben dann Hannah und Matthias innerhalb von 10 Minuten jeweils 12 Wassertropfen einer Frequenz auf einen Objektträger aufgetropft.

Das Ergebnis unserer Versuchsreihe ist, dass es nur sehr leichte Unterschiede im Tropfenbild zwischen dem Referenzwasser und dem beschallten Wasser gibt. Jedoch konnten wir keine Regelmäßigkeiten zwischen den Veränderungen im Tropfenbild im Bezug auf die Frequenzveränderung feststellen. Der Grund für die Unterschiede könnte in anderen, nicht beachteten Parametern liegen. Unser Fazit ist also, dass es nicht sicher ist, ob Töne Auswirkungen auf

das Tropfenbild des Wassers haben und wir empfehlen daher weitere Versuche in diese Richtung.

Kein Projekt ohne Projektmanagement

Um ein Projekt erfolgreich durchführen zu können, kommt man um ein Projektmanagement nicht herum.

Jedes Projekt durchläuft 4 Phasen: Start- und Definitionsphase, Planungsphase, Umsetzungsphase und Abschlussphase. Besonders wichtig für den Ablauf und den Erfolg ist die Planungsphase. So auch bei uns.

In der Planungsphase sammelten wir nun im Team Arbeitspakete für den Strukturplan, die in unserem Projekt bearbeitet werden mussten. Danach ordneten wir diese in einer logischen Ablauffolge. Für die Aufstellung unserer Zeitkalkulation konnten wir nun diesen Strukturplan nutzen. Zu jedem Arbeitspaket wurde eine von uns festgelegte Zeitangabe zugeordnet. Diese konnten nun zusammen mit den restlichen Wochentagen an einer Pinnwand befestigt werden. Bei unserem Kostenplan mussten ebenfalls viele Dinge beachtet werden. Neben den Materialkosten mussten auch Reisekosten und Personalkosten für externe Betreuer berechnet werden. Die Risikoanalyse ist ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der Planungsphase. Welche Risiken können auftreten, die das Projekt in der Zeitplanung stören oder sogar das gesamte Projekt gefährden könnten? Auch bei uns gab es eine Panne. Kurz vor Beginn der Akademie ging die Mikroskop-Kamera kaputt. Deshalb wurde eine weitere in einem Internetauktionenhaus bestellt. Als diese nicht rechtzeitig eintraf, wurde die defekte Kamera von Simon notdürftig repariert. Zwei Tage vor dem Ende der Science Academy, als schon alles erledigt war, traf die neue Kamera ein.

Während der Umsetzungsphase führten wir

unsere Versuche durch. Diese Phase beinhaltet auch die Projektsteuerung, das Controlling, bei der wir überprüfen, inwiefern der Projektstruktur- und Zeitplan eingehalten bzw. überschritten wurde.

Als vierte Phase erfolgte die Abschlussphase. Den Donnerstagnachmittag und den gesamten Freitag verbrachten wir damit, unsere Ergebnisse zu dokumentieren, sie in unserem Abschlussbericht zu verfassen und eine Präsentation auszuarbeiten.

Der Abschlussbericht enthielt neben der Vorstellung unseres Teams auch unsere Aufgabenstellung und Zielsetzung, die Ausgangssituation (z. B. bisherige Forschungsergebnisse), die Vorgehensweise bei unseren eigenen Versuchsreihen sowie unser Fazit und unsere Reflexion.

Am Samstag, den 1. 9. 07, durften wir nicht nur unsere Eltern, sondern auch unseren Auftraggeber, Herrn Dr.-Ing. Schöck, vom Institut für Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen der Universität Stuttgart, zu unserer Präsentation begrüßen. Zuerst wurden TheoPrax, unser Thema sowie unsere Aufgabenstellung und einige Thesen vorgestellt. Danach folgten die Versuchsergebnisse der einzelnen Gruppen. Nachdem wir unsere Abschlussberichte Herrn Dr.-Ing. Schöck überreicht hatten, nahmen wir stolz unsere TheoPrax-Zertifikate von unserer Kursleiterin, Dörthe Krause, entgegen.



Die Keksphase

Drei Sekunden vor zwölf

Wir schreiben das Jahr 2007 nach Christus. Die Welt liegt in tiefer Faulheit. Nur eine kleine Gruppe interessierter Jugendlicher sitzt zusammen in einem Raum des LSZU II im Eckenberg-Gymnasium Adelsheim und lauscht andächtig.

TheoPrax-Kurs-Logbuch, 22. 8. 07, 16. 00 Uhr:

„Ihr werdet ein Angebot schreiben, so wie jedes andere Forschungsteam, mit allem Drum und Dran!“ verkündet unser Kursleiter Simon Budjarek mit donnerndem Bass. Moment mal, Angebot?!? Ja, tatsächlich! Denn wie jedes Jahr hat unser Kurs einen Auftraggeber, der vor seiner Zustimmung informiert werden möchte, was die einzelnen Teams eigentlich zur Lösung der Fragestellung beitragen wollen. Da nun nicht alle denselben Bereich bearbeiten wollen, gilt hier koordiniertes Arbeiten in Dreiergruppen (mehr oder weniger koordiniert, versteht sich). Was gehört eigentlich in so ein Angebot rein?

Oh nein! Das sieht ja richtig nach Arbeit aus! Wer soll sich denn zwischen Zielsetzung, geplanten Projektergebnissen, Projektstrukturplan, Bearbeitungszeitplan, Kostenplan, Zahlungsbedingungen, Sondervereinbarungen und dergleichen auf Antrieb zu Recht finden? Naja, klappt schon ... es liegt ja auch ein Muster bei, an dem man sich einigermaßen gut orientieren kann ... Auch sind Dörthe Krause und Simon Budjarek zum Glück ständig für Fragen offen. Und wenn die beiden gerade bei den anderen Gruppen unterwegs sind, gibt's ja noch Veronika Gaile, unsere Schülermentorin (was nicht immer eine Hilfe ist, z. B. wenn es mal wieder heißt: „Daran erinnere ich mich gar nicht! Oder doch? Also wir haben das damals einfach irgendwie gemacht, das wurde dann so genommen!“ Nicht im-

mer, wie gesagt, meistens aber schon :-). Bis zum Ende des Arbeitsblocks ist zwar kaum ein Team sonderlich weit, aber: „Es ist ja noch soooooo viel Zeit morgen!“

TheoPrax-Kurs-Logbuch, 23. 8. 07, 10. 00 Uhr:

„Also, bis zwölf Uhr muss das Angebot raus sein! Ihr wollt ja alle pünktlich zum Mittagessen!“, heißt es nun. Naja, klappt schon, fehlt ja nur noch hier und da etwas ...

TheoPrax-Kurs-Logbuch, 23. 8. 07, 11. 40 Uhr:

Langsam bricht auf manchen Stirnen der Schweiß aus. Warum müssen wir einen Kostenplan machen, wenn wir sowieso nicht bezahlt werden??? „Wie in einem richtigen Projekt!“ sagt Simon. Was für Materialien müssen denn da drin stehen? Ist das überhaupt noch innerhalb von 20 mickrigen Minuten zu schaffen? Hier herrscht Uneinigkeit, doch durch die Hilfe der Gruppen untereinander und schnelle Übermittlung der benötigten Daten ist auch diese Hürde schließlich überwunden.

TheoPrax-Kurs-Logbuch, 23. 8. 07, 11. 55 Uhr:

Hilfe! Nicht mal mehr für den obligatorischen Keks bleibt noch Zeit! Langsam aber sicher macht sich das ungenaue Zeitmanagement in einigen Gruppen bemerkbar.

TheoPrax-Kurs-Logbuch, 23. 8. 07, 11. 58 Uhr:

Uhhhh, das wird knapp, die Datei muss jetzt noch in den Anhang gepackt werden und dann nichts wie weg damit! Fehlt noch was? Hmm, eine höfliche Anrede wäre vielleicht auch nicht schlecht...

TheoPrax-Kurs-Logbuch, 23. 8. 07, 11. 59 Uhr und 59 Sekunden:

Unter lautstarkem „Hunger!“-Gequengel der Kursleiter erscheint endlich das „Gesendet!“-Symbol auf dem Bildschirm! Geschafft! Auf den allerletzten Drücker! Herr Schöck an der Universität Stuttgart wird das Angebot pünktlich erhalten! Jetzt ist erst mal Entspannung bei einem leckeren Mittagessen unserer örtlichen Mensa angesagt.

UND DA HEISST ES IMMER, WIR THEOPRAXLER WÄREN FAUL!!!



Rauchende Köpfe

Kreativität - Stell dir vor, du bist eine Flasche

Am Anfang unseres Projektes machten wir uns Gedanken, welche Versuche wir selbst durchführen wollten. Aber wie kommen wir zu guten Ideen? Hier ist Kreativität gefragt! Doch was ist Kreativität eigentlich?

Dörthe brachte uns in einer Powerpoint-Präsentation ein paar Definitionen von Kreativität näher: Die Lösung von kniffligen Problemen beruht auf Kreativität, es ist die Fähigkeit, produktiv gegen Regeln zu denken und zu handeln und vorhandenes Wissen in ungewöhnlicher Weise zu kombinieren. Das klingt jetzt zwar etwas widersprüchlich, doch Dörthe erläuterte zum

Glück noch ein paar Kreativitätstechniken, als da wären:

Identifikations-Methode:

Fragestellung: Was sollte beim Transport von Milchflaschen verbessert werden? Dabei versetzt man sich in die Lage aller Beteiligten, z.B. des Kunden, des Lieferanten und nicht zuletzt der Flasche selbst!

Was würdest du denn als Flasche am Transport verbessern?

- Ich will nicht dauernd angestoßen werden und schon gar nicht kaputtgehen!
- Ich möchte mit frischem Inhalt geliefert werden!
- Ich will es beim Transport bequem haben!

Oder als Kunde?

- Ich möchte, dass die Lieferung pünktlich kommt!
- Ich möchte, dass der Lieferant freundlich ist!

Oder als ...

So entstehen nach kurzer Zeit viele Ideen und Vorschläge, die die unterschiedlichen Bedürfnisse der Beteiligten widerspiegeln.

Kopfstand-Methode:

Warum das Hirn verknoten, wenn du dich auf den Kopf stellen kannst?! Das Prinzip dieser Methode lässt sich am besten an einem Beispiel erklären:

„Was kann ich tun, damit der Rasen in meinem Garten immer schön grün bleibt?“ Hier lassen sich auf die Schnelle nicht allzu viele Antworten finden. Also kehren wir die Frage einfach um!

Jetzt lautet sie: „Was kann ich tun, damit der Rasen in meinem Garten **nicht** schön grün bleibt?“

Tja, zuerst einmal sollte man Atomtests im Garten durchführen, regelmäßig mit der Planierraupe die Wiese durchpflügen und vor allem die verbliebene Vegetation häufig mit Chemikalien anreichern.

Was jetzt nach purem Unsinn aussieht, lässt sich aber entgegen aller Erwartungen in sinnvolle Vorschläge umarbeiten, indem man es einfach wieder umkehrt! Und Taaaa: Am Ende steht also fest, dass man seinen Rasen nicht chemisch belasten, sondern z. B. naturfreundlichen Dünger verwenden sollte. Außerdem sollte man nicht allzu sehr auf ihm herumtrampeln und wenn man ein Grundstück in der Nähe eines Atomkraftwerks besitzt, vielleicht über einen Umzug nachdenken.

Und zu guter Letzt die ...

Brainwriting oder 653-Methode:

Das Prinzip: 6 Personen schreiben in 5 Minuten jeweils 3 Ideen auf ein Blatt Papier. Nach Ablauf der Zeit werden die 6 Blätter im Uhrzeigersinn weitergegeben. Das wird so oft wiederholt, bis jeder jedes Blatt einmal in der Hand hatte.

Das Ergebnis sind 18 Ideen pro Blatt, d. h. bis zu 108(!) Ideen in 30 Minuten!

Am Schluss bekommt jeder das Blatt, das er in den ersten 5 Minuten bearbeitet hat. Jeder erhält 5 gleichfarbige Klebepunkte und sucht aus den 18 Ideen nach einem bestimmten Kriterium (z. B. Bezahlbarkeit, Durchführbarkeit,...) 5 heraus. Danach erhält jeder 4 weitere Klebepunkte und sucht aus den gewählten 5 Ideen noch einmal 4 heraus, diesmal nach einem anderen Kriterium. Zum Schluss werden nach einem weiteren Kriterium die drei besten der bisher gewählten Ideen markiert.

Wir wandten diese Methode für unser Projekt an und erhielten nach nur 30 Minuten über 200 diskutabile Ideen.

Teammanagement oder auch $2 + 2 = 5$

$2 + 2 = 5$

Ein Tippfehler? Ein Rechenfehler?

Nein; das ist das Prinzip eines Teams. Dadurch, dass wir uns mit unseren Stärken und Schwächen ergänzen, erhalten wir - im Gegensatz zur alleinigen Arbeit und der späteren Zusammenführung - ein besseres Resultat.



Jetzt ist Teamarbeit gefragt!

Hierzu muss das Team (und natürlich man selbst) wissen, welche Stärken und Schwächen man hat.

„Wie sehe ich mich selbst und welche Rolle spiele ich im gesamten Team“ oder „Wie sehen mich die anderen?“ sind Fragen, die auch wir uns stellten. In einer anonymen Selbst- und Fremdeinschätzung stellten wir fest, dass unser Selbstbild nicht immer mit unserem Fremdbild übereinstimmt.

Um das Gruppengefühl zu stärken und zur Auflockerung und Abwechslung der straff durchorganisierten Arbeitsblöcke spielten wir ab und zu lustige und hilfreiche Spie-

le, was uns auch den Ruf als „Adelsheimer Spielkinder“ einbrachte. Zum Beispiel das Spiel mit einem Spinnennetz bei dem wir uns in zwei Gruppen aufteilten. Mit Schnüren wurde eine Art Spinnennetz gespannt. Nun mussten wir alle durch die einzelnen Netzwaben, die wir nicht berühren durften, hindurch.

Nach kurzer Absprache ging es auch schon los! Die ersten Kursteilnehmer zwängten sich durch die schmalen Lücken im Spinnennetz. Bald ging es nicht mehr anders, als dass man sich gegenseitig helfen musste, sei es durch Anfeuern oder tatkräftiges Unterstützen. Schließlich wurde auch der letzte Teilnehmer von den anderen durch eine der höher gelegenen Waben durchgehoben. Ohne Teamarbeit wäre diese Aufgabe nicht lösbar gewesen!

Fliegende Fische als Motivation

Motivation spielt bei Projektarbeiten eine sehr wichtige Rolle. Bin ich unmotiviert, ist meine Leistung viel geringer, als wenn ich motiviert arbeite. Zum Thema Motivation haben wir einen Film über die Motivations-techniken gesehen, die Fischverkäufer auf einem amerikanischen Fischmarkt anwenden, um ihre Motivation zu steigern und auch den Käufern Spaß zu bereiten.

Die Fischverkäufer werfen sich z. B. bei der Arbeit gegenseitig Fische zu. Sie spielen - und **Spiele**n ist eine sehr gute Motivationsmethode, macht Spaß und Spaß motiviert. Wer Spaß beim Arbeiten hat, kommt einfach besser voran und arbeitet viel effizienter. Das ist vor allem wichtig, wenn man einen Zeitplan einzuhalten hat, was bei Projektarbeiten eigentlich immer der Fall ist. Auch wir haben, von allen belächelt, regelmäßig Spiele gemacht, natürlich ohne Fische zu werfen :-). Und konnten danach viel besser weiterarbeiten.

Auch haben die Fischverkäufer mit ihren Kunden gespielt, z. B. haben sie ihnen Fische zugeworfen, um ihnen Spaß zu bereiten. **Wenn man anderen eine Freude macht**, wirkt sich das auch positiv auf einen selbst aus.

Es gibt nämlich kaum etwas Motivierenderes als zu sehen, dass sich jemand anderes über etwas freut, was man selbst getan hat. Wenn man anderen auch mal eine Freude macht, kann man auch viel besser zusammenarbeiten. Unsere beste Motivation waren Doppelkekse, auf die wir uns immer freuten.

Die Fischverkäufer waren immer **präsent**, was bedeutet immer voll und ganz da zu sein, alles mitbekommen, für andere da sein, aber auch ehrlich sagen, wenn man gerade keine Zeit hat. Sie haben sich aber sehr viel Zeit für ihre Kunden genommen. Präsent sein ist sehr wichtig für die Arbeit im Team, denn Teamarbeit bedeutet Kommunikation und Kommunikation funktioniert nur, wenn man präsent ist. Wir waren jeden Tag voll bei der Sache.

Jeden Morgen haben die Fischverkäufer ihre **Einstellung zu dem neuen Tag** und ihrer Arbeit getroffen. Sie wollten jeden Tag Spaß haben und motiviert an alles herangehen. Wenn man jeden Tag seine Einstellung wählt, dann handelt man auch danach. Durch das Wählen einer positiven Einstellung kann man jede Arbeit mit Spaß verrichten. Wir gingen ebenfalls immer motiviert an unsere Arbeit im Kurs.

Konflikt - Chance zur Veränderung!

Es gibt wohl kaum eine Projektarbeit im Team, die ohne Konflikte abläuft, vielleicht auch bloß, weil mal wieder die Kekse ausgehen. Konflikte bei einer Projektarbeit sind also etwas ganz Normales; es mag sie zwar keiner, aber sie sind wichtig, denn sie sind

oft der Auslöser für (manchmal dringend notwendige) Veränderungen. Aber bevor man Konflikte lösen, also „managen“ kann, muss man zuerst die Ursachen und die Entstehung von Konflikten verstehen.

Bei Projektarbeiten gibt es drei Grundursachen von Konflikten:

1. Störungen im fachlichen Projektablauf, was so ziemlich in jedem Projekt vorkommt und auch bei uns nicht ausblieb. Man erinnere sich an dieser Stelle an diverse kaputte Lampen, Versuchsreihen, die wegen „undichten“ Faradaykäfigen oder herausgeflogenen Sicherungen wiederholt werden mussten und nicht zuletzt an unsere von Simon nur notdürftig reparierte Mikroskopkamera, die die Akademie gerade noch so überstanden hat. Diese Störungen müssen natürlich nicht zwingend zu Konflikten führen, es kann aber durchaus zu Konflikten über beispielsweise das weitere Vorgehen nach einer solchen Störung geben. Trotz dieser vielen Störungen gab es bei uns keine größeren Meinungsverschiedenheiten.

2. Störungen im Prozess von Entwicklung und Neuerung. Damit sind z. B. personelle Wechsel in einem schon eingespielten Team gemeint. Da es keine Teilnehmer-Änderungen gab, hatten wir mit solchen Störungen nicht zu kämpfen. Wir mussten uns aber am Anfang noch aneinander gewöhnen, was unter anderem aufgrund von Keksen allerdings schnell ging.

3. Der „Human Factor“, also der „menschliche Faktor“ ist die häufigste Konfliktursache überhaupt. Diese Konfliktursache beschreibt z. B. das einfache Nicht-Miteinander-Klarkommen zwischen den Teammitgliedern. Denn die meisten Konflikte entstehen auf der Beziehungsebene und haben etwas mit den Gefühlen der am Konflikt Beteiligten zu tun.

Man kann sich die Entstehung eines Kon-

flikts in Form zweier Eisberge vorstellen. Der größte Teil der Eisberge befindet sich immer unter Wasser. Wenn die Eisberge unter Wasser zusammenstoßen gibt es einen Konflikt, den man als Außenstehender nicht unbedingt sieht.

Der wichtigste Punkt für die Konfliktvermeidung ist eine gute Kommunikation untereinander. Denn jeder hat praktisch 4 „Ohren“, mit denen er auf 4 verschiedenen „Ebenen“ hören kann, was der andere ihm mitteilen möchte. Neben dem **Sachinhalt** einer Aussage gibt es auch jeweils ein Ohr, das **Beziehungshinweise**, **Appelle** und **Selbstoffenbarungen** hört. Diese vier Inhalte sind in jeder Aussage vorhanden. Wenn ich sage: „Vorsicht, heiß!“, dann ist da der Sachinhalt, dass etwas heiß ist, da ist aber auch der Appell, vorsichtig zu sein und die Offenbarung, dass man sich Sorgen um den anderen macht. Je nachdem, wie etwas verstanden (empfangen bzw. gesendet) wird, verschlechtert sich die Kommunikation und das Konfliktpotential steigt.

Konflikte können aber nicht nur zwischen Teammitgliedern entstehen, sondern auch zwischen Team und Auftraggeber, Team und Projektleiter, unterschiedlichen Teams etc. Es gibt verschiedene Konflikt-Arten: Rollenkonflikte, Zielkonflikte (deshalb haben wir innerhalb unseres Teams gleich am Anfang klare Ziele definiert.), Beziehungskonflikte...

Aber wie verlaufen eigentlich Konflikte?

Schon schwelende Konflikte sind zu erkennen; z.B. an Verschlechterung der Kommunikation, dem Sinken der Teamleistung, häufigen Meinungsverschiedenheiten und Sticheleien, dem Zuschieben der Schuld zu einem anderen und dem gegenseitigem Meiden. Alles Negative schiebt man auf den anderen. Es gibt 3 verschiedene Konfliktstufen mit unterschiedlichen Charakteristika. Bei der 1. Konfliktstufe ist der Glaube an eine Lösung noch vorhanden. Das Merkmal dieses **Win-Win-Konfliktes** ist der häufige Gebrauch der Wörter „ich“ und

„wir“. Bei der Lösung dieses Konfliktes sind beide Kontrahenten Gewinner. Beim **Win-Loser-Konflikt** gebraucht man die Wörter „du“ und „ihr“ und schiebt sich gegenseitig die Schuld zu. Aus diesem Konflikt tritt immer einer als Verlierer heraus. Zwei Verlierer gibt es jedoch bei den **Loser-Loser-Konflikten**. Hierbei ist es wichtiger, dem anderen Schaden zuzufügen, als seinen eigenen Nutzen in den Vordergrund zu stellen. (Beispiel: Ein für das Projekt wichtiges Gerät kaputtmachen 'keiner kann mehr arbeiten, es schadet einem selbst und auch dem anderen; unsere Geräte sind aber natürlich alle aus Versehen kaputt gegangen :-).

Um mit Konflikten während einer Projektarbeit umgehen zu können, bedarf es eines guten Konfliktmanagements. Dabei müssen die Probleme zuerst erkannt und analysiert werden. Danach müssen Lösungen gefunden und Entscheidungen zum weiteren Vorgehen getroffen werden. Diese Absprachen müssen dann unbedingt eingehalten werden. Um das Problem lösen zu können, müssen zwei Fragen gestellt und beantwortet werden:

1. das Warum, das in der Vergangenheit zu suchen ist
2. das Wie, das in der Zukunft angesiedelt ist.

Das bedeutet, wir müssen den Ursprung des Konfliktes suchen (warum) und uns überlegen wie der Konflikt gelöst und in Zukunft vermieden werden kann.

Die zeitliche Abfolge dieser Fragen kommt auf den jeweiligen Konflikt an (bei Konflikten bei denen körperliche Gewalt eine Rolle spielt, ist es beispielsweise sinnvoll, zuerst zu fragen, **wie** man den Konflikt beenden kann).

Wichtig: Die dauerhafte Lösung des Konflikts muss aber auf jeden Fall **gemeinsam** entwickelt und umgesetzt werden.

Wie verschwinden 10 kg Kekse?

Bereits nach wenigen Tagen hatten wir bei den anderen Kursen das Image, dass wir statt zu arbeiten nur Spiele machen und zudem Unmengen an Keksen essen. In gewisser Weise stimmte das sogar: Immer wieder unterbrachen Dörthe oder Simon unsere Arbeitsphasen und riefen uns zu einem kleinen Spiel zusammen. Doch das hatte durchaus seinen Sinn: In der TheoPrax - Methode sind Spiele sehr wichtig, um eben Gelerntes (z. B. Teambildung) auch gleich zu vertiefen und um durch kleine Auflockerungen zwischendurch die Konzentrationsfähigkeit und Arbeitsproduktivität zu steigern. Auch das mit den Keksen war nicht nur ein Gerücht: Ursprünglich hatten wir in den Kursregeln festgeschrieben, dass Essen und Trinken während des Kurses verboten sei. Bereits im Voraus regte sich dagegen aber Widerstand von den Leitern. Und als Simon uns am ersten Tag einige Apfelsaftflaschen und nicht weniger als 8 Doppelkeksrollen präsentierte („die bisherigen Kurse haben mich zum Essen und Trinken im Kurs erzogen“), wurde das Essverbot verständlicherweise fallengelassen. Nach zwei Wochen hatten etwa 35 Liter Mineralwasser und Apfelsaft sowie knapp 10 kg Süßigkeiten und Kekse zur entspannten Kursatmosphäre beigetragen. Bei all dem darf man jedoch nicht vergessen, dass vor der Rotation, der Abschlusspräsentation und vor allem bei der Chaos-Gruppe :-) viele Überstunden **vor** und bei dem Frühstück, mittags oder abends, vor und während der KÜA-Schienen geleistet wurden; manchmal sogar ohne Doppelkekse :- (!!!

Fazit

Wenig **FREIZEIT**
RIESENSPASS
totaler **ZUSAMMENHALT**
I M
TheoPrax-**TEAM**

Ein super Kurs!!!

Die Autoren

Bammert, Sandra; Börsig, Stefanie; Botz, Lukas; Bremicker, Tobias; Ernst, Matthias; Kopf, Adrian; Kremsreiter, Franziska; Ochner, Hannah; Schüppenhauer, Gediminas; S., M.; Wallrath, Clemens; Widmann, Andreas.



Der TheoPrax - Kurs 2007

Die AL-Assistenz oder „Was macht ihr eigentlich den ganzen Tag?“

- Hinter den Kulissen jetzt mal vor den Kulissen -

MARINA KÜMMERLE

Natürlich schockierend, eine solche Frage, und doch drang sie während der beiden Wochen in Adelsheim ein ums andere Mal an mein Ohr. Doch ungeachtet der Höhe des Schock-Potentials, Fragen - questions - preguntas sind dazu da, beantwortet zu werden, und zwar am besten mit einigen einprägsamen Schlagwörtern und ihren Hintergründen in der heutigen Folge aus dem kleinen ABC der AL-Assistenz...:

Beamer, der:

Verschiedene Modelle verfügbar. Im Plenum am häufigsten gesehen: Modell Günther - Privatbeamer und Modell großer schwarzer Koffer, in dem alles drin ist. Am Ende einer Akademie sieht sich die AL - Assistentin in der Lage, den Beamer selbst mit der Kabeltrommel und dem Laptop zu verbinden sowie diesen scharf zu stellen. Trotzdem höchste Frustrationsgefahr, schlimmstenfalls während des Plenums Gefühlsausbrüche wie „ich probiers jetzt langsam echt nicht mehr mit dem blöden Beamer“.

FAQ (frequently asked questions):

Immer wieder (und nicht nur) von Teilnehmern in der Hoffnung gestellt, dass sich die AL-Assistentin mit diesem Problem auskennt. „Hast du den Schlüssel vom LSZU 3“ - „Darf ich auf der Bühne meine Bärlappsporen anzünden“ - „Was denkst du was wir für Liedtexte am Bergfest spielen dürfen“ - „Gibt's hier einen Limbostab für uns“. Sobald die Anzahl von Worten erreicht ist, die das Gehirn benötigt, um den Sinn eines Satzes zu erkennen, beginnt selbiges bei der AL-Assistentin auf der Suche nach Lösungsmöglichkeiten zu rattern.

Laptop, je nach Dialekt: der/das:

Grundsätzlich als Einheit mit dem Beamer zu sehen. Daher immer nur so gut wie der Beamer selbst beziehungsweise umgekehrt. Im Idealfall erkennt er/es jeden USB-Stick, egal aus welchem Baujahr, und ist sogar kompatibel zum AL-Büro-Drucker (bei Modell der AL-Assistentin leider nicht gegeben, bei dem des ALs schon).

Musik, die:

Der ideale Stimmungsmacher. Vorzugsweise in Kombination mit der Anlage im Plenarraum, die vom Bergfest-Orgateam sowie der AL-Assistentin zusammen mit Chris bedient werden kann. Falls die AL-A einmal vergessen sollte, den Hauptstecker einzustecken, kann sie dank des beiliegenden Notrufzettels (die genialste Einrichtung auf dem ganzen Eckenberg) immer noch Herrn Künzel anrufen, der ihr dann telefonische Anweisungen erteilt (so geschehen anno 2007).

Strandmatte, die:

Ein Gebrauchsgegenstand der Gruppe „auch das gibt’s im AL-Büro“. Wissenswert: Die Fäden kann man einzeln rausziehen und dann Röcke daraus machen. Sehenswert: Die Reste, die danach unterm Tisch liegen. Bemerkenswert: Am Abschlussabend waren sie richtig klasse.

Plenum, das:

Morgendliches Meeting aller Beteiligten, in der Organisatorisches kurzweilig und bestenfalls getarnt zwischen unterhaltsamen Powerpointpräsentationen oder philosophischen Sprüchen vermittelt wird. Bedeutet für die AL-Assistentin unter anderem ein frühes Frühstück, damit letzte Vorbereitungen getroffen werden können sowie den Versuch, nicht müde auszusehen, da sie ja diejenige ist, die vorne steht.

Schlüssel, der (Singular):

Äußerst problematisch. Eine weitere Kategorisierung erfolgt in Zimmerschlüssel (sollte von der AL-Assistentin an einem separaten Schlüsselbund getragen werden, da sonst schnell weg), ein Plenarraumschlüssel, zwei sich im Umlauf befindende AL-Büro-Schlüssel, ... Kategorie Generalschlüssel fehlt leider, daher immer wieder Ausarbeitung von Konstruktionen wie: Abends Plenarraumschlüssel an Chris. Chris übergibt während Zeitungs-KüA an Worship-KüA. Worship-KüA übergibt bei Frühstück an Günther (Traumreise). Günther schließt auf. AL-Assistentin kann dann auch rein. Das höchste der Gefühle: Diese Konstruktion klappt.

KüAs - Kursübergreifende Angebote

Theater-KüA

ANDREAS WIDMANN

Nach alter Tradition, fand dieses Jahr wieder eine Theater KüA statt. Diesmal unter der Leitung von Steffi, Natalie und Celia. Bei unserem ersten Treffen, dachten wir erst einmal über die Art des Stückes nach. Wir waren uns bald einig, dass wir auf jeden Fall selbst etwas schreiben, bzw. etwas umschreiben wollten. Nun standen verschiedene Themen zur Auswahl:

- ein Märchen umschreiben
- einen Klassiker umschreiben
- „ein Tag bei der Science Academy“
- eine Nachrichtensendung

Wir entschieden uns schließlich für eine Nachrichtensendung, da wir dort viele verschiedene „Stücke“ in Form von einzelnen Beiträgen unterbringen konnten. Nun mussten noch die „News“ festgelegt werden. Unsere Wahl fiel auf zwei Werbespots, einen Bericht über Paris Hilton in der Wilhelma, einen Test mit Schülern und eine Live-Übertragung eines „märchenhaften“ Mordanschlags in. Wir bauten auch noch eine technische Störung und ein und zwei Werbespots ein. Unsere Produkte, „Anti- Brumm“ und „Tafelschwamm“ sind in jedem Haushalt ein absolutes Must-have! Besonders, wenn die Spots so witzig gestaltet wurden, wie in unserer Theater-KüA. Step by step kamen wir voran und nun hieß es im Step 3: Kreativ sein und Texte schreiben! Wir fanden uns in Kleingruppen zusammen und arbeiteten die gesamte erste Woche, jeweils zwei Stunden am Tag, an den Texten für die jeweiligen Rollen. In der zweiten Woche fingen wir an

zu proben, natürlich reichten die zwei Stunden am Mittag dafür nicht aus und man konnte auch in der restlichen Zeit immer wieder Leute auf dem Gelände des Eckenberg Gymnasiums bzw. im LSZU 2 beobachten, wie sie ihre Rollen übten. Nachdem wir alle unsere Texte auswendig gelernt hatten, ging es darum Kostüme und Requisiten zu beschaffen. Außerdem wurden zwei Bild- und Tontechniker zur Theater KüA hinzugeholt, die sich um die Beleuchtung und die musikalische Untermalung des Stückes kümmern sollten. Viele Kostüme konnten von den Eltern am Abschlussabend mitgebracht werden, aber einige mussten wir aus Pappmaché selbst basteln, was uns auch Spaß machte. Nach zwei Proben auf der Bühne der Sporthalle war der große Tag (oder besser gesagt Abend) endlich da. Hinter der Bühne war die Stimmung angespannt, wir wünschten uns gegenseitig Glück und hörten Ratschläge wie „Habt einfach Spaß dabei!“. Dann gingen alle auf ihre Plätze und der Vorhang schwang auf . . . Nach dem Stück applaudierte das Publikum und wir alle waren sehr stolz auf uns, da wir es geschafft hatten in nur zwei Wochen ein eigenes Stück zu schreiben und auch noch aufzuführen. Alles in allem war die Theater-KüA, wenn auch hin und wieder etwas stressig bzw. zeintensiv, eine sehr interessante und unterhaltsame Erfahrung. Ich denke ich spreche für alle Teilnehmer, wenn ich sage, dass wir es alle sofort wieder machen würden.

Tanz-KüA

Die KüA der wohl krassesten Gegensätze, was die Vorkenntnisse der Teilnehmer anbelangt. Von Anfängern bis Tänzern auf Goldniveau war bei der Tanz-KüA, die unter der Leitung von Stefanie Krämer und Christian Schweizer stattfand, alles dabei. Am ersten Abend war die ganze Halle voll mit neugierigen und tanzbegeisterten Teilnehmern. Es hatte sich fast die gesamte Akademie auf den Weg zur Sporthalle gemacht! Solch einen großen Andrang fand keine andere KüA! Nahezu jeder war gekommen, um mal zu sehen, wie beispielsweise ein langsamer Walzer getanzt wird. Aber auch die Fortgeschrittenen konnten ihr Können demonstrieren. Ein Spagat, wie er in keiner anderen KüA bewältigt werden musste. Doch alles in allem gelang es den beiden Leitern, den Kurs erfolgreich und zum Gefallen jedes Teilnehmers zu gestalten. Von Cha Cha Cha über Jive, bis hin zum Discofox war alles dabei, was das Tänzerherz begehrt. Auch die Anfänger hatten größten Spaß und zeigten keinerlei Anzeichen von Scheu, sich blamieren zu können. Und für den ein oder anderen war diese Einführung in die Welt des Tanzsports Ansporn, auch in Zukunft einen Tanzkurs zu besuchen. Ein ganz herzliches Dankeschön für ihr Engagement gilt unseren beiden Leitern Stefanie und Christian, ihr habt uns mit eurer KüA riesig Freude bereitet.

Musik-KüA

HANNAH OCHNER

Am Dienstag um 13.30 Uhr trafen wir, elf musikbegeisterte Teilnehmer, uns zum ersten Mal in der Aula, um gemeinsam zu musizieren. Nachdem sich schnell kleinere Kammermusikensembles gebildet hatten und diese mit Noten versorgt waren, begannen wir unter der Aufsicht von Herrn Kün-

zel und Johannes zu proben. Von diesem Moment an bekam man jeden Tag mittags und abends Musik jeder Art zu hören: Unser Repertoire reichte von barocken Kompositionen über klassische und romantische Werke bis hin zum Jazz und Swing. Zu den Probenzeiten ist zu sagen, dass die Musik-KüA (hauptsächlich die Jazz-Combo) die Nerven der Nachtaufsicht das eine oder andere Mal etwas strapaziert hat, da die Proben die Bettruhezeit gelegentlich überschritten haben. Einmal ging es sogar so weit, dass Steffi die unermüdlich probende Jazz-Combo suchen und die beteiligten Musiker ins Bett schicken musste. Die Aktion endete darin, dass zwar alle ins Bett geschickt wurden. Bevor dieses Ziel jedoch erreicht war, musste Steffi sich das Stück (und diverse Improvisationen) zweimal anhören und Ronja, ihr Bedürfnis, ungefähr 100 Fotos zu machen, stillen.

Worship-KüA

JOHANNA SENST

Worship-KüA. -Worship? Häh? Was heißt das denn? Was macht man denn da? Hier noch mal für alle: Worship, englisch für Anbetung, Gott loben. Und was man da macht, dazu gleich mehr. Zuerst mal möchte ich euch sagen wie wir, Johanna und Pati, überhaupt auf die Idee zu so einer seltsam betitelten KüA kamen: In den Dokus der letzten Jahre lasen wir zum ersten Mal von einer Worship-KüA, in der sich Teilnehmer zum Beten, Reden, Singen, ... getroffen haben. Wir waren schlichtweg begeistert von dieser Idee und haben uns im Forum getroffen und lange geplant. Wir sprachen uns ab, verschiedene Liederbücher mitzubringen und reisten mit etwas volleren Koffern an, als vielleicht manch anderer, aber es war uns einfach wichtig Gott auch während diesen etwas anderen, ganz speziellen beiden Wochen der Science Academy nicht aus

dem Blick zu verlieren. Während der Akademiezeit in Adelsheim haben wir uns dann auch fast jeden zweiten Morgen getroffen und mit einigen anderen - oder auch nur zu zweit - eine Andacht gehört, gebetet, gesungen und -wortwörtlich- über Gott und die Welt geredet, diskutiert und nachgedacht. Obwohl es kaum einen Morgen gab, an dem wir uns nicht zunächst auf Raum- oder Schlüsselsuche begeben mussten, durften wir in diesen ganz besonderen Zeiten, während der Rest der Akademie, abgesehen vielleicht von aktiven Frühsportlern oder fleißigen Zeitungsredakteuren, noch schlief, viel über Gott und seine unbegreifliche Liebe zu uns lernen. Da störte es wirklich nicht weiter, dass wir uns mal draußen trafen, mal im Leiterzimmer und dann wieder im Plenum und auch nicht, dass wir eigentlich alle aus ganz unterschiedlichen Hintergründen stammten und auch nicht auf jede Frage unserer zahlreichen Diskussionen eine Antwort gefunden haben. Es war eine wirklich tolle und interessante Zeit, die zumindest wir nicht so schnell vergessen werden, an dieser Stelle ein Dank an alle die uns das ermöglicht haben. Es war echt eine super Zeit mit euch!!

Sport KÜA (mittags)

SVENJA HUCKER

Drei Minuten vor 14.00 Uhr, unterhalb des LSZU 1 am Sportplatz, schönes Wetter. Circa sechs begeisterte junge Sportler warteten ... 14.00 Uhr. Inzwischen warteten schon circa 10 begeisterte junge Sportler ... (mit der Zeit kamen noch mehr dazu) 14.01 Uhr. Simon und Günter (anfangs oft in Begleitung von Christian) kamen mit einem Fußball, einer Frisbeescheibe oder einem Schlüssel die Wiese vom LSZU 1 herunter auf den Sportplatz zu. Dann konnte es sofort mit den sportlichen Aktivitäten losgehen. Erstes Beispiel: Fußball. Zu-

erst mussten natürlich die Mannschaften gebildet werden. Meistens bildeten die Träger mit roten T-Shirts eine Mannschaft, die in den ersten Tagen fast immer konstant blieb. Danach rollte oder flog der Ball über den Platz. Nach ein paar Minuten und auch fehlgeschlagenen Torschüssen, stieß Ronja meistens zu uns. Sie freute sich immer tierisch, wenn sie den Ball „professionell“ ins Tor befördern konnte. Nach ca. 90 lustigen, schönem, anstrengendem, schweißtreibenden, erschöpfendem, meistens verletzungsfreien Minuten war die Sport- KÜA vorbei. Zweites Beispiel unserer überragenden Sportkünste: Frisbee. Mein erster Gedanke war: „Frisbee wird ja wohl nicht so schwer sein“. Bei diesem Gedanken hatte ich mich wohl ein bisschen getäuscht. Zuerst wurden auch hier wieder zwei Mannschaften gebildet. Ziel war es, das Frisbee, ohne dass es Bodenkontakt hatte, hinter einer bestimmten Grenze (bei uns waren es die kleinen Fußballtore) aufzufangen. Das hört sich relativ leicht an, aber so einfach war das gar nicht, denn das Frisbee wollte nicht immer dorthin fliegen wohin es sollte. So war es dann doch meist ein hin und her und eine Glückssache mit dem Wind wo das Frisbee auffing. Drittes Beispiel: Simon oder Günter kamen mit einem Schlüssel zum Sportplatz. Das hieß: wir gehen Tennis spielen! Es stellte sich die Frage, wer eigentlich schon Tennis spielen konnte. Fazit: es gab sowohl Profis als auch Anfänger. So waren die Anfänger nach einer etwas chaotischen Aufwärmphase froh darüber, dass es eine Anfängergruppe gab, die Unterricht bekam (An dieser Stelle: Danke Alexander!). Während die Fortgeschrittenen ihre Bälle in die richtige Richtung schmetterten, flogen die Bälle der Anfänger öfters mal etwas „hoch (und/oder) hinaus“. Nach einer ersten Unterrichtsstunde brauchten wir, keinen Trainer mehr, da wir schon relativ „gutes“ Tennis spielten. Wimbledon - wir kommen! ;-) Eine weitere Möglichkeit war, dass wir Volleyball oder Bas-

ketball spielen gingen. Es war natürlich fast aussichtslos beim Basketball zu gewinnen, wenn wir Teilnehmer gegen die Betreuer, darunter Flo, Günter, Simon und Christian, spielten. Allgemeines Fazit: Es war einfach 'ne tolle, lustige und schöne Sport-KüA- Zeit, bei der man sich richtig austoben konnte!!!!!! Danke, Simon und Günter!!!!!!

Rezept für eine super tolle Koch KüA in Kuchenform

RAMONA ROLLER, JOHANNA SENST UND
ANNA HEINZMANN

Man nehme für den Teig: 9 engagierte neugierige Teilnehmer der Science Academy

Folgende Marken haben sich auf längere Zeit bewährt:

- Anna Heinzmann: wandelndes Kochbuch, übernimmt auch gerne freiwillige Arbeiten
- Daniel Fisch: Rezeptveränderungsvorschläge holt man sich bei ihm, kochen und nebenher naschen vereint er gerne
- Jonathan Mayer: gute Überzeugungs-fähigkeit (siehe Mohnstangen *g*), scheut keine Mühen nachts nach Rezepten zu forschen
- Johanna Senst: im Kalkulieren einsame Spitze, beim Aufräumen ist auf sie Verlass
- Susi Domschke: behält immer einen kühlen Kopf und richtet es, ist mit Herz, Seele und viel Spaß dabei
- Ramona Roller: Schokolade ist ihre Leidenschaft und Fachgebiet zugleich, kochen bzw. backen ohne, das Naschen geht gar nicht
- Clemens Wallrath: Experte für exotische Rezepte, es hapert ein bisschen an der Anwesenheit

- Sung - Min Wi: immer mit einer Kamera bewaffnet, total neugierig und Fragen stellend
- M. S.: immer irgendwelche Tipps und Tricks auf Lager, gleichzeitig da und doch wieder nicht
- 15 verschiedene Kochbücher
- 300 g Spaß
- 200 ml Experimentierfreudigkeit
- 7 EL Ideen
- 1 Prise Fantasie
- nach Belieben: Planungsstrategie und Realismus

Man nehme für die Füllung:

- einen Rezeptzettel, der verschwindet
- Martina in allen vier Varianten
 - Variante 1: Martina, eigentliche Besitzerin des Rezeptzettels
 - Variante 2: Martina mit ihrem Auto
 - Variante 3: flexible Martina (spielt um 21.00 noch Einkaufstaxi)
 - Variante 4: tolerante Martina, die eine Stunde längeres Arbeiten gewährt

einige Charaktere (je nach Geschmack):

- Celia: leistet den Teilnehmern in der LSZU Küche Gesellschaft, macht ein großes Geheimnis um den kochenden Rinderknochen, welchen sie gelegentlich umrührt und Fleischreste abkratzt
- Simon: äußert sich immer positiv zu den Ergebnissen der Teilnehmer, ist relativ häufig in der LSZU Küche zu sehen, schaut immer sehnsüchtig auf die Ergebnisse der Teilnehmer
- Flo: macht immer Andeutungen, die Ergebnisse der Teilnehmer zu essen :-)

Man nehme für die Glasur:

- eine große Veranstaltung (z. B. Konzertabend)
- Großen Schokoladen- und Mohnhunger

- 9 engagierte und neugierige Teilnehmer
- 1,5l Zeitmanagement
- 2 bis 3 Tropfen Anspannungsaroma
- 100 bis 150 g Erwartungsfreude
- 150 g Gestaltungsfreude
- 75 g Dekorationsfähigkeit

Ziemlich genau nach diesem Rezept haben wir in der Koch- KüA gearbeitet und gemeinsam ein Buffet für den Konzertabend vorbereitet. Da wir alle sehr kochbegeistert sind, hatten wir sehr, sehr viel Spaß miteinander und wollen uns hiermit für die Bereitstellung der Lebensmittel und der Küche im LSZU 1 bedanken. Unser besonderer Dank und unsere Anerkennung gehen an Martina, die uns aufopferungsvoll unterstützt hat. Vielen Dank !

Jonglage-KüA

JONATHAN STRIEBEL

Dem Zufall, dass Simon Landmesser und ich, und somit zwei Jonglagebegeisterte, am Einführungswochenende zusammen in einem Zimmer waren, haben wir es wohl zu verdanken, dass wir die Jonglage-KüA gründeten. Bereits im Forum wurde fleißig für die KüA geworben und dennoch meldeten sich noch nicht allzu viele für diese KüA. Nach dem erstem Austausch im Forum ging es mit großen Schritten an die Planung der KüA. Die Materialien bekamen wir hauptsächlich von Simon, der an seiner Schule eine Jonglage-AG leitet und daher gut ausgestattet ist und auch sonst waren wir dann kurz vor der Akademie für unsere KüA bestens gerüstet. Die Akademie nahte! Nachdem Simon und ich zu Beginn der Akademie vor dem LSZU 3 geübt hatten, fanden sich zum ersten Treffen schon mehr Teilnehmer, als nach der Forendiskussion erwartet, ein. Im Verlauf der Akademie kamen noch einige dazu, deren Interesse an der Welt der Jonglagekunst noch geweckt

wurde. Um einen bühnenreifen Auftritt präsentieren zu können, trafen wir uns jeden zweiten Nachmittag von zwei Uhr bis um vier Uhr. Es wurde mit Bällen, Diabolos, Ringen und zum Teil auch Keulen jongliert, was allen großen Spaß machte und auch gar nicht so einfach ist, wie es vielleicht aussieht. Nach kurzer Zeit beherrschten wir die Kunst aber schon relativ gut. Unsere Ergebnisse konnten Simon, Steffen und ich bei einem ersten kleinen Auftritt am Bergfest präsentieren, bei dem wir zwei Ball-Nummern, eine davon mit Leuchtbällen, aufführten. Unsere Show wurde mit viel Applaus kommentiert und von diesem Erfolg bestärkt, wollten wir nun unserem Ziel, den großen Auftritt am Abschlussabend, entgegensteuern. Daher war die KüA in der zweiten Woche verpflichtend. Es wurde viel geübt, auch Partnerjonglage. In der heißen Phase, das heißt wenige Tage vor dem Abschlussabend, gab es noch kleine Probleme, da die Bühne ständig besetzt war. Daher wurde die Nummer mit allen Akteuren verändert und ein Stückweit der Improvisation jedes Einzelnen überlassen. Am großen Tag, also beim Auftritt, verlief alles sehr gut und die Zuschauer waren von Feuer, Lichteffekten und der Jonglage selbst sehr beeindruckt. Somit hat die Jonglage-KüA vielleicht beim ein oder anderen die Lust auf mehr geweckt. Auch in Zukunft wollen wir versuchen uns noch mal gemeinsam zu einem Auftritt zu treffen.

Spaß, noch mehr Spaß, Bergfest

RAMONA ROLLER

Musik, Tanz und Spaß! So lässt sich wohl der letzte Teil unseres Bergfests am Sonntagabend zusammenfassen. Partystimmung pur war angesagt, als wir nach einem Gruppen-Macarena-Tanz alle zum Freestyle auf die Tanzfläche strömten und zu Ärzten, Ricky

Martin und Co. in der Aula des Eckenberg-Gymnasiums herumhüpften.

Keiner hätte sich zu diesem Zeitpunkt ausmalen können, dass wenige Stunden zuvor Müdigkeit Langeweile und Lustlosigkeit das Geschehen regiert hatten und wir spießig, Leiter und Teilnehmer schön brav getrennt, an verschiedenen Tischen gessen hatten.

Um den Wandel dieser Situation zu begreifen, kommt hier jetzt die ultimative Bergfest-Entwicklungsgeschichte Geschichte.

Um 19:30 betraten wir „normalen“ Teilnehmer und die „normalen“ Leiter den Plenumsaal. Festlich geschmückt, die Decke mit Luftballongirlanden behängt und die Tische zu Tafeln aufgestellt und mit Blumen dekoriert, strahlte uns die Aula in ihrem neuen Gesicht entgegen.

Die anderen „nicht normalen“ Teilnehmer, sprich das OrgaTeam, schraubten derweil eifrig an der riesigen Stereoanlage herum und verteilten Knabbersachen und Getränke im Vorraum.

Nun begann der erste Teil des Abends. Unschlüssig starrten viele auf die viel zu groß erscheinende, leere Tanzfläche. Geschickt umgingen die meisten diesen Bereich des Raums und pilgerten zielsicher auf die Tischreihen am Ende des Saales zu. Nach einer Weile sammelte sich die ganze Academy-Schar um diese Tische herum, natürlich möglichst weit hinten, man könnte ja sonst zum Tanz aufgefordert werden! Unsicher blickten an die 120 Augen immer wieder zum Mischpult, an dem sich das OrgaTeam beriet. Kaum ein Teilnehmer hatte eine halbwegs klare Vorstellung vom Ablauf dieses Abends und die größte Sorge vieler war: „Was ist, wenn wir Standart tanzen müssen?!“ Sätze wie: „Ich will nicht.“ „Ich kann nicht tanzen!“ hörte man zu dieser Stunde öfter.

Zu allem Übel bewahrheitete sich diese Sorge tatsächlich. Nachdem Julian und Kilian uns alle freundlich und mit viel Witz von der Bühne aus begrüßt hatten, riefen sie auch schon zur ersten Tanzrunde auf. Aber

unser verklemmter Haufen, verweigerte die Aufforderung und blieb halb gelangweilt halb unruhig auf seinen vier Buchstaben sitzen.

Wenig später gelang es dem OrgaTeam, etwas Schwung in die festgefahrene und angespannte Situation zu bringen. Bei guter Musik und aufgetauter Stimmung wanden wir uns beim Limbo unter einem alten Besenstil hindurch. Auf einmal waren Müdigkeit und Langeweile verfliegen, der Knoten war geplatzt. Von jetzt an stieg das „Wiegut-ist-die-Atmosphäre“-Barometer stetig an ...

Das abwechslungsreiche Programm des OrgaTeams und die witzige Moderation brachten eine Menge guter Laune und ließen alle Vorbehalte vergessen.

Der nächste Programmpunkt war ein Mühlespiel zwischen Leitern und Teilnehmern auf einem überdimensionalen großen Feld. Je ein Spielleiter aus jeder Mannschaft musste seine „Steine“ auf dem, aus Klebestreifen bestehenden, Feld positionieren. Selbst der Sieg der Leiter, konnte unsere Stimmung nicht trüben.

Bei einem Quiz, welches die Teilnehmer in vier Gruppen zu lösen hatten, wurden sie zu kuriosen und die Allgemeinbildung betreffenden Themen gefragt und mussten Begriffe pantomimisch darstellen. Darüber hinaus gab es noch die lustige Kategorie „Wettbewerb“, in der zwei Mannschaften gegeneinander antreten mussten.

Je nach gewähltem Schwierigkeitsgrad der Aufgaben, gab es 10, 20, 30 oder 40 Punkte. Die Mannschaft, welche nach Beantwortung aller Fragen und Durchlaufen aller Schwierigkeitsstufen am meisten Punkte hatte, gewann das Quiz. Durch die abwechslungsreich gewählten Fragen und die lustige Moderation blieb uns auch dieser Programabschnitt im Gedächtnis.

Kurz darauf folgte der erste Höhepunkt. 7 schwarz angezogener mit giftgrünen Handschuhen – tztztz ... aus dem BioLab geklaut!!! - bekleidete Leiter, stellten sich auf

der Bühne auf. Zu dem bekannten Lied „YMCA“ legten sie eine super sexy und offensichtlich anstrengende Performance hin! Ich denke ich spreche für alle, wenn ich sage, dass dieser Tanz absolutely awesome war, einfach große Klasse!

Nach dieser Aufführung hatten die wenigsten von uns eine Steigerung der Stimmung erwartet. Viele sahen den Leiter Tanz als krönenden Abschluss des Abends an und wollten gerade auf ihre Zimmer verschwinden, als uns das Orga-Team erneut überraschte. Schwupp di Wupps ging der Bühnenvorhang auf und eine handvoll Teilnehmer aus dem Publikum legten ein Spontantheaterstück hin, das sich gewaschen hatte. Auch wenn die Requisiten einfach waren und die angehenden Schauspieler des öfteren Lachkrämpfe bekamen, war es für den Rest des Publikums sehr amüsant dem Baron dabei zuzusehen wie er seinen eigenen Hund aß, seine Angestellten zuerst anklagte und dann feuerte und wie zu guter Letzt der Geist des Hundes zum Publikum sprach. Nach dem Spontitheater, welches mit tosendem Applaus verabschiedet wurde, stellten wir uns alle die Moral des Spontitheaters noch im Kopf, ganz spontan zum Gruppentanz auf.

Zu Ehhhhhhh Macarena ay!!! tanzten und wackelten wir ungezwungen auf der Tanzfläche herum. Nun konnte uns nichts mehr halten. Unser Groove war geweckt, wir fühlten den Beat und konnten endlich so richtig aufdrehen.

Licht aus, Musik ad alto volume und taaanzen!!!

Das war wirklich der echte Höhepunkt des Abends. Beim Mitgrölen von Textpassagen oder beim durch die Luft Wirbeln, machten auch die Leiter mit. Die Stimmung war am Ende sogar so gut, dass Ulrike und Markus, und dafür ganz herzlichen Dank, das Bergfest um eine halbe Stunde verlängerten! Last but for sure not least möchte ich mich, und ich glaube dass ich das auch im Rahmen aller Teilnehmer und Leiter sagen

kann, bei Julian, Julia, Johannes, M., Kilian, Sebastian und Fabian, dem Organisations Team des Bergfestes ganz feste bedanken. Ihr habt keine Mühen gescheut und habt euch von Verboten oder Einschränkungen nicht abschrecken lassen. Ihr habt für euer Programm gekämpft, habt auch in schwierigen Phasen, in denen Arbeit auf der Kippe stand, durchgehalten und nie aufgegeben. Kurzum: Ohne euch wäre das Bergfest nicht das geworden was es schließlich war!

Ein unvergessliches Event für alle!

Highland Games

WIEBKE GRAHNEIS

Mittwochabend. Alle Kurse standen in bester Laune auf dem Sportplatz. Um uns noch mehr zu motivieren, denn wir wollten ja alle die Highland Games gewinnen, dachte sich jeder Kurs einen Schlachtruf aus. Wir kamen auf folgende Ideen:

- „Chemie, Chemie wir stinken wie noch nie!“ (Chemie)
- „Beweis - trivial, Beweis - trivial, Beweis - trivial“ (Mathe)
- „Was machen wir? - Gewinnen! Was machen die anderen? Apoptose!“ (MolMed)
- „Bööörnd Bööörnd Bööörnd“ (Theoprax)
- „Oooooolaf“ (Astro)
- Geeeeeenial (Genetik)

Nun ging es auf in die Schlacht und dabei mussten wir viele lustige Stationen durchlaufen:

Station 1: Simon-im-Auto-den-Berg-hoch-schieben

Materialien: 1 Simon; 1 Auto; „stimmungs-volle“ Musik; 1 Zeitstopper Durchführung:

Simon setzt sich ins Auto, macht „stimmungsvolle“ Musik an und rollt zum Start. 6 fleißige Schieber schieben das Auto (inklusive Simon) einen flachen Hang nach oben, der „Zeitstopper“ stoppt, wie der Name ja schon sagt, die Zeit und der Rest des Kurses feuert fleißig an.

Station 2: Schubkarrenrennen

Eigentlich hätte man eine Schubkarre gebraucht, doch bei dieser wurde nach freundlicher Testung, die zur vollständigen Unbrauchbarkeit der Schubkarre führte, Luftmangel diagnostiziert. Deshalb mussten die Kursteilnehmer nun selbst eine Schubkarre mimen. Also „traditionelles“ Schubkarrenrennen oder „wer sich die Hand bricht, hat verloren“.

Station 3: Luftballons-Zertrampeln

Ja. . . Diese Station hört sich vielleicht leicht an, war es aber nicht! Es war sehr kompliziert zu warten bis Flo auf DREI gezählt hatte, nicht wahr TheoPrax?! Hopp und drauf! Naja eigentlich war uns schon das Aufblasen der Luftballons zu schwer, da wir so lachen mussten.

Station 4: Eierlauf

Der Kurs sollte sich in einer Reihe aufstellen. Die vorderste Person bekam zwei Löffel mit je einem gekochten Ei drauf in die Hand gedrückt (natürlich nicht beide Löffel in eine Hand). Nun musste man im Slalom um aufgestellte Kegel herumlaufen - natürlich ohne die Eier fallen zu lassen. Passierte dies dennoch, musste man das Ei wieder aufheben und der Kurs bekam Zeitabzug.

Station 5: Ringe werfen

Bei dieser Station ging es um das genaue Zielen: Aufgabe war es Hulahup-Reifen über eine Stange zu werfen. Schaffte man es, dass der Reifen um die Stange herum liegen blieb, gab es einen Punkt.

Station 6: Sackhüpfen

Ich glaube, dass jeder weiß, was Sackhüpfen ist. Für alle Unwissenden da draußen erkläre ich es noch mal: Man steigt in einen Sack, hält diesen fest und hoppelt los. Je nach Körpergröße und Größe des Sacks sieht das mehr oder weniger bescheuert aus - so auch bei den Kursen. Es wurden verschiedene interessante Techniken entwickelt.

Station 7: Kette

Der Kurs bekam eine Schnur in die Hand gedrückt und die Anweisung sich selbst auf die Schnur aufzufädeln“. Und zwar folgendermaßen: Zum rechten Ärmel rein, zum rechten Hosenbein raus, zum linken Hosenbein rein und zum linken Ärmel wieder raus. So sollte am Schluss der ganze Kurs auf die Schnur „aufgefädelt“ sein. Besonders lustig war der Knoten, den die Schnur beinhalten sollte: Beim Durchziehen kitzelte dieser ziemlich!

Station 8: Deckenhüpfen

Zwei Linien und vor der ersten eine Decke, die auch schon bessere Zeiten erlebt hatte. Kurzerhand bekam der ganze Kurs die Anweisung sich auf die Decke zu begeben und ohne die Decke zu verlassen hinter die zweite Linie zu kommen. Mehr hüpfend als sonst irgendwie machten sich die Kurse auf den Weg, worunter die arme Decke sehr litt. Sie war nach der letzten Gruppe (es war der Chemiekurs) nur noch ein völlig zerlöcherter Fetzen.

Station 9: Flossenlauf

Wasserlauf mal anders. Es ist ja noch nicht kompliziert genug mit Flossen Wasser zu transportieren, nein, das ganze musste bekleidet mit einem Laborkittel, einer Nikolausmütze und einer Schwimmbrille von staten gehen. Für manche Leute waren die Flossen auch noch zu klein. Alles in allem war es zum Totlachen komisch!

Endstand:

Platz 1: Chemie
Platz 2: Genetik
Platz 3: MolMed
Platz 4: Mathe
Platz 5: Astro
Platz 6: TheoPrax

Adelsheimer Gaumenfreuden - Und alles, was es dazu zu wissen gibt

JONATHAN MAYER

„Liebe geht durch den Magen“, sagt der Volksmund. Wenn das stimmen würde, dann wäre die Liebe zwischen dem Küchenteam und uns das eine oder andere Mal gefährdet gewesen. Denn neben dem zu meist leckeren und nahrhaften Tagesessen wie Gulasch oder Hähnchen gab es doch gelegentlich einige „schwarze Schafe“ wie *etwas* zu würzige Suppen oder Vanillepudding mit Seifenaroma. Solche Ausrutscher bildeten doch eher die Ausnahme. Rückblickend kann man wirklich nicht sagen, dass wir schlecht gepflegt worden wären. Zumal ich erst heute in der Schulkantine beim Essen war und unser Adelsheimer Küchenteam dabei schmerzlich vermisst habe. Die Mahlzeiten liefen nach festen Regeln und

Zeitplan ab: 7.30 Uhr: Frühstück. Eine Auswahl an Broten, Obst und Cornflakes. 12 Uhr: Mittagessen. Eine (meist recht würzige) Suppe, ein Hauptgang und ein Nachtisch (z. B. Eis, Pudding oder Tiramisu). 18.30: Abendessen. Suppe und Hauptgang. Beim Frühstück herrschte Selbstbedienung, ansonsten wurden wir wie im Restaurant bedient, indem wir die Schüsseln auf den Tisch gestellt bekamen. Gelegentlich verließen wir auch unser 5*-Restaurant, sprich die Mensa, und kosteten andere Küchen auf ihre Qualität:

- Am Wandertag aßen wir auf einem Bauernhof zu Mittag (Würstchen und Salate).
- Die Kurse, die nach Heidelberg führen, aßen an ihrem Ausflugstag dort zu Mittag (bei dieser Gelegenheit ein bedauerndes „Oooh“ für Mathe und Theoprax).
- Am Konzertabend servierte die Koch-KüA in der Pause ein Buffet bestehend aus Mohnstangen, Schnecken nudeln, Schokocrossies und Apfeltaschen (bei dieser Gelegenheit ein „Danke“ an die Koch-KüA)
- Am Abschlussabend gab es ein leckeres Buffet, das etwas an das Leben im Hotel erinnerte, denn es fehlte wirklich an nichts.

Apropos: Einige Bestandteile des Abschlussbuffets kamen mir erstaunlich bekannt vor. Und auch sonst, ging das Gerücht um, dass die Küche dem Essensrecycling nicht abgeneigt gewesen wäre. Beispielsweise wurde an dem Tag, an dem die gefärbten Puddings aus dem Chemiekurs verschwunden waren, eine Quarkspeise in allen möglichen und unmöglichen Farbtönen als Dessert serviert. Da dies aber mein persönlicher Lieblingsnachtisch der Sommerakademie war, will ich mich hier nicht beschweren. Da wir noch alle im Wachstum sind und auch gerne mal zwischendurch etwas knabberten kosteten wir auch die Delikatessen Adelsheimer Dicounter. Vor allem wurde Eistee

literweise den Berg hochgeschleppt. Kuchen, sei es jetzt von der Küche oder von Kursteilnehmern anlässlich eines Geburtstags gebacken, war immer eine wahre Gaumenfreude für alle Schleckermäuler. Als Fazit kann man sagen, dass die Verpflegung in Adlesheim gut war und dass unser Magen dem Küchenteam die kleinen „Liebessünden“ nicht weiter übel genommen hat, da wir optimal versorgt wurden. Bekanntlich brauchen ja nicht nur die Beißerchen etwas zum Kauen, sondern auch das Gehirn genügend Nährstoffe, um Topleistungen erbringen zu können. Gestärkt und gesättigt konnten wir in jeden Tag starten und deshalb: **ein herzliches Dankeschön an das Küchenteam für die tolle Verpflegung!**

Die Chor - Küa

JULIAN BUCKSMAIER

Am Anfang stand die Idee während der Akademie gemeinsam zu singen. Am Ende war ein Auftritt, der das Publikum so begeisterte, dass eine Zugabe gefordert wurde. Nun möchte ich aber beschreiben, wie sich dies alles entwickelt hat. Angefangen hat alles, wie schon gesagt, mit dem Wunsch gemeinsam zu singen, der umgesetzt werden musste. Im Forum wurde deshalb kräftig diskutiert und wir entwickelten die Idee im Sommer einen Kammerchor auf die Beine zu stellen. Es wurden Stimmen vergeben und schon Musikrichtungen und Noten gesucht und dann war es soweit: Die Akademie stand vor der Tür und wir freuten uns auf unser erstes Treffen, bei dem doch noch relativ viele Sänger dazukamen, die im Forum nicht so aktiv waren. Wir holten alle unsere Noten heraus und entschieden uns für einige Stücke, die wir singen wollten. Als wir so weit waren, versanken wir ein wenig im Chaos, da noch kein wirklicher Chorleiter vorhanden war. Das Leiterproblem löste sich bei der nächsten Pro-

be, erklärte sich Johannes Kohlmann dazu bereit die Leitung des Chors zu übernehmen. Nun konnten wir endlich mit den Proben beginnen! Mit vollem Elan und Eifer trällerten wir munter drauf los. Wir hatten folgendes Schema: Manchmal sangen alle Stimmen gemeinsam, meist aber getrennt nach Geschlecht. Johannes leitete die Proben der Mädchen; wir Jungen leiteten uns selbst: Wir hatten das Glück, dass Kilian, unser Tenorsänger und begnadeter Pianist, bei uns war und uns auf dem Klavier begleiten konnte. Unser Proberaum, die Wäschekammer, in die wir uns zu den Proben verkrochen hatten, hatte natürlich etwas ganz Besonderes an sich. Bis heute ist uns aber noch nicht klar, was ein Klavier in der Wäschekammer zu suchen hatte... Die Proben verliefen im Allgemeinen sehr heiter, auch wenn wir mal im wahren Sinne des Wortes die ein oder andere Tiefphase durchliefen, in der der Bass nicht tief genug, der Tenor und der Sopran nicht hoch genug kamen, und der Alt nicht wusste, was er singen sollte. Gegen Ende der Akademie hatten wir uns jedoch enorm verbessert und schließlich waren wir sogar so gut, dass wir auftreten konnten. Als wir dann endlich am Abschlussabend alle auf der Bühne standen, fein herausgeputzt und hoch konzentriert, waren wir alle ein wenig aufgeregt. Unser erstes Lied funktionierte auf Anhieb wunderbar und die Anspannung legte sich ein wenig. Beim zweiten Lied gab es anfangs ein paar Verzögerungen, da unser Chorleiter (wie bei einem A-Capella Stück üblich) den Ton aus dem Gehör heraus angeben wollte und dies nicht funktionierte. Deshalb mussten wir das Klavier als kleine Hilfe mit einbeziehen. Nichts desto trotz bekamen wir viel Applaus. Bei unserem Glanzstück, dem bis zu 6-stimmigen „Hallelujah“ (bekannt aus dem Film „Shrek“) übertrafen wir unsere Erwartungen bezüglich unserer gesanglichen Leistung um ein Vielfaches. Die Einsätze, das Solo, die Section der Mädchen

und der Schluss waren so sicher und harmonisch, dass das Publikum eine Zugabe forderte (die wir natürlich gerne gewährten :)). Zurückblickend kann man sagen, dass wir nie gedacht hätten, dass aus diesem Chor einmal eine solche Leistung herauszuholen wäre. Wir danken deshalb ganz herzlich unserem Chorleiter Johannes Kohlmann für sein Engagement!!

Der Konzertabend

MAREN GÖTZ

Am Freitag, dem Tag vor der Abschlusspräsentation, war es soweit: der große Konzertabend stand bevor. Nachdem alle wirklich stundenlang geübt hatten, freute sich jeder schon richtig darauf sein Können zu präsentieren. Als dann alle sich im Plenarsaal zum Konzert versammelt hatten, konnte es um Punkt 20.00 Uhr losgehen. Die Akteure waren mehr oder weniger aufgeregt - schließlich gab es ein paar Routiniers. Kilian eröffnete das Konzert mit: „Wachet auf, ruft uns die Stimme“, was alle Zuhörer positiv auf den Abend einstimmen sollte. Das Stück, geschrieben von Johann Sebastian Bach, wurde von Herrn Künzel am Klavier begleitet. Nach Kilian war Matthias mit seiner Trompete an der Reihe. Er spielte eine Intrada in B-Dur von einem unbekannten Komponisten. Danach kam zur Abwechslung Streichmusik zu Gehör. Kim spielte den ersten Satz aus Vivaldis bekanntem Violinkonzert in G-Dur und wurde von Maren am Violoncello und Herr Künzel am Cembalo begleitet. Von Vivaldi ging es weiter zu Haydn, genauer gesagt zu einem Duett für zwei Violoncelli, gespielt von Maren und Leopold. Damit noch nicht genug der Cello-Klänge: Die beiden spielten auch noch eine Sonate in e-Moll von Benedetto Marcello für Solocello (Maren), Basso Continuo (Leopold) und Cembalo (Herr Künzel). Da Herr Künzel die Musikstücke von

Benedetto Marcello sehr zu schätzen wusste, anschließend spielte Kilian mit der Trompete eine Sonate in F-Dur begleitet von Maren und Leopold am Cello und Herr Künzel am Cembalo. Der letzte Akteur vor der Pause war Matthias mit der Trompete und einem Marsch in F, begleitet von Herr Künzel am Klavier. In der Pause gab es eine süße Überraschung von der Koch- KüA, die im Foyer leckere Kleinigkeiten, wie zum Beispiel Schneckenudeln, zum Naschen aufgetischt hatten. Somit war für unser leibliches Wohl bestens gesorgt. Nach der Pause eröffnete Kilian die „zweite Halbzeit“ mit der „Caprice médiéval“ von Jacques Barat, natürlich in Begleitung von Herr Künzel am Klavier. Danach folgte eine schöne Abwechslung: Steffi und Lukas spielten eine Sonate in D-Dur von Wolfgang Amadeus Mozart vierhändig am Klavier. Mit Steffi und dem ersten Satz aus dem Konzert in h-Moll für Violine von Oskar Rieding konnte es danach auch gleich weitergehen. Kim spielte mit der Geige den Solopart und wurde von Steffi am Klavier und Leopold am Cello begleitet. Darauf folgte ein weiterer Solobeitrag von Maren, die das Stück „Lied ohne Worte“ von Felix Mendelssohn-Bartholdy präsentierte und dabei von Herr Künzel am Klavier begleitet wurde. Schlag auf Schlag ging es mit Hannah, Matthias und ihren Klarinetten weiter. Sie spielten zusammen das Duo in B-Dur von Konradin Kreutzer. Darauf folgte noch ein Beitrag von Maren, nämlich der Walzer in B-Dur von Johannes Brahms mit Klavierbegleitung. Hannah wurde anschließend bei ihren Fantasiestücken von Johannes am Klavier unterstützt. Nun folgte laut Programm der Beitrag „Jazz and more“. Er wurde mit Spannung erwartet. Lukas begann, von Johannes Kohlmann begleitet, mit dem Stück „The Pink Panther“ am Saxophon. Danach improvisierten Lukas am Klavier und Fabian am Saxophon und legten wirklich tollen Jazz aufs Parkett. Zum Schluss versammelten sich noch einmal alle Bläser auf der

Bühne und spielten gemeinsam das Stück "Basin Street Blues" und rundeten so den gesamten Konzertabend schön ab. Alle waren begeistert von der musikalischen Glanzleistung der Teilnehmer und die Akteure freuten sich sehr über den Applaus.

Das Paranoia-Spiel

TIMON FIEDLER, DANIEL FISCH
TILLMANN WURZ

Als sich alle Kursleiter, Schülermentoren, Teilnehmer und die Akademieleitung am Samstagmorgen, den 25. 08. 07 um 8. 30 Uhr im Plenum versammelt hatten, trat Celia vor die Menge, um uns ein Spiel vorzustellen. Dieses klang recht simpel, doch es entpuppte sich als sehr lustig und spannend. Das Spiel hieß sich Paranoia, also Verfolgungswahn. Es funktionierte folgendermaßen: Jeder zog einen Zettel mit einem Namen und diese Person musste man „ermorden“, indem man ihr den Zettel mit ihrem Namen zeigte, ohne dass es jemand mitbekam. Dann erhielt man den Zettel von seinem Opfer und damit die nächste Zielperson. Wurde man allerdings während eines Mordes beobachtet, war man enttarnt. Das bedeutete, dass man nicht mehr morden durfte und man konnte nur noch ermordet werden. Ziel des Spiels war es, so viele „Morde“ wie möglich zu begehen. In einer Namensliste wurde Ort, Zeit und Umstände aller Morde sowie die Enttarnungen protokolliert. Nach Beginn des Spiels wurde munter drauf los „gemordet“ und bereits nach fünf Minuten musste die erste Person auf dem Weg zum Kurs ihr Leben lassen. Allianzen wurden geschmiedet und Gruppen gebildet, um sich gegenseitig zu beschützen und zu unterstützen. Viele wagten sich nicht mehr alleine aus dem Haus, denn es konnte ja sein, dass der Mörder hinter der nächsten Ecke lauerte. Doch trotz aller Schutzmaßnahmen „starben“ schon am ersten Tag 30 Teilnehmer. Im Laufe der Zeit

wurden die Tricks und Techniken der Mörder immer raffinierter: Auf einer Sternkarte, in harmlosen Genetikbüchern, ja sogar auf Tischtennisschlägern wurde der Zettel getarnt. Wegen den besagten „Schutzmaßnahmen“ mussten die Mörder jede Chance nutzen: unter der Dusche, auf dem Toilettengang - jede Gelegenheit wurde ergriffen, um sein Opfer zu erledigen. Das Spiel dauerte bis zum Ende der Akademie. Dann, am Sonntag, im letzten Plenum, wurden die besten Mörder und die Überlebenden gekürt. Nur Sechs Spieler von über 90 hatten die Paranoia überlebt. Der erfolgreichste Mörder und somit der Mafiaboss, war Simon Landmesser mit sage und schreibe 15 Morden! Bekannt war er allemal, da er gegen Ende sogar mit Steckbriefen gesucht wurde. Auf ihn war ein Kopfgeld von einer Packung STORCK-Riesen® ausgeschrieben. Dies war natürlich verlockend, da die Riesen bei der Akademie sehr beliebt waren.

Bärenzählen KüA

TIMON FIEDLER

Was machen circa 20 Jugendliche, die um 20.00 Uhr abends in einem Raum eines Gymnasiums, namens Eckenberg, gebannt auf fünf Würfel starren, der KüA-Leiterin Celia lauschen und hin und wieder ungläubig stöhnen? Logisch: sie zählen Bären. Grund für den großen Andrang waren dabei vor allem die Gerüchte, dass die Teilnehmer während dieser KüA mit einem Hubschrauber fliegen würden. Auch die Geheimniskrämerei Celias steuerte ihren Teil zur Neugier der Teilnehmer bei. So fanden sich dann nach und nach an einem Freitag kurz vor acht Uhr, 20 interessierte und gespannte Teilnehmer vor der Sporthalle ein, um gleich darauf zu erfahren, dass „das wohl zu viele Leute für einen Hubschrauber wären“. Deshalb suchten wir uns ein Klassen-

zimmer im Eckenberg-Gymnasium, wo Celia uns erst einmal einen Eid schwören ließ, dass wir nicht verraten würden, wie das Spiel funktionierte, wenn wir es einmal herausgefunden hatten. Dann zückte sie einen Becher mit fünf Würfeln, warf diese auf den Tisch und teilte uns mit, wir würden hoch im Norden mit dem Hubschrauber über die Landschaft fliegen und müssten jetzt Braunbären und Höhlen zählen. Es folgten noch weitere Regeln und Celia versicherte uns, dass wir alle fünfzehn Minuten einen Tipp bekommen würden. Wer glaubte, er hätte das Rätsel um das Bärenzählen gelöst, konnte sein Wissen in einer Prüfung unter Beweis stellen und musste in zwei „Ökosystemen“ Bären und Höhlen richtig zählen. Nach dieser Einführung wurden erste verdutzte Blicke ausgetauscht. Celia warf immer wieder die Würfel auf den Tisch und teilte uns mit wie viele Braunbären und Höhlen in diesem Ökosystem vorhanden waren. Schon nach wenigen Runden kamen einige hinter das Geheimnis, absolvierten die Prüfung und durften sich „Bärenzählerassistent der Stufe 1“ nennen, während alle anderen noch nachdenklich bis ungläubig auf die Würfel starrten. Der erste Tipp „Braunbären sind braun“ stellte für viele keine große Hilfe dar. Die Erleuchtung blieb bei den meisten aus und verzweifelte „Häääää“-Rufe wurden laut. Auch die folgenden Tipps á la „Im Norden liegt Schnee“ waren nicht besonders hilfreich für diejenigen, die den Braunbären und ihren Habitaten noch nicht auf die Schliche gekommen waren. Der Schwierigkeitsgrad wurde durch das Hinzukommen von Eisbären (in Stufe zwei) sowie Robben, Eislöcher und Eisschollen (in Stufe drei), erhöht. Das lustige daran war, dass die Tipps nur den Teilnehmern, die das Spiel verstanden hatten, wirklich logisch vorkamen. Auch wenn es am Anfang ziemlich frustrierend war, wenn man nicht auf die Lösung kam, äußerten viele Teilnehmer großes Interesse an einem „Bärenzählen- reloaded“ am Doku-Wo-

chenende. Sie wollten sich den Stufen vier bis sechs stellen! Es machte unheimlich viel Spaß an dem Rätsel herumzuknobeln und es waren zwei tolle Stunden des angestrengten Starrens auf fünf Würfel. Wir hatten Spaß und gute Laune - was will man mehr?!

Danksagung

Die JuniorAkademie Adelsheim: Science Academy Baden–Württemberg wäre ohne die Unterstützung und Mitarbeit zahlreicher motivierter und engagierter Personen nicht realisierbar. Finanziell wurde die Akademie zunächst von der Landesstiftung Baden–Württemberg und danach von der Robert Bosch Stiftung gefördert. Seit 2006 unterstützt die Dietmar–Hopp–Stiftung die JuniorAkademie Adelsheim. Dank der großzügigen Förderung durch Herrn Dietmar Hopp kann die Akademie auch in den kommenden Jahren auf die Unterstützung seiner Stiftung bauen. Weiterhin danken wir den ehemaligen Teilnehmern der JuniorAkademie und deren Eltern, die uns durch ihre Spenden unterstützt haben.

Auf administrativer Ebene findet die Junior Akademie Adelsheim Unterstützung und uneingeschränkte Kooperationsbereitschaft bei: Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden–Württemberg, Regierungspräsidium Karlsruhe, Landesakademie für Lehrfortbildung und Personalentwicklung Donaueschingen, sowie den Deutschen Junior Akademien Bonn. Namentlich möchten wir unseren Dank an Herrn Dr. Werner Schnatterbeck, den Schulpräsidenten im Regierungspräsidium Karlsruhe, an Herrn Hans-Peter Buggermann, Vorstandsvorsitzendem der Landesakademie, an Herrn Studiendirektor Volker Maurer und Frau Studiendirektorin Claudia Stuhmann, beide am Kultusministerium u. a. verantwortlich für die Begabtenförderung 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 fast hundert Gäste eine liebevolle Rundumversorgung vor. Für diese logistische Meisterleistung sowie den freundlichen Empfang und offenen Umgang mit allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sei hier stellvertretend Herrn Meinolf Stendebach, dem Schulleiter des Eckenberg-Gymnasiums, Herrn Bürgermeister Klaus Gramlich sowie Baron Louis-Ferdinand Freiherr von Adelsheim besonders herzlicher Dank ausgesprochen.

Trotz der vielen tragenden Säulen bildet aber das Fundament für unser Akademiegebäude die hingebungsvolle Arbeit der Kurs- und KüA-leiter, der Schülermentoren und der Assistenz des Leitungsteams. Ein besonderer Dank gilt Momsen Reincke, dessen Unterstützung beim Layouten der Dokumentation im vergangenen wie in diesem Jahr mehr als hilfreich war.

Die Hauptpersonen, die die Akademie zum Leben erweckt haben, sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Ihnen gebührt ein ganz besonderer Dank, ebenso deren Eltern für ihr Vertrauen und nicht minder den Schulen, die sich der Mühe unterzogen haben, eine geeignete Kandidatin oder einen geeigneten Kandidaten vorzuschlagen.