

JuniorAkademie Adelsheim

16. SCIENCE ACADEMY BADEN-WÜRTTEMBERG 2018



Biologie



Chemie/Technik



Informatik



Mathematik



Philosophie



Fotografie

**Dokumentation der
JuniorAkademie Adelsheim 2018**

**16. Science Academy
Baden-Württemberg**

Veranstalter der JuniorAkademie Adelsheim 2018:

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

76133 Karlsruhe

Tel.: (0721) 926 4245

Fax.: (0721) 933 40270

www.scienceacademy.de

E-Mail: joerg.richter@scienceacademy.de
monika.jakob@scienceacademy.de
rico.lippold@scienceacademy.de

Die in dieser Dokumentation enthaltenen Texte wurden von der Kurs- und Akademieleitung sowie den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der 16. JuniorAkademie Adelsheim 2018 erstellt. Anschließend wurde das Dokument mit Hilfe von L^AT_EX gesetzt.

Gesamtredaktion und Layout: Jörg Richter

Copyright © 2018 Jörg Richter, Dr. Monika Jakob

Vorwort

Meine Damen und Herren, wir begrüßen Sie recht herzlich an Bord unseres Fluges mit der JuniorAkademie2k18 über Adelsheim. Wir bitten Sie jetzt, Ihre Sitzplätze einzunehmen und möglicherweise ablenkende Objekte sicher außerhalb Ihrer Reichweite zu verstauen. Wir möchten Sie nun mit der Dokumentation der Science Academy 2018 vertraut machen!

Dear Ladies and Gentlemen ... auch in diesem Sommer haben sich wieder 72 Passagiere auf dem Gelände des Landesschulzentrums für Umwelterziehung, kurz: LSZU eingefunden, um mit ihrer 30-köpfigen Crew aus Akademie-, Kurs- und KüA-Leitenden die 16. Science Academy Baden-Württemberg zu erleben.



In jedem Jahr steht die Akademie unter einem besonderen Motto. Wie unschwer zu erraten ist, drehte sich dieses Jahr alles um das Thema „Fliegen“. Durch verschiedene Aktionen und Denkanstöße dazu konnten die Zeit in Adelsheim und die vielen Erlebnisse, die hier schnell einmal wie im Flug an einem vorbeirauschen, aus einer anderen Perspektive betrachtet und reflektiert werden.

In den sechs Kursen lernten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Welt des wissenschaftlichen Arbeitens anhand verschiedener Themen kennen. Während die einen Tomaten gepflanzt, Schiffe versenkt oder Nachrichten verschlüsselt haben, wurden in anderen Kursen spannende Zauberkünste durchschaut, das Thema Zeit beleuchtet oder professionelle Fotos geknipst.

Neben den rein fachlichen Aspekten konnten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer hierbei auch neue Arten zu Lernen und zu Arbeiten entdecken und Fähigkeiten wie beispielsweise ihre Präsentationstechnik verbessern.

Auch wenn alle mit unterschiedlichsten Erwartungen, Hoffnungen und Wünschen im Gepäck nach Adelsheim gereist sind, so saßen wir hier doch alle im selben Flieger und wuchsen schnell zu einer großen, bunten Gruppe zusammen. Die einzigartige Akademieatmosphäre, die entsteht, wenn so viele interessierte und motivierte Leute zusammenkommen, bringt viele spannende Gespräche, neue Interessen und häufig auch bereichernde Freundschaften mit sich.

Auch wenn unsere Wege jetzt in verschiedene Richtungen gehen werden, wünschen wir euch alles Liebe und Gute, und dass Ihr noch lange vom Akademiefieber beflügelt seid. Wir freuen uns darauf, euch wiederzusehen (vielleicht ja sogar in Adelsheim?), und jetzt bleibt nur noch zu sagen: Sie können den Sicherheitsgurt nun wieder lösen.

Wir wünschen Euch und Ihnen viel Spaß und viele schöne Einblicke in unsere Akademiezeit beim Lesen der Dokumentation!

Eure/Ihre Akademieleitung



Johanna Kroll (Assistenz)



Johanna Rettenmeier (Assistenz)



Dr. Monika Jakob



Jörg Richter

Inhaltsverzeichnis

VORWORT	3
KURS 1 – BIOLOGIE	7
KURS 2 – CHEMIE/TECHNIK	27
KURS 3 – INFORMATIK	43
KURS 4 – MATHEMATIK	61
KURS 5 – PHILOSOPHIE	79
KURS 6 – FOTOGRAFIE	99
KÜAS – KURSÜBERGREIFENDE ANGEBOTE	123
DANKSAGUNG	139
BILDNACHWEIS	140

Kurs 1 – Biologie: Wie sich Pflanzen gegen Angriffe verteidigen können



Vorwort

Haben Sie sich schon einmal gefragt, weshalb der Rasen im Garten unter dem Walnussbaum nur sehr wenig wächst? Oder weshalb die Berührung der Blätter von Brennnesseln so unangenehm schmerzt? Sie sehen, Pflanzen haben verschiedene Möglichkeiten, ihre Attraktivität für Fressfeinde zu reduzieren, wie im Fall der Brennnessel, oder Konkurrenzpflanzen in Schach zu halten, wie beim Walnussbaum.

Die Abwehrmechanismen von Pflanzen, um sich vor Fressfeinden, pathogenen Pilzen oder auch Konkurrenzpflanzen zu schützen, lagen im Zentrum unserer Kursarbeit. Wir mikroskopierten, pipettierten, extrahierten, formulierten, testeten und beobachteten mit dem Ziel, ein Pflanzenschutzmittel aus den Abwehrstoffen einer Pflanze zu entwickeln.

Besonders dabei waren das freie Arbeiten und die Eigenverantwortung im Labor, die unseren Teilnehmerinnen und Teilnehmern so manches graues Haar wachsen ließen. Geschichten aus unserem Kurs gibt es viele, die wenigsten davon können wir hier in diesem Rahmen erzählen. Viel mehr vermitteln die folgenden Seiten einen groben Eindruck über unsere gemeinsame Zeit bei der Akademie. Schlussendlich und ohne Umschweife können wir sagen: Wir sind stolz auf unsere Teilnehmerinnen und Teilnehmer!

Und nun wünschen wir Ihnen viel Spaß beim Lesen.

Unser Kurs

Lea war während der ganzen Akademiezeit nicht nur im Kurs, sondern auch bei den KüAs sehr engagiert. Sie begeisterte am

Hausmusikabend sowohl mit ihrer zauberhaften Stimme als auch am Klavier. Im Kurs hatte Lea auch abends noch maximale Energie und war immer sehr humorvoll. Ihre geringe Körpergröße machte sie durch den monströsen Rucksack auf ihrem Rücken wett. Zur Halbzeit versorgte sie uns noch einmal mit einem Süßigkeitsvorrat.

Reno ist bei allen Akademieteilnehmern nicht nur wegen seiner lustigen Art bekannt. Er stellte auch ein großes Angebot an KüAs wie Schach und „Backen mit Reno“ bereit. Die leckeren Resultate durfte wir dann im Kurs verspeisen, zumindest die Reste, die er übriggelassen hat. Im Wägeraum sorgte er durch ein Versehen für eine dezent minzige Duftnote. „Mit Reno“ wurde zum Insider der ganzen Akademie.

Lutz hat durch sein riesengroßes Vorwissen und seine Fachkenntnisse den Kurs schnell vorangebracht. Er kann sich Fachbegriffe und komplexe Zusammenhänge sehr gut merken. Aber auch außerhalb der Kursarbeit setzte er sich für den Erfolg der Gruppe beispielsweise beim Sportfest ein und nahm erstaunlich motiviert am Frühsport teil.

Annabel ist, passend zum Akademiemotto, die Meisterin des Papierfliegerweitwurfs. Sie besuchte jeden Tag die Sport-KüA und motivierte uns auch alle beim Sportfest. Die Theoriestunden verbrachte sie gerne an ihrem multimedialen Gerät, dafür war sie bei der Laborarbeit vor allem bei der Herstellung der Emulsionen und Suspension voller Elan und Freude dabei.

Samuel ist für jeden Spaß zu haben, und sein Lachen ist extrem ansteckend. Auch im Labor sorgte er für viele lustige Momente, zum Beispiel bei dem gescheiterten Versuch, eine Batterie einzubauen. Sowohl beim Hausmusikabend als auch bei der Theateraufführung überzeugte er das Publikum mit seiner außergewöhnlichen Bühnenpräsenz.

Mareike arbeitete begeistert im Labor. Insbesondere ist sie die kursinterne Expertin für Hemmhoftests. Ihre Kamera war immer vor Ort und lieferte super Bilder für die Präsentation. Mareike war außerordentlich engagiert beim Fliegenpilz-Basteln mit dabei

und bot abends eine Vielzahl an KüAs an, denn mittags war sie beim Theaterspielen.

Lucas ist sehr fleißig und war im Kurs immer voller Tatendrang dabei. Seine Aufschriebe sind stets vollständig und ordentlich – auch seine Heftführung lässt keine Wünsche offen. Zudem lieferte er die meisten Versuchsideen und setzte diese mit den Anderen in die Tat um. In der freien Zeit drehte sich bei ihm vieles um das Diabolo.

Marlena spielte eine der Hauptrollen in der Theater-KüA. Ihre freie Zeit war mit Textlernen und den Vorbereitungen für das Bergfest verplant. Sie ist die Jüngste in der Gruppe, doch das fällt überhaupt nicht auf, denn sie ist durch ihre fröhliche und aufgeschlossene Art ein wichtiger Bestandteil des Kurses.

Béryl ist außerordentlich musikalisch. Sie spielt viele Instrumente, besonders ihre Querflötenkünste hat sie uns am Hausmusikabend mit gleich drei Stücken vorgeführt. Sie war die Schöpferin des Schlachtruhs unseres Kurses und des Killerpilzes. Bei den Übungspräsentationen brachte sie uns alle durch ihr konstruktives Feedback voran.

Alexander hat uns alle mit seinen erstaunlichen Präsentationskünsten überzeugt. Er war „begeisterter und fachkundiger Bewässerungsexperte und Sprühmeister“ im Labor und kümmerte sich liebevoll um unsere Kresse. Während den Theoriestunden erfreute er sich an der Süßigkeitenecke und in seiner Freizeit spielte er sehr begeistert Wikingerschach.

Pia ist normalerweise eine eher zurückhaltende Person, bis es zum Infizieren der Tomatenpflanzen kam – dort zeigte sich ihr innerer Killerinstinkt. Daran sieht man, dass die Laborarbeit, besonders die Kolbenhubpipetten, sie sehr begeisterten. Sie bewies ihr musikalisches Talent mit ihrer Trompete im Orchester am Hausmusik- und Abschlussabend.

Verena überlegte sich nicht nur das Logo für unser Kurs-T-Shirt, sondern auch für den Akademiepulli. Sie ist das „Erinner-Mich“ der Gruppe und sorgte für vollständige Protokolle während der Laborarbeit, wodurch

sie zahlreiche Kursteilnehmer bei der Verfassung der Dokumentationstexte rettete.

Jana war immer in der Nähe ihrer Teetasse – außer im Labor. Dort war sie stets in der Lage, Probleme zu lösen, und konnte während der Akademie noch weitere Materialien organisieren. Generell kann man sagen, dass sie im Labor voll in ihrem Element war. Jana beglückte uns zu jeder Zeit mit ihren Backkünsten. Ihre Antwort auf alles war: „Wissenschaft besteht zu 90 % aus Problemen und zu 10 % aus Lösungen.“

Patricia war die gute Seele des Kurses und offen für alle unsere Fragen. Sie konnte uns mit ihrem umfangreichen Wissen über Pilze immer weiterhelfen. Im Laufe der Akademie hatte sie sich uns zuliebe in die Theorie der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels eingelesen. Außerdem hatte sie uns die Exkursion an die Universität Hohenheim ermöglicht.

Lorenz war nicht nur unser Schülermentor, sondern auch ein „Kinderschokolade fressender Dino“, diente beim Sportfest als motivierender Killerpilz mit weinrotem Regenschirm und konnte als einziger Schülermentor richtig fliegen. Während der anstrengenden Kursarbeit sorgte er für genügend Motivation und Spaß.

Warum sich Pflanzen verteidigen müssen – Eine Einführung

ALEXANDER STAWICKY

Jedes Lebewesen verfolgt das Ziel, seinen eigenen Fortbestand zu sichern. Hierfür muss es zunächst Stoffwechsel betreiben, um Energie in Form von organischen Energieträgern wie Glukose, aber auch Wasser, anorganische Verbindungen oder atmosphärische Gase aufzunehmen, ineinander umzuwandeln und wieder abzugeben. Dabei betrachtet jedes Individuum die anderen Individuen seiner Art oder auch anderer Arten als Konkurrenten um diese Energieträger, die es als Nahrungsquelle benötigt. So wandeln Pflanzen als autotrophe Lebewesen etwa anorganische Verbindungen mit Hilfe der Photosynthese und damit des Sonnenlichts in

organische Verbindungen um. Deswegen sind sie Hauptnahrungsquelle aller höheren Lebewesen, die auf die organischen Verbindungen als Energielieferant angewiesen sind. Dies ist ein Grund, weshalb die Lebensformen sich gegenseitig angreifen und so gut wie jede Lebensform irgendwann im Laufe ihres Lebens auf Feinde trifft, vor welchen sie fliehen oder gegen die sie sich zur Wehr setzen muss.

Zu den Feinden einer Pflanze zählen Mikroorganismen wie Pilze oder Viren, die sie als Wirt für ihre Fortpflanzung nutzen, Tiere und Insekten, die sich von ihnen ernähren, und andere Pflanzen, die mit ihnen um Nährstoffe, Wasser und Licht konkurrieren. Greift einer dieser Feinde die Pflanze an, hat diese je nach Art des Angreifers verschiedene Möglichkeiten, sich zu verteidigen. Da die Pflanze sich nicht, wie wir, auf ihre Beweglichkeit oder allein auf mechanische Maßnahmen verlassen kann, zählen zu diesen Möglichkeiten vor allem verschiedenste chemische Stoffe, die den Angreifer abtöten, die Pflanze „immunisieren“ oder als Warnstoff dienen können. Andere wichtige Methoden sind die Abwehr durch physische Barrieren wie die Blatthaut und Dornen, oder auch das gezielte Abtöten eigener Zellen bei der sogenannten Apoptose.

Im Rahmen unseres Kurses haben wir uns auf theoretischer Ebene mit diesen Mechanismen auseinandergesetzt und danach mehrere Versuche auf Basis unserer neu erworbenen Kenntnisse durchgeführt. Ein Teil unserer Versuche zielte darauf ab, die Mechanismen zu beobachten, ein anderer Teil darauf, chemische Abwehrstoffe aus verschiedenen Pflanzen zu extrahieren und aus ihnen ein biologisches, das heißt in unserem Fall pflanzliches, Schutzmittel gegen bestimmte Pilzinfektionen zu entwickeln.

Das Eröffnungswochenende

LEA SALOME MARQUARDT

Am Eröffnungswochenende hatten wir erstmals die Möglichkeit, uns gegenseitig kennenzulernen. Die anfängliche Nervosität in unserem Kurs legte sich spätestens nach der Vorstellungsrunde, in der sich jeder beliebig viele Gummibärchen bzw. M&Ms nehmen durfte und

anschließend pro Stück eine Sache über sich erzählen sollte. Schon hier zeigte sich, dass unser Biologie-Kurs eine Vorliebe für Süßigkeiten und andere Nervennahrung hatte.

Um zu verstehen, wie sich Pflanzen verteidigen können, haben wir uns am Eröffnungswochenende zunächst mit dem Aufbau und der Funktionsweise von Pflanzen und Pilzen beschäftigt. Neben Theorieeinheiten sammelten wir erste praktische Erfahrungen im Labor. So erhielten wir nicht nur einen Einblick in die bevorstehende Kursarbeit im Sommer, sondern lernten uns durch gemeinsames Arbeiten schnell besser kennen.

Aufbau und Funktionsweise von Pflanzen

Da Pflanzen die Basis all unserer Versuche waren, setzten wir uns zunächst mit deren Aufbau und Funktionsweise auseinander. Pflanzen bestehen aus verschiedenen Organen, wie den Wurzeln, dem Spross, den Blättern und der Blüte. Dabei dienen die Wurzeln als Speicherorgan für Nährstoffe, wie zum Beispiel bei Möhren, und zur Stabilisierung und Verankerung der Pflanze im Boden. Außerdem kann über sie die Nährstoff- und Wasseraufnahme und manchmal auch Gasaustausch erfolgen. Der Spross kann ebenfalls als Speicherorgan fungieren. Die Blüte einer Pflanze bildet das Organ, welches zur Fortpflanzung der jeweiligen Pflanzenart dient. Die hauptsächliche Funktion der Blätter besteht darin, Photosynthese zu betreiben. Obwohl alle Pflanzen prinzipiell gleich aufgebaut sind, können diese anhand der unterschiedlichen Entwicklung während der Keimphase und der unterschiedlichen Ausprägung der Organe in zwei Gruppen gegliedert werden: In monokotyle und dikotyle Pflanzen. Monokotyle Pflanzen sind einkeimblättrige Pflanzen, was bedeutet, dass sie zum Beispiel mehrere Sprosstriebe, sogenannte Bestockungstriebe, bilden. Die einzelnen Stängel verzweigen sich dabei nicht. Ein Beispiel hierfür sind Gräser. Dikotyle Pflanzen sind dagegen zweikeimblättrig was wiederum bedeutet, dass sie aus einem Trieb bestehen und einen Hauptwurzelstrang besitzen, welcher sich später verzweigt und aufspaltet. Bei den Blättern erkennt man meist deutlich

einen Blattstiel. Hierfür ist die Kartoffel ein Beispiel. Jede Pflanze besitzt überlebensnotwendige Phytohormone, pflanzeigene, organische Verbindungen, die als Signalmoleküle unter anderem die Entwicklung bzw. das Wachstum der Pflanze koordinieren. Auch können Phytohormone die Pflanze schützende Wirkungen aufweisen, wie beispielsweise das Ethylen.

Als Vorbereitung für unsere Versuchsreihen zu den Abwehrmechanismen von Pflanzen haben wir bereits am Eröffnungswochenende Tomaten und Kalanchoe angepflanzt, um während der Sommerakademie damit arbeiten zu können.

Aufbau von Pilzen

Wie bereits erwähnt, gehören Pilze zu den wichtigsten Krankheitserregern von Pflanzen, weshalb wir uns am Eröffnungswochenende auch detailliert mit deren Aufbau beschäftigt haben. Pilze besitzen einen anderen Aufbau als Pflanzen. Sie bestehen aus fadenähnlichen Hyphen. Diese wachsen zum Beispiel unterirdisch oder im Blattgewebe infizierter Pflanzen. Eine Ansammlung von Pilzhypen wird Myzel genannt. Der Teil, den wir bei manchen Pilzen essen können, ist der Fruchtkörper, welcher aus einer Verdichtung des Myzels besteht und in Hut, Stiel und Lamellen eingeteilt werden kann. In der Zellwand besitzen Pilze Chitin, jedoch keine Chloroplasten. Das heißt sie können im Gegensatz zu Pflanzen keine Photosynthese betreiben und ernähren sich damit heterotroph. Grundsätzlich kann man Pilze nach deren Ernährung gruppieren:

- Saprophyten: Diese Pilzgruppe ernährt sich nur von totem Material.
- Fakultativ parasitär: Pilze dieser Gruppe ernähren sich von totem oder lebendem Material.
- Obligat parasitär: Bei dieser Gruppe benötigt der Pilz zum Lebenserhalt ein Wirtorgan, von dem er sich ernährt und auf welchem er selbst lebt.
- Perthophyten: Diese Pilzgruppe infiziert lebende Organismen, tötet an diesem Gewebe ab und ernährt sich schließlich von dem abgetöteten Material.

Pilze treten in zwei Fruchtformen auf: So bilden sie in der Nebenfruchtform asexuellen Sporen (auch Konidiosporen genannt) die dazu dienen, sich während der Vegetationsperiode schnell und in großer Zahl zu vermehren.

Die Hauptfruchtform umfasst die sexuellen Sporen. Sie bilden die Überdauerungsform der Pilze, die auch unter schlechteren Bedingungen oder während des Winters überleben und dem Erhalt der genetischen Vielfalt dienen. Trifft nun eine Pilzspore auf eine Pflanze, kann diese infiziert werden, wenn bestimmte Voraussetzungen gegeben sind. Zu diesen gehören die Anfälligkeit der Pflanze, die Pathogenität des Erregers und die Koinzidenz, das heißt das zufällige gleichzeitige und rechtzeitige Zusammentreffen von Pilzspore und Pflanze.

Kommt es zur Infektion, kann die Krankheitsentstehung in drei Phasen eingeteilt werden: In der ersten Phase bilden sich Infektionsstrukturen aus, in der zweiten Phase breitet sich der Pilz innerhalb der Wirtspflanze aus. Zum Ausbruch der Krankheit und dem Auftreten der Symptome kommt es in der dritten Phase.

Bei der Laborarbeit am Eröffnungswochenende konnten wir den Aufbau eines Fruchtkörpers und auch das Myzel von Pilzen unter der Stereolupe genau beobachten. Dafür hatten wir zum einen den Fruchtkörper eines Champignons zur Verfügung und zum anderen betrachteten wir Kulturen verschiedener Pflanzenpathogene.

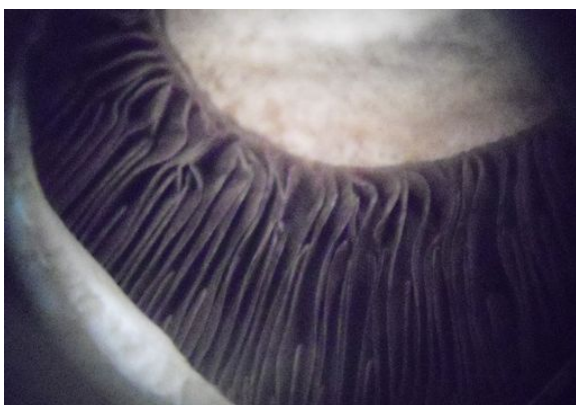


Abbildung 1: Die Lamellen eines Champignons

In einem weiteren Versuch wurden die Infektionsstrukturen des Ackerbohnenrosts (*Uromyces fabae*) genauer untersucht. Hierzu haben unsere Kursleiter Präparate vorbereitet, die mit einer Anilinblau-Lösung gefärbt wurden.



Abbildung 2: Zu sehen ist ein kultivierter pflanzenpathogener Pilz. Die schwarzen Striche sind Pilzhyphe und die etwas dickeren schwarzen Punkte die Pilzsporen.

Unter dem Mikroskop konnten wir jetzt Sporen erkennen, die Infektionsstrukturen gebildet hatten. Manche Sporen hatten nicht gekeimt, andere waren in ihrer Entwicklung recht weit, wie beispielsweise die beschriebene Spore in Abbildung 3.



Abbildung 3: Infektionsstrukturen des Ackerbohnenrosts, (1) Keimschlauch, (2) Appressorium, (3) Haustorienmutterzelle

Diese bildete auf der Suche nach einer Spaltöffnung eines Blattes einen sogenannten Keimschlauch (1). Beim Antreffen einer Spaltöffnung wird ein Appressorium (2) gebildet, wodurch der Pilz in das Blatt eindringen kann. Danach wird im Pflanzengewebe eine Haustorienmutterzelle (3) gebildet, die Ausgangspunkt für die weitere Entwicklung und das Wachstum des Pilzes ist.

Eine Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten

PIA GAIKOWSKI

Bevor wir im Sommer mit unseren Versuchen anfangen konnten, mussten wir uns damit beschäftigen, wie man Versuche wissenschaftlich plant und dokumentiert. Damit konnten wir uns eine notwendige Grundlage für unsere Vorhaben schaffen.

Wissenschaftliche Versuchsplanung

Zuerst werden bei der wissenschaftlichen Versuchsplanung nach einer Recherche die Zielsetzung und auch die Erwartungen des Experiments festgelegt. Anschließend überlegt man sich, welche Materialien für den Versuch benötigt werden und wie lange er in etwa dauern müsste. Nicht zu vergessen ist auch, dass die möglichen Gefahrenquellen und Vorschriften angegeben werden müssen. Im Folgenden wird die genaue Versuchsdurchführung geplant und dokumentiert. Dabei sollte auch eine Negativ- und/oder Positivkontrolle durchgeführt werden. Dies bedeutet, dass man einen Versuch unter den gleichen Bedingungen mit einer bekanntermaßen unwirksamen (Negativkontrolle) oder wirksamen (Positivkontrolle) Substanz durchführt. Diese werden dann mit den Versuchsansätzen verglichen.

Während des Versuchs werden die Methoden noch einmal geprüft, um sicher gehen zu können, dass alles wie geplant funktioniert.

Wissenschaftliche Protokollführung

Bei einem wissenschaftlichen Protokoll ist es erst einmal wichtig, eine passende Einführung in das Thema zu finden, um anschließend die Fragestellung, welcher mittels des Versuchs nachgegangen werden soll, zu formulieren. Danach wird erklärt, welche Materialien verwendet wurden und wie man bei dem Versuch vorgegangen ist. Nachdem anschließend die Ergebnisse der Versuche vermittelt wurden, folgt eine sogenannte Diskussion, bei der die Ergebnisse interpretiert und ausgewertet werden. Abschließend verfasst man ein Fazit zu dem Versuch.

Verteidigungsstrategien von Pflanzen

LUTZ LEIMENSTOLL

In der Zeit zwischen dem Eröffnungswochenende und der Sommerakademie recherchierten wir im Internet und in diversen Fachbüchern zu den Verteidigungsstrategien von Pflanzen. Dabei diente uns das Forum als Austauschplattform, auf der wir unsere Erkenntnisse mitteilen und diskutieren konnten und gemeinsam Versuchsideen zur genaueren Untersuchung der Verteidigungsstrategien entwickelten.

Die Recherche zeigte, dass Pflanzen sehr viele verschiedene Verteidigungsstrategien gegen verschiedene Angreifer entwickelt haben. Wichtig hierbei ist die Unterscheidung zwischen präformierter und induzierter Abwehr.

Zur präformierten Abwehr zählt alles, was die Pflanze dauerhaft zu ihrer Verteidigung bereitstellt, also sowohl strukturelle Besonderheiten der Pflanze, wie zum Beispiel Stacheln oder Brennhaare, sowie besonders verhärtete Zellwände, die die Pflanze schwer verdaulich machen, als auch eingelagerte chemische Stoffe wie toxische Substanzen oder Bitterstoffe.

Abwehrmechanismen der induzierten Abwehr hingegen kommen erst bei konkretem Befall zum Einsatz, da eine dauerhafte Anwendung zu energieaufwändig wäre. Wichtig für die induzierte Abwehr ist die Erkennung eines potentiellen Pathogens mittels spezieller Rezeptoren, deren Grundlagen im Erbgut der Pflanze verankert sind. Wurde ein Pathogen erkannt, so kann die Pflanze je nach Angreifer verschiedene Abwehrstrategien verfolgen. Eine Möglichkeit ist die Einlagerung verhärtender Stoffe in die Zellwände der Pflanze, die zur Verholzung führen, oder das Einlagern chemischer Substanzen, die den Angreifern beispielsweise direkt schaden oder Fressfeinde des Angreifers anlocken. Eine andere Option ist die gezielte Apoptose, bei der die Pflanze bestimmte Teile ihres eigenen Gewebes gezielt abtötet, um die Überlebenschancen der restlichen Pflanze zu erhöhen. Ein weiteres wichtiges Prinzip der induzierten Abwehr ist die systemische Reaktion nach einer lokalen Infektion, also das Auslösen eines Abwehrmechanismus in der ganzen Pflanze.

ze, nachdem nur ein Teil der Pflanze angegriffen wurde, um einem erneuten Angriff vorzubeugen. Diesen Vorgang nennt man die induzierte Resistenz. Sie führt zu einer vorübergehenden Resistenz gegen ein Pathogen über die Zeit der Infektion hinaus. Allerdings ist diese induzierte Resistenz meist auf die Lebensdauer der gebildeten Stoffe begrenzt.

Zu den Verteidigungsstrategien von Pflanzen zählt auch das Prinzip der Allelopathie, also der Interaktion mehrerer Pflanzen über Allelochemikalien, die eine meist hemmende Wirkung auf die Entwicklung der benachbarten betreffenden Pflanze haben und somit dem Konkurrenzkampf um Licht und Nährstoffe dienen.

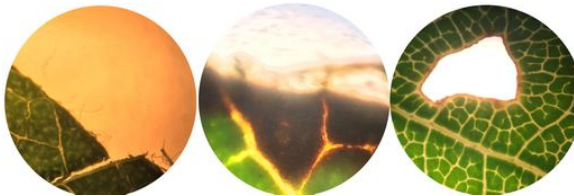


Abbildung 4: Mikroskopien der Simulation von Fressfeinden, links: ein frisch angerissenes Blatt, mitte: ein vor zwei Tagen angerissenes Blatt, rechts: ein von einem Tier angeknabbertes Blatt

Versuche zu den Verteidigungsstrategien von Pflanzen

Um uns einige dieser Verteidigungsstrategien genauer anzusehen, haben wir Versuche zur Reaktion auf Tierbefall, zur Reaktion auf große Hitze und zur Allelopathie durchgeführt:

Wie bereits erwähnt, haben wir am Eröffnungswochenende einen Allelopathie-Versuch mit Kalanchoe-Pflanzen angesetzt. Neben eine größere Kalanchoe (Mutterpflanze) haben wir in regelmäßigen Abständen kleine Tochterpflanzen gesetzt. Uns war bekannt, dass größere Kalanchoe chemische Hemmstoffe über den Boden ausschütten, die das Wachstum anderer Pflanzen in näherer Umgebung hemmen. Die Konzentration dieser Hemmstoffe, so dachten wir, müsste mit zunehmender Entfernung zur Mutterpflanze abnehmen, wodurch die kleinen Pflänzchen in größerer Entfernung besser wachsen müssten. Somit war das von uns erwartete Ergebnis, dass die Kalanchoe mit dem größten Abstand zur Mutterpflanze am größten

wird. Tatsächlich waren allerdings bei allen drei Versuchsansätzen die mittleren Tochterpflanzen am größten. Der Herbologie-Professor Dr. Gerhards der Universität Hohenheim erklärte sich das Ergebnis des Versuchs damit, dass die mittleren Kalanchoe einen anfänglichen Wachstumsvorteil, wie zum Beispiel mehr Licht, hatten und sich somit soweit entwickeln konnten, dass sie selbst in der Lage waren, Hemmstoffe zu produzieren.



Abbildung 5: Das Ergebnis unseres Kalanchoe-Experiments

Ein weiterer Versuch diente der Untersuchung der pflanzlichen Reaktion auf Befall durch Pflanzenfresser. Hierfür präparierten wir Blätter der Pflanzen Eiche, Birke, Tomate, Haselnuss und des roten Berlepschs, indem wir die Blätter durch Abreißen von Blattteilen beschädigten, aber noch zwei volle Tage an der Pflanze hängen ließen. Anschließend betrachteten wir die Blätter zusammen mit unverwundeten, erst wenige Augenblicke zuvor angerissenen und seit unbestimmter Zeit von echten Pflanzenfressern angefressenen Blättern unter dem Mikroskop beziehungsweise der Stereolupe. Dabei konnten wir erkennen, dass sowohl bei den zwei Tage zuvor angerissenen, als auch bei den von Insekten angefressenen Blättern an den verwundeten Stellen ein bräunlicher Streifen, sowie teilweise auch eine leicht schleimig und durchsichtig aussehende Schicht zu erkennen war, wobei diese bei den angerissenen Blättern größer ausfielen. Diese Veränderung der Blattstruktur war bei den direkt zuvor angerissenen Blättern zunächst nicht zu erkennen, jedoch bildete sich bei einigen dieser Blätter nach kurzer Zeit ebenfalls eine schleimig-durchsichtige Schicht. Da wir in Adelsheim nicht die technische Ausstattung für genaue chemische Analysen der

Blätter hatten, konnten wir diese nicht weiter untersuchen. Eine mögliche Erklärung der beobachteten Veränderungen wäre entweder, dass die braunen Streifen einfach abgestorbene Zellen und die schleimige Schicht ausgetretene Flüssigkeit aus den Zellen war, oder die Pflanzen haben chemische Stoffe in die verwundeten Blattbereiche eingelagert, welche beispielsweise zur Verhärtung der Blattstruktur oder zu verminderter Genießbarkeit für die Pflanzenfresser führten und somit vorbeugende Maßnahmen gegen einen erneuten Befall waren.

In einem dritten Versuch wollten wir gezielte Apoptose nach extremer Hitzeeinwirkung auf Kresse nachweisen. Dafür stellten wir vor Durchführung des Versuches gepflanzte Kresse in mit Alufolie verkleideten Schalen an einem sonnigen Tag auf eine offene Wiese und ließen die Kresse, einzig unter Zugabe von Wasser, den Tag über dort stehen. Anschließend verglichen wir die Kresse mit gleichaltriger Kresse, die diese Zeit im Keller gestanden hatte. Die der Sonne ausgesetzten Pflanzenteile wiesen eine bräunliche Verfärbung auf. Die spindelartigen Blattfasern sahen teils deformiert und nach außen gebogen aus. Dass in der Kresse tatsächlich Apoptose stattgefunden hat, ist durch diese Beobachtungen allerdings nicht mit Sicherheit belegt.

Der Weg vom Wirkstoff zum fertigen Pflanzenschutzmittel

LUCAS WIEDEMER

Wir hatten es uns zum Ziel gesetzt, aus pflanzlichen Stoffen, die vor Pilzinfektionen schützen bzw. diese bekämpfen oder die Konkurrenzpflanzen schwächen bzw. bekämpfen ein Pflanzenschutzmittel zu entwickeln. Am Beginn der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels steht das Finden eines neuen potentiellen Wirkstoffes. Ist dies geschehen, so wird zunächst eine biologische Prüfung des Wirkstoffes durchgeführt. Hier geht es vor allem um die Wirkungsprüfung und gegebenenfalls um die Optimierung des Wirkstoffes, aber auch die Formulierung, also die „Verpackung“ des Wirkstoffes spielt hierbei schon eine wichtige Rolle. Die Wirkungsprüfung findet in verschiedenen Be-

reichen statt, das Screening beschreibt den gesamten Vorgang der Wirkungsprüfung. Hierzu gehört der Test am Schadorganismus auf der Pflanze, die „in vivo“-Tests (Hemmhof-Tests) und die „in vitro“-Tests. Nachdem ein Target, das heißt eine Zielstruktur, identifiziert wurde, werden potentielle Wirkstoffe, welche an diesem Target angreifen könnten, getestet. Der Wirkstoff soll die Pflanze gesund zu halten, beziehungsweise sie vor Angreifern zu schützen. Der Wirkstoff soll hierbei aber keinen Schaden an der Kulturpflanze selbst auslösen, also nicht phytotoxisch wirken.

Falls bei der biologischen Prüfung alle Vorgaben erfüllt wurden, geht es weiter zur toxikologischen und zur ökotoxikologischen Prüfung. Ziel hierbei ist es zu überprüfen und sicherzustellen, dass die Substanz und deren Abbauprodukte allein am Zielorganismus und nicht an anderen Organismen des Ökosystems eine Wirkung zeigen. Zudem wird während diesem Schritt eine Gefährdungsbeurteilung der Wirkung auf den Menschen, Tiere, Nützlinge und das Bodenleben verfasst. Bei der toxikologischen Prüfung wird zwischen zwei Toxizitäts-Arten unterschieden: Bei der akuten Toxizität handelt es sich um die unmittelbare Wirkung der Substanz. Bei der chronischen Toxizität handelt es sich um die Wirkung der Substanz über längere Zeit, wobei unter anderem angegeben wird, welche Menge man täglich ohne Gesundheitsrisiko zu sich nehmen kann. Zu den Toxizitätsprüfungen zählt zudem noch die Prüfung auf eine krebserzeugende, eine erbgutverändernde, eine keim-schädigende Wirkung und die Prüfung einer Wirkung auf den Hormonhaushalt. Diese Kriterien sind sogenannte KO-Kriterien in der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels, da sie alleine schon entscheidend sind für die Freigabe des Pflanzenschutzmittels im weiteren Entwicklungsweg.

Falls die Substanz die toxikologische Prüfung bestanden hat, gelangt sie als nächstes zur Umweltprüfung. Das Ziel hierbei ist es, dass keine Beeinträchtigung des Naturhaushalts und des Grundwasserkörpers stattfindet. Ein weiterer Aspekt der Umweltprüfung ist die Persistenz. Diese gibt an wie lange es dauert bis der Wirkstoff abgebaut wurde. Die Persistenz wird im DT-Wert angegeben. So steht der DT50-Wert

beispielsweise für die Zeitspanne, in der 50 % der Substanz abgebaut werden. Die Persistenz wird im Boden, im Wasser und in der Luft ermittelt.

Falls die Substanz die Umweltprüfung „bestanden“ hat, gelangt sie zum Verbraucherschutz. Dort wird ein Wert als Rückstandshöchstmenge festgelegt. Ausgangspunkt hierfür ist der Wert, der im Rahmen der toxikologischen Prüfung als bei täglicher Aufnahme unbedenklich festgelegt wurde. Dieser wird unter anderem mit einem Sicherheitsfaktor zwischen 150 und 2000 multipliziert und ist dann eine Grundlage für die Festlegung der Rückstandshöchstmenge. Zwischen der Entdeckung eines neuen Wirkstoffes und dem Zulassungsantrag liegen in der Industrie mindestens 10 Jahre.

Die biologische Prüfung

Aufgrund dieser langen Dauer konnten wir zwar nur einen Teil der Schritte in praktischen Versuchen nachvollziehen, haben uns aber dennoch zum Ziel gesetzt, die Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels so weit wie für uns möglich anzugehen. Im Folgenden wird erklärt, wie wir dabei vorgegangen sind.

Extraktionsverfahren

MAREIKE WALTER

Als ersten Schritt auf dem Weg zu unserem eigenen Pflanzenschutzmittel mussten wir zunächst die Stoffe, die die Pflanzen zur Verteidigung bilden, aus der Pflanze herauslösen, um sie anschließend auf ihre Wirkung testen zu können. Bei unserer Recherche haben wir herausgefunden, dass Schöllkraut, Berberitze sowie die Tomatenpflanze fungizide, also pilzhemmende oder pilztötende Stoffe produzieren, was ausschlaggebend für unsere Entscheidung war, mit diesen drei Pflanzen zu arbeiten.

Tomaten hatten wir bereits am Eröffnungswochenende gepflanzt und konnten sie dementsprechend ohne weiteren Aufwand nutzen. Schöllkraut und Berberitze hatten wir zwar nicht direkt zur Verfügung, allerdings wachsen diese Pflanzen fast überall. Es hätte demnach

nicht schwierig sein sollen, etwas davon in unserer näheren Umgebung zu finden. Dachten wir. Letztendlich stellte sich heraus, dass weder das eine noch das andere aufzutreiben war, da nirgends eine der beiden Pflanzen wuchs. Das Einzige, was wir zuhause sahen, war Moos, das auf der durch die Hitze halb vertrockneten Wiese vor unserem Labor gewachsen war. So kamen wir auf die Idee, es statt mit Schöllkraut und Berberitze mit dem Moos zu versuchen, welches tatsächlich, wie wir später herausfanden, teilweise fungizid wirkt. Zusätzlich zu Moos und Tomate verwendeten wir Kartoffel und Walnuss.

Um nun die sekundären Pflanzeninhaltsstoffe herauszulösen, haben wir drei verschiedene Extraktionsmethoden angewandt. Zunächst haben wir die Pflanzenteile mit Sand in einem Mörser zerkleinert und anschließend Wasser hinzugegeben. Dieses Gemisch aus Wasser und zerkleinertem Pflanzenmaterial haben wir durch Wiegen gleichmäßig auf drei Röhrchen verteilt. Das erste dieser Röhrchen blieb unverändert, in die beiden anderen haben wir Ethanol als zusätzliches Lösungsmittel gegeben, um weitere Stoffe aus der Pflanze zu lösen. Eines der beiden Röhrchen mit Ethanol haben wir am Ende noch erhitzt, sodass wir schließlich drei unterschiedlich hergestellte Extrakte hatten. Zusätzlich verwendeten wir für die Extraktionen verschiedene weitere Lösungsmittel (Methanol, Isopropanol).

In den Extrakten war jedoch noch das zerkleinerte Pflanzenmaterial enthalten, das wir für weitere Versuche entfernen mussten. Deshalb warteten wir, bis es sedimentiert war und filtrierten die flüssige Phase anschließend ab. Zum Filtrieren haben wir Spritzen mit einem Filteraufsatz verwendet, welcher so fein ist, dass auch die kleinsten Verschmutzungen herausgefiltert werden. Schließlich konnten wir unsere Extrakte in Eppis abfüllen und sie dann für spätere Versuche verwenden.

Chromatographie der Extrakte

VERENA REUTTER

Als nächsten Schritt haben wir die Dünnschichtchromatographie als Trennverfahren ange-

wendet, um die einzelnen Inhaltsstoffe in unseren verschiedenen Walnussextrakten möglichst exakt zu trennen.

Die Dünnschichtchromatographie dient als Trennverfahren für Analysen. Ein Laufmittel, auch mobile Phase genannt, welches verschiedene pH-Werte besitzen kann, verteilt die unterschiedlichen Inhaltsstoffe einer Probe auf der Trennschicht (stationäre Phase). Die Trennschicht bestand in unserem Fall aus Kieselgel und war auf eine Trägerplatte aufgetragen.



Abbildung 6: Unsere Tomatenextrakte vor dem Filtrieren.

Die Trennung der einzelnen Stoffe beruht auf unterschiedlich starken Polaritäten der Moleküle. Dabei werden von einem polaren Laufmittel polare Stoffe weiter auf der Trennschicht transportiert als unpolare. Bei einem unpolaren Laufmittel geschieht das Gegenteil. Außerdem spielt bei der Trennung auch die Affinität der Stoffe zu der Trennschicht bzw. zum Lösungsmittel eine Rolle. Sie beschreibt die Reaktionsfreudigkeit zwischen den Inhaltsstoffen des Walnussextrakts mit dem diesen.

Im Versuch haben wir als erstes 1,5 cm vom unteren Rand der Trägerplatte entfernt eine Bleistiftlinie eingezeichnet und darauf mit ei-

nem Kapillarröhrchen die unterschiedlichen Extrakte getupft. Jeweils zwei Trägerplatten wurden dann in ein Becherglas mit einem sauren bzw. basischen Laufmittel gestellt und danach nicht mehr bewegt. Die Bechergläser wurden mit Alufolie verschlossen. Das saure Laufmittel enthielt 2,5 ml Aceton, 9 ml Diethylether und 0,4 ml 100-prozentigen Essig, die basische mobile Phase anstelle des Essigs 0,4 ml 25-prozentige Ammoniaklösung.

Nachdem die mobile Phase soweit angestiegen war, dass sie bald den oberen Rand der Trägerplatte erreicht hatte, wurde die Platte aus dem Laufmittel genommen und auf der Höhe des Laufmittels eine Linie eingezeichnet. Nachdem die Trägerplatten getrocknet waren, wurden die mit bloßem Auge erkennbaren Flecken umrandet und die Platten anschließend unter einer UV-Lampe betrachtet. An dieser ließen sich zwei verschiedene Wellenlängen einstellen. Zuerst betrachteten wir die Platten unter langwelligerem UV-Licht. Dabei leuchteten die gesamten Trägerplatten grün, da sie einen Farbstoff enthalten, der unter dem langwelligeren Licht leuchtet. Die Inhaltsstoffe des jeweiligen Extraktes waren als graue Flecken erkennbar.

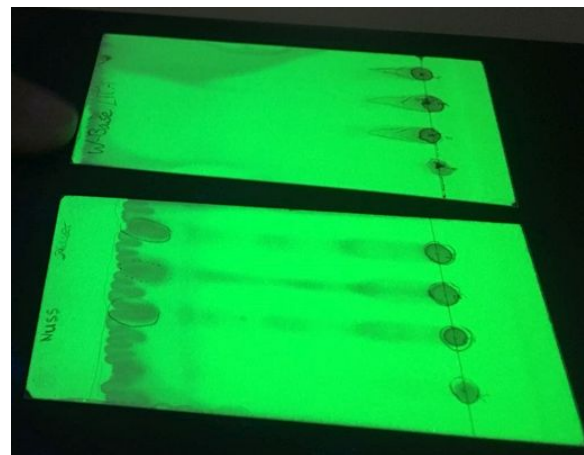


Abbildung 7: Ergebnisse der Dünnschichtchromatographie unter langwelligerem UV-Licht.

Als nächstes betrachteten wir die Platten unter kurzwelligerem UV-Licht. Hier leuchteten nur einzelne Inhaltsstoffe der Extrakte intensiv orange. Bei den Trägerplatten, auf welche das basische Laufmittel aufgetragen worden war, war deutlich weniger zu erkennen als bei Platten mit saurem Laufmittel.

Die Beobachtungen zeigten, dass in unseren Extrakten verschiedene Stoffe enthalten waren, die unterschiedlich auf die Laufmittel reagierten. Einige Stoffe reagierten schwach sauer. Ihnen wird durch die Säure ein Proton hinzugefügt und der Stoff bleibt dadurch unpolar. Andererseits gibt es Stoffe, bei denen die Base ein Proton entfernt. Diese Stoffe werden also deprotoniert. Dadurch sind sie dann negativ geladen und werden somit polar.



Abbildung 8: Ergebnisse der Dünnschichtchromatographie unter kurzweiligerem UV-Licht.

Wir hatten bei unseren Versuchen zur Chromatographie allerdings nicht die nötigen Mittel zur Verfügung, um die einzelnen Stoffe gezielt nachzuweisen.

Hemmhoftests

MAREIKE WALTER

Im dritten Schritt in der Entwicklung eines Pflanzenschutzmittels galt es zu testen, welche Wirkung die von uns extrahierten Pflanzeninhaltsstoffe auf Pilze haben. Um dies herauszufinden, setzten wir sogenannte Hemmhoftests ein. Diese Methodik dient dazu zu prüfen, ob ein bestimmter Stoff das Wachstum von Mikroorganismen wie Bakterien oder Pilzen

hemmt. Hierfür werden die zu testenden Stoffe auf kleine Filterpapierkreise gegeben, welche anschließend auf eine beimpfte Agarplatte gelegt werden. Dann wird beobachtet, wie nah der Pilz an die Filterpapiere mit den Teststoffen heranwächst: Dringt er bis zur Kante vor, wirkt der Stoff nicht hemmend. Bildet sich eine unbewachsene Zone um das Filterpapier, hemmt der Stoff das Wachstum des Pilzes. Die unbewachsene Zone nennt man Hemmhof.

Für unseren Versuch haben wir dementsprechend die unterschiedlichen Pflanzenextrakte auf desinfizierte Filterpapierkreise pipettiert. Bevor wir sie auf die Agarplatten legen konnten, mussten wir erst eine Weile warten, damit das in den Extrakten enthaltene Ethanol verdampfen konnte, denn Ethanol wirkt selbst fungizid und hätte somit die Ergebnisse der Hemmhoftests verfälscht. In der Zwischenzeit haben wir unsere Agarplatten mit gewöhnlicher, schnell wachsender Backhefe beimpft. Dafür haben wir zunächst eine Hefesuspension hergestellt und diese anschließend auf die Agarplatten aufgetragen. Zudem haben wir einige weitere Platten mit dem Pilz *Fusarium*, einer bedeutenden Getreidekrankheit, beimpft. Anschließend haben wir die Filterpapierchen mit den Extrakten in gleichmäßigen Abständen auf den Agarplatten platziert. Zusätzlich legten wir auf jede Platte ein Filterpapier mit Wasser als Negativkontrolle. Anschließend wurden die Agarplatten mehrere Tage inkubiert. Das *Fusarium* entwickelte sich bei Zimmertemperatur, die Hefe kam hingegen in einen Brutschrank.

Nach vier Tagen mussten wir jedoch feststellen, dass das *Fusarium* nur langsam wuchs. Die Hefe hatte sich zwar entwickelt, allerdings auch nicht genug. Zudem zeigten die Extrakte nicht die Wirkung, die wir erhofft hatten. Keines unserer Extrakte hemmte das Pilzwachstum. Aufgrund dieser Vielzahl an Schwierigkeiten beschlossen wir, am folgenden Tag neue Hefe-Hemmhoftests anzusetzen. Wir wiederholten das Vorgehen des Vortages, allerdings verwendeten wir dieses Mal erwärmtes Wasser für die Hefesuspension, da die Hefe bei Wärme besser wachsen kann.

Außerdem testeten wir nicht nur unsere Extrakte, sondern führten den Versuch auch mit

ätherischen Ölen durch. Ätherische Öle haben eine antibakterielle Wirkung, weshalb wir prüfen wollten, ob sie auch gegen Pilze wirken. Zu unserem Glück standen uns verschiedene ätherische Öle am LSZU zur Verfügung, sodass wir mit Pfefferminz-, Minz-, Rosen-, Zitronen-, Orangen-, Fichtennadel-, Lavandin-, Rosmarin- sowie Eukalyptusöl experimentieren konnten. Diese haben wir wie die Extrakte auf Filterpapierkreise pipettiert und anschließend auf mit Hefe oder Fusarium beimpfte Agarplatten gelegt. Zusätzlich benutzten wir wieder Wasser als Negativkontrolle.

Die Ergebnisse dieser neuen Tests ließen sich nach drei Tagen Inkubation feststellen. Sie waren um einiges erfreulicher als die der vorherigen Tests. Das Fusarium wuchs zwar weiterhin nur langsam, allerdings muss gesagt werden, dass sich dieser Pilz deutlich langsamer entwickelt, weshalb dieses Verhalten nicht ungewöhnlich war. Außerdem ließ sich beobachten, dass das Pilzwachstum auf den Platten mit dem Minz- und dem Pfefferminzöl besonders stark verzögert war. Das legt die Vermutung nahe, dass diese beiden Öle das Wachstum des Pilzes hemmen, was sich auch mit den Ergebnissen der Hefe-Hemmhoftests decken würde. Dort zeigten zwar die Pflanzenextrakte die gleiche Wirkung wie beim ersten Mal, jedoch hatten sich um die Filterpapierchen mit dem Pfefferminz-, Minz-, Rosen-, Eukalyptus-, sowie dem Fichtennadelöl Hemmhöfe gebildet. Am ausgeprägtesten waren diese bei Pfefferminze und Minze, weshalb wir mit diesen Ölen weiterarbeiteten.



Abbildung 9: Ergebnisse eines Hemmhoftests mit ätherischen Ölen und Hefe.

Wirkungsprüfung pflanzlicher herbizider Substanzen

PIA GAIKOWSKI

Wir haben uns aber nicht nur für die Wirkung fungizider Stoffe interessiert, sondern auch für die allelopathischen Wechselwirkungen zwischen Pflanzen, die wir uns als Herbizid zu Nutze machen wollten.

Die herbizide Wirkung von Ethylen

In den Recherchen haben wir herausgefunden, dass Äpfel während des Reife- und des Alterungsprozesses eine wachstumshemmende Substanz, nämlich das gasförmige Phytohormon Ethylen bilden, welches auf die die Frucht umgebenden Pflanzen wirkt.

Für die Versuche sammelten wir verschiedene Ideen. Unser erster Versuchsaufbau sah folgendermaßen aus: Wir platzierten in den Mulden von jeweils drei Eierkartons ein Apfelstück. Als Versuchspflanze verwendeten wir Kresse, da diese relativ schnell wächst, was wir uns in Anbetracht unserer kurzen Zeit zu Nutze machen wollten. Die Kresse säten wir mit Abstand zum Apfelstück auf feuchter Watte aus. Unsere Vermutung war zunächst, dass die Kressesamen, die am nächsten beim Apfelstück ausgesät wurden, aufgrund der höheren Konzentration des Ethylens am schlechtesten wachsen würden. Jedoch hatte dies nicht funktioniert und die Kresse ist ganz normal gewachsen, da das gasförmige Ethylen nach oben entwichen war und somit nicht auf die Samen wirken konnte.

Deshalb überarbeiteten wir unseren Ansatz. Wir platzierten dieses Mal jeweils drei Apfelstücke entweder direkt unter einer feuchten Watte, unter einem Teil der Watte oder unter einem Rohr, auf welchem die Watte lag. Dies diente dazu, dass die Samen in verschiedenen Abständen zum Apfelstück gesät wurden. Anschließend haben wir die Kressesamen auf die Watte gegeben. Als Kontrollansatz wurde die Kresse einmal unter normalen Bedingungen gesät. Der Versuch stand etwa vier Tage unter Beobachtung.

Nach ein paar Tagen konnten wir bereits Ergebnisse erkennen, denn bei allen drei Ansätzen

mit dem Apfel wurde das Wachstum der Kresse gehemmt. Am wenigsten entwickelt waren die Samen, die auf dem Rohr über dem Apfelstück lagen. Durch das Röhrchen konnte das Ethylen des Apfels nicht in alle Richtungen entweichen, sondern traf direkt auf die Samen. Diese bekamen somit eine sehr hohe Konzentration des Ethylens ab. Bei der Kresse, die mit zunehmendem Abstand neben dem Apfel wuchs, konnten wir zudem erkennen, dass die dem Apfel am nächsten gelegenen Samen am schlechtesten wuchsen.

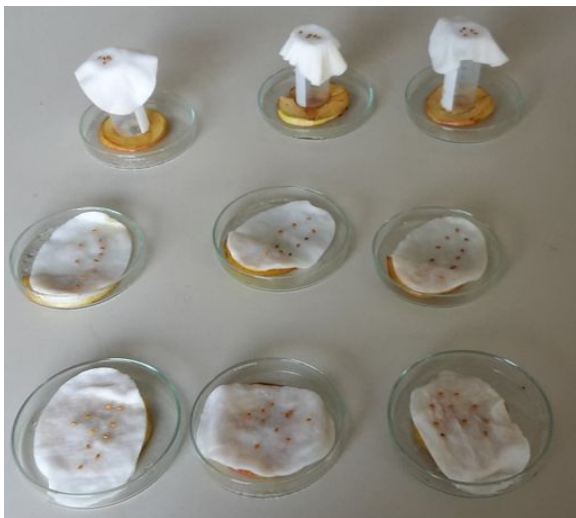


Abbildung 10: Ethylen hemmt in hoher Konzentration das Keimen von Kresse (oben im Bild). Auch auf Apfelscheiben kann dieses Phänomen beobachtet werden.

Die herbizide Wirkung von Juglon

Die Tatsache, dass Pflanzen unter einem Walnussbaum nicht gut wachsen, ist ein häufig beobachtetes Phänomen. Hier spielt das Prinzip der Allelopathie eine große Rolle. Der Walnussbaum bildet den Botenstoff Juglon und sendet ihn über die Wurzeln unter der Erde aus. Mit diesem Stoff, der auf Pflanzen in der Umgebung wachstumshemmend wirkt, sichert der Baum seine Existenz und seinen Fortbestand. Wir haben uns dazu entschlossen, dieses Phänomen mit Kresse nachzustellen. Dazu verwendeten wir die verschiedenen Walnussextrakte, von denen wir jeweils 1 ml mit einer Kolbenhubpipette auf Erdpads träufelten. Für die Negativkontrolle wurden drei Erdpads nur

mit Wasser beträufelt. Anschließend säten wir die Kresse und beobachteten den Versuch mehrere Tage. Schon bald erkannte man deutliche Unterschiede: Die ethanolischen Extrakte schienen das Juglon gelöst zu haben, denn bei diesen Varianten war das Wachstum der Kresse am deutlichsten gehemmt.

Dieses Ergebnis könnte somit ein Ansatz für ein Pflanzenschutzmittel sein, welches wachstumshemmend gegen Unkräuter wirkt.



Abbildung 11: Die Wirkung eines ethanolischen Extraktes (rechts) auf das Keimverhalten von Kresse im Vergleich zu Wasser (links).

Die phytotoxikologische Prüfung der Substanzen

SAMUEL QUENZER

Nachdem wir bei unseren Hemmhoftests herausgefunden hatten, dass die ätherischen Öle Pfefferminz, Minze, Eukalyptus, Rose und Fichte fungizid wirken, mussten wir diese auch auf ihre phytotoxische Wirkung testen. Phytotoxisch bedeutet, dass ein Stoff schädlich für die Kulturpflanze ist. Da das Ziel des Kurses war, ein Pflanzenschutzmittel zu entwickeln, wäre dies natürlich eine unerwünschte Wirkung. Wir möchten unsere Kulturpflanze schützen und nur die Unkräuter bzw. den Pilz bekämpfen, nicht aber die Kulturpflanze. Um die Phytotoxizität zu testen, hatten wir zwei verschiedene Versuchsansätze: Im Keimtest testeten wir die direkte Wirkung auf Kressesamen, im Tropfversuch die Wirkung auf wachsende Kresse. Für die Keimtests säten wir die Kressesamen auf Wattepad in Petrischalen, die wir zuvor mit 500 µl der entsprechenden Öle getränkt hatten.

Nach zwei Tagen ließen sich folgende Ergebnisse feststellen:

ätherisches Öl	Wasser (Positivkontrolle)	gekeimt
	Pfefferminz	gekeimt
	Minze	gekeimt
	Eukalyptus	stark gekeimt
	Rose	leicht gekeimt
	Fichte	stark gekeimt

Tabelle 1: Ergebnisse der Keimversuche mit Kresse

Am besten keimten die Kressesamen auf Eukalyptus- und Fichtenöl. Die beste fungizide Wirkung wiesen jedoch Pfefferminz und Minze auf. Diese beiden Öle wirken zwar nicht wie Eukalyptus oder Fichte wachstumsfördernd, aber beeinträchtigen das Wachstum der Kresse auch nicht negativ.

Ob die bereits oben angewendeten Öle ebenfalls phytotoxisch auf die bereits heranwachsende Kulturpflanze wirken, wollten wir beim Tropfversuch herausfinden. Für diesen Versuch haben wir Kresse auf Erde angepflanzt. Nach ein paar Tagen schnitten wir einen 30-Eierkarton auseinander und setzten mit einem Esslöffel die bereits wachsende Kresse mit etwas Erde in die Vertiefungen des Kartons. Die einzelnen „Kresseproben“ wurden anschließend mit je einem Milliliter der verschiedenen ätherischen Öle mit Hilfe einer Kolbenhubpipette betropft.

Leider verdampften die ätherischen Öle innerhalb weniger Stunden. Dies ist sowohl ein Problem im Test der phytotoxischen Wirkung an heranwachsenden Pflanzen, als auch bei der fungiziden Wirkung, die sich nach ein paar Stunden wortwörtlich in Luft aufgelöst hätte.

Von der Substanz zum formulierten Wirkstoff

Da ätherische Öle äußerst schnell verdampfen, mussten wir diese in schützende Formulierungen bringen. Dafür haben wir uns vier verschiedene Formulierungsmöglichkeiten überlegt: Emulsion, Suspension, Mizellen und Nanopartikel aus Lipiden. Dies war ein wichtiger Schritt, um die ätherischen Öle Minze und Pfefferminze als biologisches, das heißt pflanzliches,

Pflanzenschutzmittel verwenden zu können, da wir durch die Formulierungen ihre Wirksamkeit für eine bestimmte Dauer gewährleisten wollten.

Emulsionen

ANNABEL KNISPEL

Eine Emulsion ist ein feines Gemisch zweier normalerweise nicht mischbarer Flüssigkeiten. Dies geschieht durch eine Bildung von Tröpfchen einer der beiden Flüssigkeiten, die von Emulgatoren gebunden werden. Emulgatoren haben einen hydrophilen (wasserliebenden) und einen lipophilen (fettliebenden) Teil. Der hydrophile Teil kann Wasserstoffbrücken ausbilden und sich mit polaren Stoffen verbinden, wohingegen der lipophile Teil sich durch Van-der-Waals-Kräfte mit unpolaren Stoffen verbindet.



Abbildung 12: Herstellung der Formulierungen

Damit die ätherischen Öle in eine solche Emulsion gebracht werden konnten, haben wir je 0,2 g der Öle (Minze und Pfefferminze) in einem Verhältnis von 1:10 mit Distelöl vermischt. Anschließend wurde zu dem Gemisch der Emulgator Tagat® S2 im Verhältnis 1:1 bzw. 2 g hinzugegeben und erneut gut vermischt. Als letzten Schritt wurde jeweils noch demineralisiertes Wasser im Gesamtverhältnis 1:3 hinzugetropft, wobei das Gemisch dieses Mal währenddessen mit Hilfe eines Mörsers verrührt wurde, um die Bildung großer Öltropfen zu vermeiden.

Suspensionen

ANNABEL KNISPEL

Eine Suspension ist ein Gemisch aus einer Flüssigkeit und darin fein verteilten Festkörperpartikeln. Um eine solche herzustellen, verwende-

ten wir poröse Pulver (Aerosil 200, Kieselgel 60). Unser Plan war es, dass sich das ätherische Öl in den Poren der Partikel des Pulvers absetzt und wir diese dann mittels Emulgatoren verschließen, um ein Verdampfen des Öls zu vermeiden.

Die tatsächliche Durchführung sah folgendermaßen aus: In einer Reibschale wogen wir das Aerosil® 200 ab. Zu den 0,13 g Aerosil® tropften wir so viel Pfefferminzöl hinzu, bis das Gemisch zu einer etwas schleimigen Masse wurde, was wir damit deuteten, dass die Poren des Pulvers komplett gefüllt war. Insgesamt waren dies 210 µl des ätherischen Öls. Damit sich das Öl gut in den Poren ablagern konnte, rührten wir stetig mit einem Mörser. Im Anschluss gaben wir einen mit Wasser verdünnten Emulgator, Tagat® S2 (im Verhältnis mit Wasser 1:3), hinzu. Die Menge an Tagat® S2 sollte der Menge des gesamten Gemisches entsprechen, also 0,322 g. Als letzten Schritt vermischten wir dies mit 3 g Wasser.

Danach setzten wir einen zweiten Ansatz an, bei welchem wir die doppelte Menge des Emulgators Tagat® S2 einsetzen. Die Werte waren:

Rezeptur mit Aerosil als Emulgator	
demineralisiertes Wasser	3 g
Aerosil 200	0,19 g
verdünntes Tagat S2	1,09 g
Pfefferminzöl	390 µl

Rezeptur mit Kieselgel als Emulgator	
filtriertes Wasser	3 g
Kieselgel 60	0,95 g
verdünntes Tagat S2	2,6 g
Pfefferminzöl	900 µl

Rezeptur mit Glycerolmonostearat 60	
filtriertes Wasser	3 g
Aerosil 200	0,14 g
Glycerolmonostearat 60	0,3 g
Pfefferminzöl	180 µl

Tabelle 2: Unsere Rezepturen für die Herstellung der Suspensionen

Darüber hinaus setzten wir zwei weitere Ansätze an, bei welchem wir die Chemikalien änderten: Zum einen ersetzen wir das Aerosil® 200 durch Kieselgel 60 und zum anderen verwendeten wir einen anderen Emulgator (Glycerolmonostearat).

Nanopartikel aus Lipiden

MARLENA HUG

Nanopartikel besitzen eine Größe von 1–100 nm (Nanometer). Sie besitzen einen winzigen festen Lipidkern, der von Emulgatoren umschlossen ist.

Am Anfang standen wir dieser Art der Formulierung ein wenig unsicher gegenüber, da die Sorge bestand, dass der sowieso sehr leicht verdampfende Wirkstoff sich durch zusätzliches Erhitzen viel zu schnell verflüchtigen würde, was jedoch nicht geschah.

Nanopartikel:

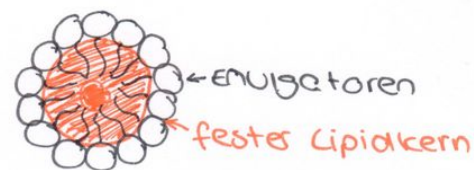


Abbildung 13: Schematische Struktur eines Nanopartikels.

Um die Nanopartikel herzustellen, mischten wir die Stoffe PEG40S (0,5 g), Stearinsäure (0,1 g) und Glycerolmonostearat (0,04 g) in einem Becherglas und schmolzen sie bei 60 °C ein, bis eine klare Flüssigkeit entstand. Zu dieser gaben wir 0,7 g des ätherischen Öls und danach unter ständigem Rühren mit einem Rührfisch 5 ml auf 60 °C erhitztes, destilliertes Wasser hinzu. Nun wurde unsere Flüssigkeit zu einem mit der Zeit trüb werdenden Gel. Daraufhin stellten wir unser Becherglas in ein Eisbad und gaben nach und nach 2,5 ml kaltes, destilliertes Wasser dazu. Durch das Abkühlen erstarrte das Lipid und bildete zusammen mit dem ätherischen Öl die festen Kerne unserer Nanopartikel. Um das Lipid bildete sich erneut ein Ring aus Emulgatoren, welcher aus dem Glycerolmonostearat bestehen müsste. Der polare

Anteil dieses Stoffes löst sich im Wasser, der unpolare im lipophilen Anteil, so umschließen die Emulgatoren das Lipid.

Mizellen

MARLENA HUG

Mizellen kann man sich wie die von Emulgatoren umgebenen Fetttropfchen in der Milch vorstellen, nur viel kleiner. Die Tröpfchen in der Milch besitzen eine Größe im Mikrometer-Bereich, während Mizellen nicht größer sind als 50 nm. Sie sind also im Vergleich zu Milch weitaus kleiner. Dies erklärt auch, weshalb das in der Kosmetik verwendete Mizellenwasser klar ist und nicht trüb wie zum Beispiel Milch, welche nur so erscheint, da die einzelnen Fetttropfchen in ihr relativ groß sind und das Licht streuen.

Mizellen werden auch in der Medizin verwendet, da sie Wirkstoffe gut einschleusen und Stoffe an sich binden können. Zur Herstellung gaben wir 10 mg Lipid in ein Reaktionsgefäß und lösten es in Ethanol. Das Ethanol wurde danach verdampft, bis ein dünner Lipidfilm am Boden des Gefäßes zurückblieb. Nun gaben wir unseren Wirkstoff (ätherisches Öl) und 1 ml destilliertes Wasser hinzu, um den getrockneten Lipidfilm von der Gefäßwand zu lösen. Um den Vorgang zu beschleunigen, schüttelten wir dieses Gemisch und hielten es in warmes Wasser. Auf diese Weise ließen sich die Lipide leichter lösen und wir erhielten unsere Mizellen.

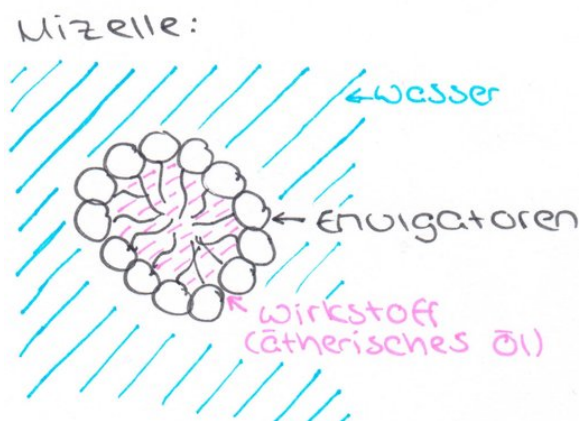


Abbildung 14: Schematische Struktur einer Mizelle

Biologische Prüfung der Formulierungen

MAREIKE WALTER

Um zu überprüfen, ob das Minzöl und das Pfefferminzöl auch nach dem Formulieren noch eine fungizide Wirkung zeigten, haben wir abermals Hemmhoftests mit Hefe angesetzt. Die Vorgehensweise war dabei die gleiche, wie bei unseren ersten Hemmhoftests, bei denen wir ausschließlich die Wirkstoffe getestet hatten. Auf die Filterpapierchen haben wir dieses Mal jedoch die verschiedenen Formulierungen pipettiert. Nach der Inkubation ließ sich beobachten, dass, obwohl Minz- und Pfefferminzöl fungizid sind, sich nicht um alle Formulierungen ein Hemmhof gebildet hatte. Beide Öle hemmten das Wachstum des Pilzes nur als Nanopartikel und als Mizellen. In Form von Emulsionen zeigten sie hingegen keine Wirkung. Mit dem Pfefferminzöl hatten wir zusätzlich noch verschiedene Suspensionen hergestellt. Die Suspensionen mit Tagat® S2 und Kieselgel, sowie mit Tagat® S2 und Aerosil® waren fungizid, die anderen zeigten keine Wirkung. Trotzdem gab es, wie der Test bewiesen hatte, einige Formulierungen aus Pfefferminz- und Minzöl, die das Wachstum der Pilze hemmten.

Die phytotoxikologische Prüfung der formulierten Wirkstoffe

RENO HERMANN ERNST KRAHMER

Nachdem wir herausgefunden hatten, dass Minz- und Pfefferminzöl gut gegen Pilzbefall und Pilzwachstum wirken, mussten wir als nächsten Schritt kontrollieren, ob die Formulierungen auch die Pflanzen selbst angreifen. Zudem stellten wir Blindproben, Formulierungen ohne Minz- und Pfefferminzöl, her, um zu überprüfen, ob auch diese phytotoxisch wirken.

Keimversuche

Für die Keimversuche sprühten wir die Formulierungen (Emulsion, Nanopartikel, Mizellen und Suspensionen) auf Kressesamen, um festzustellen, ob sie die Keimung hemmten. Diese Keimtests ließen wir dann mindestens einen Tag stehen und im Anschluss werteten wir die

Ergebnisse aus. Es ergab sich, dass die Emulsionen nicht phytotoxisch wirkten und somit alle Versuche eine Keimung zeigten. Bei den Nanopartikeln mit den Ölen kam es zu keiner Keimung, also war diese Formulierung phytotoxisch, im Gegensatz zu der entsprechenden Blindprobe. Bei den Mizellen mit Minz- und Pfefferminzöl keimten die Samen schlechter als bei der Blindprobe. Jedoch waren alle drei Versuche schlechter ausgekeimt als bei der Negativkontrolle mit Wasser, also wirkten die Mizellen leicht phytotoxisch.

Im Falle der Suspensionen gab es vier verschiedene Ansätze mit Pfefferminzöl und drei Blindproben. Drei der Pfefferminzsuspensionen wirkten phytotoxisch, da keine Keimung sichtbar war, wobei die Kresse bei der vierten Pfefferminzsuspension mit Aerosil® und Glycerolmonostearat (siehe Tabelle 2) und den drei Blindproben keimte.

Sprühversuche an wachsender Kresse

Um ein Pflanzenschutzmittel entwickeln zu können, musste nicht nur die Wirkung der Formulierungen bei der Keimung getestet werden, sondern auch die Wirkung an schon wachsenden Pflanzen.

Deswegen sprühten wir die Formulierungen auf fünf Tage zuvor angepflanzte Kresse und beobachteten diese Versuche einige Zeit.

Die Ergebnisse waren, dass bei den Emulsionen alles unverändert blieb. Da es zu keinem Absterben kam, waren diese Emulsionen nicht phytotoxisch. Bei den Nanopartikeln mit Pfefferminzöl blieben die Kresspflanzen ohne Anzeichen einer Schädigung erhalten. Die Kresse, auf die Minzformulierungen aufgesprüht worden war, verkümmerte jedoch und die Pflanzen gingen ein. Im Gegensatz dazu blieb bei der Blindprobe alles unversehrt. Die Mizellen waren wie die Emulsionen nicht phytotoxisch. Bei den Suspensionen zeigte sich, dass die ersten drei Pfefferminzsuspensionen, genauso wie beim Keimtest, phytotoxisch waren. Die vierte Pfefferminzsuspension hingegen hatte, wie die Blindprobensuspensionen, keine pflanzenschädliche Wirkung.



Abbildung 15: Ergebnisse der Sprühversuche mit Nanopartikeln. Rechts und links die Varianten mit ätherischen Ölen, oben die Negativkontrolle (Wasser) und unten die Blindprobe ohne Öl.

Unsere Exkursion nach Hohenheim

BÉRYL GREB

Am Montag, den 3. 9. 2018 fuhren wir gemeinsam mit unseren Kursleiterinnen Jana und Patricia und unserem Schülermentoren Lorenz im Rahmen einer Exkursion an die Universität Hohenheim. Nach knapp zweieinhalb Stunden Fahrt mit Bus und Bahn kamen wir auf dem Universitätsgelände an und wurden von Patricia zu den Laboren geführt.

Dort wurden wir von Bianka Maiwald, einer technischen Assistentin des phytomedizinischen Labors, mit Laborkitteln ausgestattet und bekamen eine kurze Sicherheitseinweisung. Anschließend machten wir noch gemeinsam ein Foto und dann konnte es auch schon losgehen.

Wir wurden von Bianka Maiwald, Jochen Schöne und Dr. Frank Walker, dem Leiter des phytomedizinischen Labors, herzlichst begrüßt. Anschließend bekamen wir von Dr. Frank Walker noch einen ausführlichen Einblick in die Laborarbeit an der Universität in Hohenheim. Er erklärte uns einiges über verschiedene Geräte, wie zum Beispiel den Chromatographen. Dies ist ein Gerät, mit dem man verschiedene Stoffe in Proben genau nachweisen und bestimmen kann. Außerdem erzählte er uns zudem noch einige Dinge über die Chromatographie selbst.

Nach diesem interessanten Einblick durften wir mit der Laborarbeit beginnen. Als Ziel hatten wir uns gesetzt, Salicylsäure in Tabakpflanzen nachzuweisen. Salicylsäure ist ein Botenstoff, der im Falle einer Infektion eine Signalkette in einer Pflanze auslöst, sodass diese sie schützende Substanzen bildet.



Abbildung 16: Im Labor in Hohenheim: Mörsern mit flüssigem Stickstoff

Zusammen mit Bianka und Jochen arbeiteten wir in vier Gruppen an acht verschiedenen Pflanzenextrakten. Alle waren von Tabakpflanzen, von welchen drei mit dem Tabak-Mosaik-Virus infiziert worden waren. Das erste Extrakt wurde von einem direkt infizierten Blatt hergestellt. Das zweite Extrakt wurde von einem gesunden Blatt einer infizierten Pflanze gewonnen. Das letzte Extrakt wurde aus einem Blatt einer zeitlich versetzt zweimal infizierten Pflanze hergestellt. Nachdem wir die Blätter gewogen hatten, mörsernten wir sie mit flüssigem Stickstoff. Dieser machte sie porös und wir konnten sie leicht zerkleinern. Anschließend vermischten wir sie mit Methanol und zentrifugierten das Ganze fünf Minuten. Dann nahmen wir das reine Extrakt mit einer Kolbenhubpipette aus dem Eppi und füllten es in ein Gefäß, das in den Chromatographen passt. Danach wiederholten wir diesen Vorgang, aber nahmen zusätzlich zum Methanol noch Salzsäure.

Nachdem jede Gruppe je zwei Extrakte hergestellt hatte, wurden diese im Chromatographen analysiert. Während er arbeitete, gingen wir in die Mensa der Universität und aßen dort gemeinsam zu Mittag. Das Essen schmeckte uns allen, auch wenn die Kirschen so pink waren, dass man meinen könnte, sie kämen tatsächlich direkt aus einem Labor.

Nach dieser Stärkung gingen wir noch einmal zurück ins Labor und sahen nach, wie weit der Chromatograph gekommen war. Man konnte auf dem Computer bereits sehen, dass im ersten Extrakt der ersten Gruppe Salicylsäure enthalten war. Leider konnten wir nicht mehr alle Ergebnisse unserer Arbeit abwarten, da unsere Bahn kurz darauf fuhr. Es blieb jedoch noch genügend Zeit, um Dr. Frank Walker noch einmal mit Fragen zu löchern.

Nachdem wir alle unsere Fragen beantwortet bekommen hatten, bedankten wir uns bei Bianka Maiwald, Jochen Schöne, Dr. Frank Walker und Prof. Dr. Ralf Vögele, dem Dekan der Fakultät Agrarwissenschaften und übergaben ein kleines Geschenk in Form einer Tasse und selbstgemachten Pralinen. In die Tasse hatte unsere Kursleiterin Jana unser Kurslogo und unsere Namen eingraviert. Die Pralinen hatten wir am Samstagabend, nach der eigentlichen KüA-Schiene, unter Anleitung von Jana hergestellt.



Abbildung 17: Im Labor in Hohenheim: Unsere Tabakpflanzen

Wir bedankten uns noch einmal für den tollen Tag an der Universität Hohenheim und gingen dann gemeinsam zur Haltestelle. Auf dem Weg zurück nach Adelsheim waren wir alle relativ müde, weswegen ein Teil von uns im Zug einschlief. Der andere Teil war jedoch noch fit genug, um sich ein paar Rätseln zu stellen, jedoch ziemlich erfolglos. Zurück in Adelsheim wurden wir von Jörg abgeholt und erzählten ihm von unseren Erlebnissen an der Universität.

Fazit

BÉRYL GREB

In den zwei Wochen in Adelsheim lernten wir nicht nur viel über die Abwehrmechanismen von Pflanzen und versuchten ein biologisches Pflanzenschutzmittel herzustellen, sondern hatten dabei auch sehr viel Spaß. Wir hatten ebenfalls die Aufgabe, sowohl unseren Zeitplan, als auch unsere Versuche zu planen und selbst durchzuführen. Auch wenn wir alle von verschiedenen Wissensständen aus starteten, konnten wir uns gegenseitig verschiedene Dinge beibringen und jeder trug zu unserem Projekt einen sehr wichtigen Teil bei. Unsere Kursleiterinnen Jana und Patricia und unser Schülermentor Lorenz sorgten dafür, dass wir konzentriert arbeiteten und standen uns immer mit guten Tipps und hilfreichen Ratschlägen zur Seite. Alles in allem kann man sagen, dass der Biologiekurs 2018 einen sehr guten Gruppenzusammenhalt hatte und motiviert an der Herstellung eines Pflanzenschutzmittels arbeitete. Wir lachten gemeinsam viel und können mit Stolz sagen, dass wir ein Teil des Biologiekurses 2018 waren und die Möglichkeit hatten, die Science Academy zu besuchen.

Das Sportfest

LUCAS WIEDEMER

Während der Akademie stand auch das Sportfest auf dem Plan. Am Tag zuvor fand in der abendlichen Kursschiene die Vorbereitung hierfür statt. Nachdem sich alle auf ein Leichtathletik-Training eingestellt hatten, war der Großteil des Kurses etwas verwundert, da sich das Training eher auf Team-Building-Spiele, statt auf eine Wettkampfvorbereitung beschränkte. Für Lorenz, den Schülermentoren des Kurses, war diese Vorbereitungsstrategie aber plausibel und mit den daraus resultierenden Ergebnissen war er auch sehr zufrieden. Nach dem Abendessen stand eine zusätzliche, inoffizielle Kursschiene auf dem Plan, um einen Fliegenpilz-Schirm für Lorenz als Maskottchen zu basteln. Außerdem kam hierbei der Schlachtruf „Verticillium, Fusarium, Phytophthora: Die Killerpilze sind jetzt da!“ zustande.

Als das Sportfest am darauffolgenden Tag dann endlich losging, war zu Beginn der Großteil der Teilnehmer irritiert, dass es sich beim Sportfest nicht um einen Leichtathletik-Wettkampf, sondern um verschiedene Aufgaben, die man als Team bewältigen musste, handelte. Dies hatte sich zuvor jedoch schon unter einigen Teilnehmern herumgesprochen, da manche im Vorhinein die Dokumentationen der letzten Jahre gelesen hatten.



Abbildung 18: Unser Fliegenpilz für das Maskottchen beim Sportfest.

Zu Beginn des Sportfestes war die erste Aufgabe des Biologie-Kurses, den Schülermentoren in einem großen „A“ aus Holz eine bestimmte Strecke weit zu transportieren. Nach dem erfolgreichen Abschließen dieser Aufgabe war die allgemeine Stimmung im Kurs sehr gut und man konnte mit einem guten Gefühl zu den nächsten Aufgaben weitergehen. Die darauffolgenden Aufgaben waren unter anderem Papierflieger-Weitwurf, das „Fahren“ einer bestimmten Strecke mit einer Bank als Wikingerschiff, das Ziehen beziehungsweise Schieben eines Autos, welches den Berg hinauf befördert werden musste, der Weitwurf von Teebeuteln mit dem Mund, das Laufen einer bestimmten Strecke mit langen Holzskiern und als letzte reguläre Aufgabe das Transportieren eines Hula-Hoop-Ringes, durch welchen jeder Teilnehmer des Kurses durchklettern musste, während man die Hände von zwei anderen Kursteilnehmern festhielt.

Bei all diesen Aufgaben kam es vor allem auf gute Zusammenarbeit, Zusammenhalt und Teamwork an. Nachdem jeder Kurs diese regulären Aufgaben abgeschlossen hatte, stand noch das große Finale an. Hier traten alle Kurse gleichzeitig gegeneinander an. Das Ziel des Finalspiels war es, einen mit Wasser vollgesaugten

Schwamm in einem Eimer zu entleeren und insgesamt so viel Wasser wie möglich zu sammeln. Mit diesem Schwamm musste man vor dem Entleeren noch einen bestimmten Parcours durchqueren. Als schließlich auch diese Aufgabe bewältigt war, ließ man den Abend mit einem gemeinsamen Grillen ausklingen. Die Ergebnisse wurden zwei Tage später auf dem Bergfest bekannt gegeben. Hierbei kam dann das für den Biologie-Kurs ernüchternde Ergebnis: der 6. und somit letzte Platz. Trotz der Platzierung waren alle noch vom Sportfest begeistert, da es nicht nur um außergewöhnliche Aufgaben ging, sondern auch den gesamten Zusammenhalt des Kurses stärkte.



Abbildung 19: Wir feiern gemeinsam mit unserem Schülermentor Lorenz den sensationellen 6. Platz beim Sportfest.

Schlusswort und Danksagung

VERENA REUTTER

Wir möchten uns ganz herzlich bei allen bedanken, die uns diesen Kurs und die Akademie ermöglicht haben. Besonderer Dank gilt der Universität Hohenheim für die Bereitstellung der Pilzkulturen und Agarplatten, sowie für die Exkursion. Wir freuen uns, dass wir das Labor des phytomedizinischen Instituts besuchen durften und dort unter Anleitung Versuche durchführen konnten. Des Weiteren danken wir der Philipps-Universität Marburg dafür, dass sie uns einen Brutschrank und weitere Verbrauchsmaterialien zur Verfügung gestellt haben. Ohne diese wäre die Versuchsarbeit nicht möglich gewesen.

Last but not least gilt ein großes Dankeschön unseren Kursleiterinnen Jana und Patricia, die auch noch während der Akademie jeden unserer Sonderwünsche ermöglicht haben, sowie unserem Schülermentor Lorenz, der uns beim Sportfest am lautesten angefeuert und immer wieder aufs Neue motiviert hat.

Kurs 2 – Chemie/Technik: Save my U-Boot



Vorwort

LUKAS, HANNA

Wenn man viel Zeit und Mühe in ein selbstgebautes Modellboot steckt und sich nun auf die Jungfernfahrt freut, ist dies immer ein großes Risiko. Es kann passieren, dass etwas nicht so funktioniert, wie es sollte, und das Boot deswegen untergeht. Dann liegt die ganze Arbeit auf dem Grund eines Gewässers, ohne Aussicht auf Rettung. Aber wie kann man dieses Problem verhindern?

15 Personen, 14 Tage, 2 Räume, viel Elektronik, dutzende Gasgeneratoren, einige Kilo Schmelzklebstoff, sehr viele Gefrierbeutel, mehrere Kisten Süßes und dabei ein Ziel: Dieses Problem in unserem Kurs, dem Chemie/Technik-Kurs – „Save my U-Boot“, zu lösen.

Das Thema des Chemie/Technik-Kurses war also die Entwicklung eines Rettungssystems für

Modell-(Untersee-)Boote, um diese im Havariefall vor dem Untergang zu bewahren. Hierfür sollten in diesem Kurs zwei Wissenschaftsdisziplinen, Chemie und Technik, miteinander verbunden werden. So war die Auswahl von geeigneten Sensoren und die Programmierung des nachgeschalteten Mikrocontrollers ebenso Bestandteil der Kursarbeit, wie die Entwicklung eines Gasgenerators und selbstverständlich die Zusammenführung dieser einzelnen Komponenten zu einem Gesamtsystem, dessen Funktionsfähigkeit zu erproben war.

Teilnehmer

MAGNUS

Niklas behielt immer den Überblick und wusste stets, was als Nächstes zu tun war. Er war ständig konzentriert bei der Sache, auch wenn er das ein oder andere Mal die Arbeit

im Labor durch Drücken des Notaus-Schalters behinderte. Durch seine blonden Haare lässt sich auch sein überdurchschnittlicher Wert von 61 Kamelen rechtfertigen.

Pauline erfreute uns jeden Tag mit ihrem freundlichen Charakter, und auch ihr Humor-Buch erheiterte unseren Kursalltag. Ohne ihre zeichnerischen Künste wären wir bei der Abschlusspräsentation und auch bei der Visualisierung unserer Ideen aufgeschmissen gewesen.

Rebekka ist nicht nur die ausgeglichene Person unseres Kurses, sondern arbeitete auch fleißig an unserem Boot. Mit ihrer stets fröhlichen Art entspannte sie die Kursatmosphäre und ließ uns immer zuversichtlich arbeiten. Auch wenn man es ihr nicht direkt ansieht, stammt sie von Zwergen aus Bietigheim-Baden ab, wovon sie nie genug schwärmen konnte.

Eduard ist derjenige, der immer eine Idee hatte, wenn wir anderen nicht mehr weiter wussten. Durch sein Wissen trieb er die Technik unseres Bootes mit rasantem Tempo voran. Darüber hinaus ist er stets gut gelaunt und sympathisch, was im Kurs viel zu der guten Stimmung beitrug.

Lukas wirkte auf den ersten Blick eher ruhig und zurückhaltend. Wir haben aber sehr schnell festgestellt, dass er definitiv nicht ist. Außerdem ist er ein Spitzen-Klavierspieler, was er uns am Hausmusikabend präsentierte. Glücklicherweise hatte er einen Lötkolben dabei, der uns fast die gesamte Technik verlötete, und half beim Verbauen der Technik im Boot.

Elena lernten wir während unserer Kurszeiten als freundlich und hilfsbereit kennen. Sie kam jeden Morgen gut gelaunt in den Kurs und arbeitete mit Elan an unserem Projekt. Ohne ihre Bemühungen wäre unser Boot niemals wasserdicht geworden.

Magnus brachte uns den Schweiz-Rap in die Akademie und somit auch in den Kurs. Das Eröffnungswochenende war erst ein paar Stunden alt und jeder wusste bereits seinen Namen. Dies ließ ihn ein bisschen nachlässig mit dem Tragen seines Namensschildes werden, was ihm die eine oder andere

Diskussion mit den Johannes einbrachte. Wenn er nicht gerade das Programm für den Arduino™ schrieb, lernte er die Nachkommastellen von Pi auswendig.

Peer war immer rücksichtsvoll und ein ideenreicher Kursteilnehmer. Er brachte unseren Gasgenerator maßgeblich voran und ließ sein Wissen gezielt einfließen. Durch seinen guten Sinn für Humor hielt er uns immer bei Laune und war jederzeit für einen Spaß zu haben.

Amelia war im Kurs immer aktiv am Geschehen beteiligt, auch wenn sie von grundlegend ruhiger Natur ist. Sie hat die Fähigkeit, ihre Meinung klar zum Ausdruck zu bringen, sowie sie anschaulich zu erklären. Es war eine Freude mit ihr zu arbeiten, da sie immer gut gelaunt war und durch ihre Ideen dem Kurs weiterhalf.

Hanna brachte unseren Kurs mit ihrer aufgeweckten Art voran. Sie engagierte sich hauptsächlich in der Chemie und beim Bau unserer Airbags. Durch ihre zuverlässige Arbeitsweise verlor sie nie das Ziel aus den Augen und wusste immer, woran noch zu arbeiten war.

Linus ist immer zielstrebig unterwegs und wusste auf jede Frage eine Antwort. Für Essen war er auch jederzeit zu haben und so verwunderte das immense Süßigkeitenlager auf seinem Zimmer niemanden. Auch als Model für unsere Essens-Kollektion stand er gerne zur Verfügung.

Adrian bereicherte den Chemie/Technik-Kurs sehr, denn er arbeitete geschickt viele gute Ideen ein und brachte unseren Kurs gezielt weiter. Er interessiert sich für Kampfsport und durch seine lockere und entspannte Art ist er ein Kursteilnehmer, mit dem man sich gerne unterhält. Man wird nie vergessen, wie lange er mit Linus im Freien neben einem Wasserbottich wartete, bis endlich ihre Säure-Base-Reaktion abgeschlossen war.

Bernhard gab uns bei schwierigen Problemen hilfreiche Tipps, wobei er uns aber immer lange genug selbst knobeln ließ. Er brachte uns wichtige Tastenkombinationen bei, mit denen sich einige Dinge sehr viel schneller bewältigen lassen. Oh... es ist schon

12 Uhr, ich kann leider nicht mehr weiter schreiben; Kurs ist beendet, Bernhard muss zum Essen.

Maria stand uns als Schülermentorin ständig mit Rat und Tat beiseite. Es war immer lustig, sie im Kurs zu haben, und ihre Fähigkeit Basketball zu spielen machte sie gleich um einiges sympathischer. Ihren Mut bewies sie beim Sportfest, als das große hölzerne A des Öfteren zu kippen drohte, sie jedoch weiterhin ruhig blieb und nicht den Boden berührte. Sie beklagte sich oft über die neue Basketballsaison und dass sie nun Bezirksliga spielen muss. Ob sie wohl die angekündigten 30 Punkte im ersten Spiel schafft?

Stefan ist unser Chemiker, der uns immer mit seinen Ratschlägen zur Seite stand. Durch ihn lernten wir, wie Wissenschaft und Teamarbeit funktionieren und sein „C'est la vie“ brachte uns bei, dass nie alles perfekt sein muss, und auch gar nicht sein kann. Dank seiner Sticky-Wall verloren wir den Zeitplan nicht aus den Augen. Am Dokumentationswochenende machte es dann wie versprochen noch einmal richtig „Bumm“.

Das Eröffnungswochenende

NIKLAS

Das Eröffnungswochenende fand, vor der eigentlichen Akademie, vom 8.–10. Juni statt. Dort erhielten wir unsere ersten Informationen zu den Kursen und lernten die anderen Teilnehmer kennen.

Wir bekamen unsere ersten Eindrücke im Bereich Informatik durch eine grundlegende Einführung in das Binärsystem. Dort erfuhren wir, wie Computer arbeiten und rechnen.

Ein Einstieg in das Themengebiet der Redoxreaktionen durfte auch nicht fehlen. Wir lernten mit Begriffen wie Oxidation, Reduktion und Ähnlichem umzugehen.

Darüber hinaus erfuhren wir, dass Kommunikation das Wichtigste in der Wissenschaft ist, da ohne sie keine Teamarbeit möglich ist.

Zuletzt teilten wir uns noch in zwei Teams ein: Chemie und Technik. Diese bestanden jeweils

aus sechs Teilnehmer/innen. Das EWE bot uns also die Möglichkeit, alle Teilnehmer kennenzulernen und zudem noch einen kleinen Einstieg in die Materie zu erhalten.



Kommunikationsspiel am EWE

Arduino™

ELENA

Wir haben im Kurs mit sogenannten Arduino™ Boards gearbeitet. Bei diesen handelt es sich um kleine Mikrocontroller der Firma Arduino™, die vor allem bei Lehrern und Bastlern beliebt sind. Mikrocontroller sind vergleichbar mit einem PC, jedoch viel kleiner und leistungsschwächer. Sie bestehen aus einem Mikroprozessor (Recheneinheit), einem Arbeitsspeicher, einem AD-Wandler, einfachen Ein- und Ausgängen und vielen weiteren Modulen, welche alle auf einem Chip integriert sind. Je nach Modell besitzt ein Mikrocontroller mehr oder weniger Bestandteile.

Heutzutage findet man Mikrocontroller in sehr vielen technischen Geräten wie z. B. Handys, Waschmaschinen und CD-Playern.

Mithilfe einer bestimmten Software, der Arduino™-Entwicklungsumgebung, werden Arduinos in einer einfachen, an C angelehnten Programmiersprache je nach Bedarf programmiert. Das Programm wird auf dem Computer geschrieben, in Maschinensprache übersetzt (kompiliert) und anschließend auf den Arduino™ übertragen. Ein Arduino™ kann ca. 10.000-mal neu programmiert werden, bevor durch Abnutzung Speicherfehler auftreten.

Es gibt die Arduino™ Boards in verschiedenen Größen und Versionen. Wir arbeiteten und experimentierten zunächst mit einem Arduino™ UNO, da dieser einfache Steckmöglichkeiten

für die Sensoren bietet und durch seine Größe leichter zu handhaben ist. Um Platz zu sparen, bauten wir schlussendlich aber eine wesentlich kleinere Version des Arduinos, einen Arduino™ NANO, in unser Boot ein. Bei diesem müssen die Sensoren direkt mit dem Board verlötet werden.

AD-Wandler

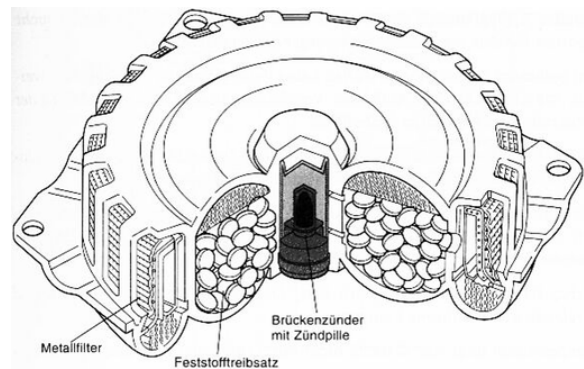
AMELIA, EDUARD

Der Drucksensor verändert bei unterschiedlichem Druck seinen Widerstand, wodurch sich der analoge Spannungswert ändert. Der Mikroprozessor kann allerdings nur mit digitalen Werten rechnen, weswegen ein Analog-to-Digital Converter (AD-Wandler) zwischengeschaltet werden muss. Auf dem Arduino™-Board ist bereits ein AD-Wandler verbaut. Dieser hat jedoch nur eine Genauigkeit von 10 Bit, er wandelt also die analoge Spannungskurve in 210 beziehungsweise 1024 Werte um. Weil der Drucksensor für einen Druck von 0 kPa eine Spannung von 0,5 V und für einen Druck von 1200 kPa 4,5 V ausgibt, beträgt die Auflösung 1,465 kPa, was 15 cm Wassersäule entspricht. Da der Drucksensor für einen Bereich bis 120 m Wassersäule ausgelegt ist, wir aber den Druck im Bereich von 1–2 m Wassersäule relativ genau messen mussten, war dort die Schwankung zu groß. Aus diesem Grund bauten wir einen externen 16-Bit-AD-Wandler ein. Dieser wandelte unserer Spannungskurve in 216 beziehungsweise 65.536 Werte um. Hier wird also eine Auflösung des AD-Wandlers von 0,023 kPa oder 0,2 cm Wassersäule erzielt. Den AD-Wandler mussten wir an ein spezielles BUS-System anschließen, den sogenannte I²C-Datenbus. Mit diesem System können über eine Schnittstelle mehrere Busteilnehmer untereinander kommunizieren. Dies funktioniert, indem jedes I²C-kompatible Gerät eine Adresse besitzt, über welche man es ansprechen und ansteuern kann, was für die Verwendung eines AD-Wandlers notwendig ist. So lässt sich im AD-Wandler die Konvertierung des analogen Signals zu einem digitalen Signal konfigurieren und dann über eine Adresse vom Arduino™ auslesen.

Der Gasgenerator

NIKLAS

In einem Gasgenerator entsteht durch eine chemische Reaktion aus Feststoffen sehr schnell ein großes Gasvolumen. Diese werden als Sicherheitssystem bei Autos (Airbag) oder in der U-Boot-Rettung angewandt. Dort werden in einem Havariefall die Ballast-Tanks des U-Boots ausgeblasen. Unser Gasgenerator sollte einen Airbag möglichst schnell mit einem Gas füllen und so den Aufstieg des Bootes ermöglichen.



Gasgenerator eines Fahrer-Airbags¹

Gruppenaufteilung

AMELIA, EDUARD

Um so produktiv wie möglich arbeiten zu können, teilten wir unseren Kurs bereits am Eröffnungswochenende in ein Chemieteam und ein Technikteam auf. Die Chemiker waren Peer, Niklas, Adrian, Linus, Hanna und Amelia, an der Technik arbeiteten Elena, Lukas, Pauline-Marie, Rebekka, Eduard und Magnus. Das heißt aber nicht, dass sich die jeweiligen Teams nur mit ihren Themen beschäftigten, denn wir hielten jeden Tag mindestens ein Kursmeeting ab. Außerdem verabredeten wir uns zwischendurch noch zu Teammeetings, um weitere Arbeiten, Schwierigkeiten und bisherige Erkenntnisse zu besprechen und sich gegenseitig über Fortschritte auf dem Laufenden zu halten.

Im Chemieteam haben wir uns dann noch einmal in drei kleinere Gruppen mit je zwei Personen aufgeteilt. Linus und Adrian kümmerten sich um das Backup-System und der Rest des

¹ Abb.: kfztech.de (mit freundlicher Genehmigung)

Teams um einen geeigneten Gasgenerator. Die Gruppe von Niklas und Peer kümmerte sich um Cellulose, Ammoniumnitrat und Kaliumnitrat und Hanna und Amelia führten die gleichen Versuche mit Saccharose anstatt Cellulose durch. Aufgrund der vielen praktischen Versuche waren wir also viel im Labor, doch man konnte uns auch im Kursraum finden, beim Ausrechnen der richtigen Verhältnisse zum Beispiel.

Die Aufgabe des Technik Teams war das Entwerfen eines Systems, das einen Notfall erkennt und dann das Rettungssystem auslöst, wobei auch hier die Aufgaben verteilt wurden. Außerdem mussten wir die fertigen Komponenten im Boot verbauen. Da die Sensorik für die Notfalerkennung programmiert und getestet werden musste, verbrachten wir viel Zeit im Kursraum. Im Labor waren wir meistens nur bei Projekten, die die Zusammenarbeit der beiden Teams erforderte.

Kursarbeit

PAULINE-MARIE, PEER

Zeitplanung

Zu Beginn legte jede Gruppe ihre Projektziele fest und entwarf einen Zeitplan. Zur Visualisierung notierten wir die Arbeitsschritte auf verschiedenfarbigen Karten und befestigten sie auf einer Sticky-Wall. Die Farbe Orange weist auf Muss-Ziele hin, Blau markiert ein Soll-Ziel und Grün deutet auf ein Kann-Ziel hin. Wir vereinbarten ebenfalls Meetings, die wir zu Beginn der Mittagskursschiene hielten, damit wir austauschen konnten, wie viel die andere Gruppe bereits erledigt hatte.

Programmieren

Zwischen dem Eröffnungswochenende und der Sommerakademie hatten wir uns überlegt, welche Art von Microcontrollern und Sensoren wir verwenden wollten. Die Sensoren sollten folgende Notfälle erkennen: Wassereinbruch, Kollision und zu hohen Wasserdruck, also eine ungewollte Wassertiefe. Unsere Entscheidung

fiel auf einen ArduinoTM NANO als Mikrocontroller, einen Wassersensor, einen Kollisionssensor und einen Drucksensor. Um genauere Werte vom Drucksensor zu erhalten, verwendeten wir einen zusätzlichen 16-Bit Analog-to-Digital Converter (AD-Wandler). Im ArduinoTM ist bereits ein AD-Wandler integriert, jedoch handelt es sich bei diesem nur um einen 10-Bit Wandler. Somit konnten wir 64-mal genauere Werte erhalten.



Sticky-Wall mit Wochenplan

Zu Beginn prüften wir die Funktionsweise der Sensoren. Einige davon bereiteten uns Probleme, z. B. maß unser Kollisionssensor zu genau. Die analogen Werte zeigten uns immer Bewegung an, egal ob der Sensor lag oder bewegt wurde.

Da der Großteil der Gruppe keine Programmierkenntnisse hatte, waren die Lösungswege am Anfang steinig. Den Kollisionssensor nutzten wir als einen „Nicht-Bewegungssensor“, damit wir erkennen konnten, ob das Boot still auf dem Grund eines Sees liegt. Dabei sollte uns der Sensor nur noch Einsen und Nullen senden (1 für Bewegung und 0 für Ruhe). Zusätzlich programmierten wir einen warnenden Piepton, der dem Bootsbesitzer vermitteln sollte, dass das Rettungssystem in 40s gestartet wird, wenn das Boot nicht mehr bewegt wurde.

Damit der ArduinoTM das Rettungssystem starten kann, haben wir folgende Bedingungen gestellt:

- Wasser ist im Boot
- Der Wasserdruck steigt über einen bestimmten Wert (12 hPa)
- Das Boot bewegt sich über eine längere Zeit (40s) nicht



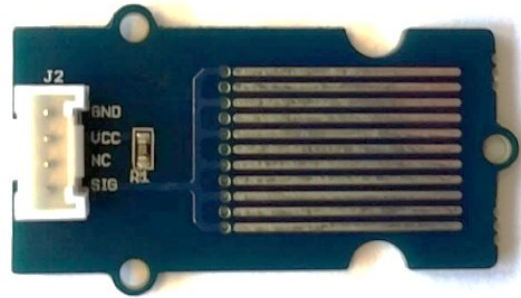
Drucksensortest aus dem Fenster

Nachdem unser Programm fertiggestellt war, mussten wir uns noch entscheiden, wie wir den Gasgenerator zünden. Wir entschieden uns für eine elektrische Anzündpille. Diese Anzündpille sollte eigentlich direkt vom Arduino™ mit Strom versorgt werden, doch dieser lieferte nicht genügend Strom um die Anzündpille auszulösen. Daher verwendeten wir in einem zweiten Stromkreis ein Relay. Dieses Bauteil erlaubte uns auf Kommando den Stromkreis zu schließen, wodurch die Anzündpille mit einer 9V Batterie kurzgeschlossen wurde. In einem weiteren Test prüften wir die Zündfunktion unseres Rettungssystems. Dabei verwendeten wir einen Raketenmotor von unseren Betreuern und versuchten ihn zu zünden. Zuerst schlug, wie geplant, unser Bewegungssensor Alarm, was wir an dem Piepton erkannten. Folgerichtig wurde der Raketentreibsatz gezündet.

Arbeiten mit den Treibstoffen

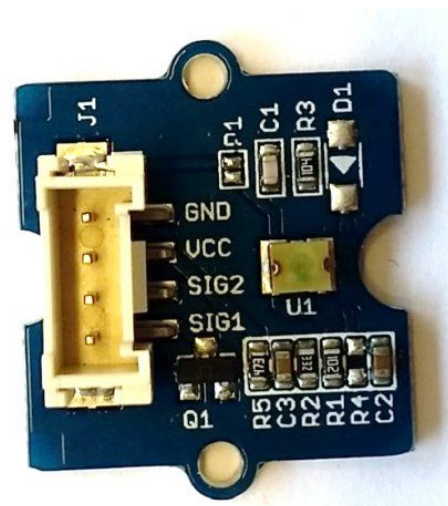
Parallel zu den Technikern arbeitete die Chemikergruppe an der Entwicklung funktionstüchtiger Gasgeneratoren und an einem zusätzli-

chen Backup System. Dafür verbrachten wir die meiste Zeit unter Stefans Aufsicht im Labor.



Wassersensor

Als mögliche Brennstoffe standen uns zum einen Saccharose (Haushaltszucker) und zum anderen Cellulose, ein weiterer Kohlenwasserstoff, zur Auswahl. Außerdem benötigten wir einen sauerstofffreisetzenden Oxidator: Hierfür kamen Kaliumnitrat und Ammoniumnitrat in Frage. In den ersten Tagen setzten sich zwei Teams (Hanna und Amelia bzw. Niklas und Peer) jeweils mit einem der beiden Brennstoffe in Kombination mit den Oxidatoren auseinander. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse wollten wir später zusammenführen und anschließend die Auswahl zwischen Saccharose und Cellulose bzw. Ammoniumnitrat und Kaliumnitrat treffen.



Bewegungssensor

Zuerst ermittelten wir rechnerisch und mit Hilfe des Computerprogrammes ICT Thermodynamik-Code die optimalen Mischverhältnisse zwischen Brennstoff und Oxidator für eine vollständige

dige Verbrennung. Praktischerweise errechnete das Computerprogramm uns zudem die entstehenden Reaktionstemperaturen. Bei unseren geplanten Reaktionen treten nämlich Reaktionstemperaturen zwischen ungefähr 1.500 K und 2.000 K auf, welche die zur Messung verwendeten Temperaturfühler und unser Boot zerstören würden.



Drucksensor

Der nächste Schritt bestand aus Anzündungstests, bei denen wir das Gemisch im jeweils optimalen Verhältnis mit sogenannten Tape-matches (elektrisch auslösbare Anzündpille mit Schwarzpulver auf einem Tesafilm) in sehr hitzebeständigen, mit Kunstharz beschichteten Pappröhren anzündeten. Hierfür musste das Saccharose-Oxidator-Gemisch karamellisiert werden, um es in die Pappröhre gießen zu können. Anschließend wurde in das Gemisch, noch im flüssigen Zustand, mittig ein Loch für die Anzündung gedrückt. Im Gegensatz dazu wurde das Cellulose-Oxidator-Gemisch ins Rohr gepresst. In diesem Fall musste das Loch für die Anzündung nachträglich gebohrt werden, was deutlich aufwändiger als beim Saccharose-Oxidator-Gemisch war.

Aus diesem Grund entschieden wir uns für Saccharose als Brennstoff. Als Oxidator wählten wir Kaliumnitrat, welches gemischt mit dem Brennstoff bei den bisherigen Anzündungstests deutlich besser abbrannte und sicher anzuzünden war.

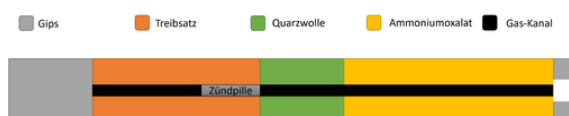
Da bei der Reaktion, wie bereits beschrieben, sehr hohe Reaktionstemperaturen entstehen, bedarf es eines Kühlungssystems: Hierzu nutzen wir Ammoniumoxalat-Monohydrat. Dieses wird durch die Reaktionstemperaturen endotherm zersetzt und gibt dabei auch Gase wie Stickstoff, die das Gasvolumen noch zusätzlich vergrößern, frei. Stark erhitzte Feststoffe, die

während der Reaktion herausgeschleudert werden und den Airbag zum Schmelzen bringen, kann das Ammoniumoxalat dagegen nur schwer kühlen. Eine Schicht aus Quarzwolle sollte jene Feststoffe filtern und aufhalten, sodass diese nicht in den Airbag gelangten.



Auswerten der Laborarbeiten

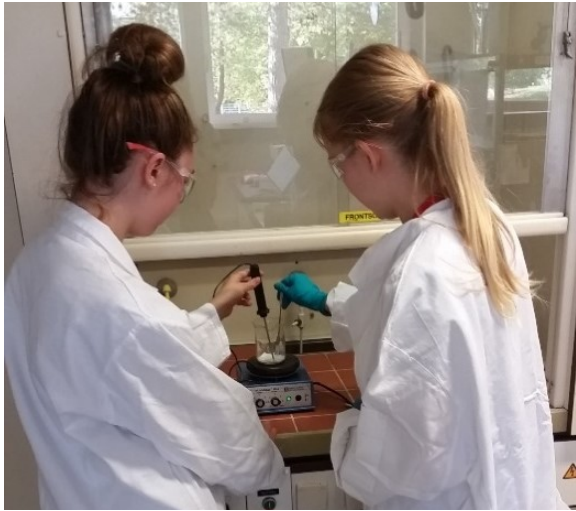
Um ein Herausschleudern des Filtersystems und des Kühlmittels zu verhindern, verschlossen wir das Rohr beidseitig mit einer mehrere Millimeter dicken Gipsschicht. An der Seite, an der das Gas in den Airbag austreten soll, musste allerdings eine Öffnung für die Anzündung, welche gleichzeitig auch als Gaskanal und als Austrittsdüse für das Gas fungierte, frei gelassen werden.



Schematischer Aufbau unseres Gasgenerators

Eine große Menge an diesen Gasgeneratoren herzustellen und diese anzuzünden, war eine der Hauptbeschäftigungen für die Chemiker

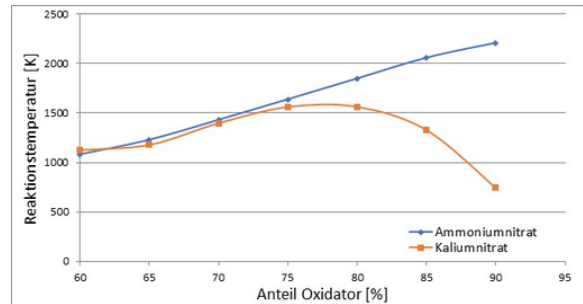
in der zweiten Woche. Schwierigkeiten gab es dabei v.a. mit der Austrittsöffnung. Diese geriet häufig zu klein, was dazu führte, dass das entstehende Gas nicht austreten konnte. Das wiederum sorgte für einen sehr hohen Druck im Inneren des Gasgenerators und die Gipsabdichtung wurde mit Kühlmittel und Quarzwolle auf beiden Seiten weggesprengt. Insgesamt hatten wir durch solche fehlerhaft gebauten Gasgeneratoren mehrere Fehlversuche und gegen Ende auch massiven Zeitdruck.



Karamellisieren eines Zuckertreibstoffs

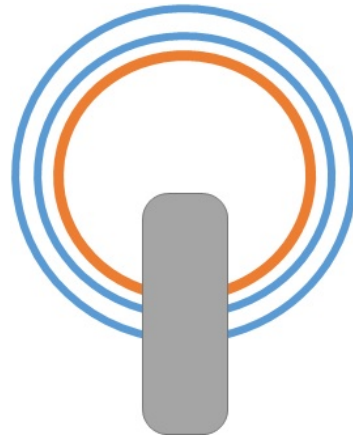
Parallel zur Kühlung und Filterung suchten wir auch nach geeigneten Airbagmaterialien. Hierfür experimentierten wir mit unterschiedlichsten Materialien, die wir vor Ort auftreiben konnten. Von Gefrierbeuteln und Müllbeuteln, die wir aus der Küche ausliehen, über Alu-Folie bis zu einer Rettungsdecke war alles dabei. Nach einigen Anzündungstests erwiesen sich die Gefrier- und Müllbeutel aufgrund einer geringen Schmelztemperatur als eher ungeeignet und ein Airbag aus Alu-Folie riss schnell. Die Rettungsdecke dagegen wies alle nötigen Eigenschaften für ein passendes Airbagmaterial auf: Sie hatte eine ausreichende Reißfestigkeit und war vergleichsweise hitzebeständig.

Um dennoch einen Verlust des erzeugten Gasvolumens zu vermeiden, nutzten wir noch zwei weitere äußere Airbag-Hüllen aus Gefrierbeuteln. Falls die Rettungsdecke also schmelzen sollte, würden die beiden äußeren Airbag-Hüllen das an der Luft abgekühlte Gas auffangen. Die drei Schichten des Airbags wurden luftdicht



Reaktionstemperatur der Saccharose

mit einer sehr großen Menge an Schmelzklebstoff am Gasgenerator befestigt. Dieser „Drei-Hüllen-Airbag“ bewährte sich auch bei weiteren Versuchen und letztendlich auch beim Realtest.



Schematischer Aufbau unseres Airbags

Backup System entwickeln

Zusätzlich zum Gasgenerator, der elektrisch durch den ArduinoTM gezündet wurde, haben wir uns auch für den Einbau eines Backup Systems entschieden. Dieses Backup System löste aus, sobald Wasser in den Rumpf unseres Modelbootes drang und benötigte dazu keine Sensortechnik. Es war also sehr zuverlässig und auch imstande, das Boot ohne Hilfe des Gasgenerators über Wasser zu halten. Allerdings löste das Backup System verglichen mit der Reaktionsgeschwindigkeit des Gasgenerators nur sehr langsam aus und erzeugte bei einer identischen Menge des Treibsatz ein geringeres Gasvolumen, als der Gasgenerator.

Der Auslösemechanismus des Backup Systems basierte auf einer Säure-Base-Reaktion. Die

Säure und die Base lagen beide als Pulver vermengt vor. Erst sobald der Treibsatz in Wasser gelöst wurde, reagierten sie unter Bildung von Kohlenstoffdioxid.

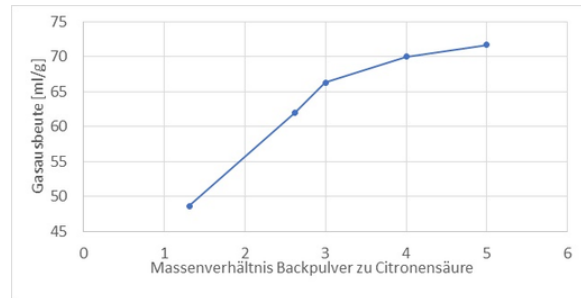


Unser Airbag fertig eingespannt für den nächsten Anzündtest

In der Chemikaliensammlung des LSZUs standen uns die Säuren Citronensäure, Weinsäure und Apfelsäure, sowie die Basen Ammoniumcarbonat und Natriumhydrogencarbonat zur Verfügung. Mit diesen Chemikalien befasste sich das dritte Chemie-Team (Linus & Adrian). In den ersten Tagen ging es dabei, wie auch bei dem Gasgenerator, um die Berechnung des optimalen Mischverhältnisses zwischen Säure und Base und um anschließende Experimente im Labor, bei denen mit verschiedenen Mischverhältnissen experimentiert wurde. Dabei erzeugte ein Gemisch aus Natriumhydrogencarbonat und Citronensäure bei einem Massenverhältnis von sechs zu eins das größte Gasvolumen unter den untersuchten Säure-Base-Gemischen.

Das Backup System war ähnlich wie der Gasgenerator aufgebaut: Auch hier verwendeten wir eine mit Kunstharz beschichtete Pappröhre. Diese hatte aber einen größeren Durchmesser als die bei den Gasgeneratoren verwendeten Röhren, um eine große Menge des Treibsatzge-

misches zu fassen. An der Öffnung, die später nach außen wies, wurde der Airbag (ein einfacher Gefrierbeutel) verbaut. Da bei dieser Säure-Base-Reaktion die freiwerdende Wärme durch das Wasser sehr gut abgeleitet und aufgenommen wird, war ein Airbag aus mehreren Schichten nicht notwendig.



Gasausbeute des Backup Systems bei verschiedenen Masseverhältnissen

Die Problematik beim Backup System liegt im Gegensatz zum Gasgenerator nicht in der Kühlung des entstehenden Gases, sondern in dem Eindringen des Wassers in den Treibsatz um ihn zu lösen und eine Reaktion zu ermöglichen. Mit dieser Problematik beschäftigten wir uns Ende der ersten und v.a. während der zweiten Woche.

Den Treibsatz einfach in die Röhre zu pressen, reichte nicht aus, da das eindringende Wasser so nur die unterste Schicht des Treibsatzes lösen konnte. So entstand kaum Gasvolumen, welches den Airbag hätte füllen können.



Aufbau zum Messen des Gasvolumens für das Backup System

Damit auch die inneren Schichten gut durchfeuchtet werden konnten, nutzten wir die Kapillarwirkung aus. Durch den Einbau von Schichten aus Glaswolle wurde auch ein Durchfeuchten und Lösen der inneren Schichten des Treibsatzes ermöglicht.

Zudem diente die Glaswolle an den beiden Enden des Rohres als gasdurchlässiger Filter, die den Airbag und das innere des Bootes gegen Austreten der Feststoffe schützen soll.



Schematischer Aufbau des Backup Systems

Diesen Aufbau mit unterschiedlichen Schichten aus Treibsatz und Glaswolle testeten wir mehrfach und setzten ihn schließlich auch bei dem Realtest erfolgreich ein.



Aufblähetest des Backup Systems im Metallbottich

Einbauen der Elektronik

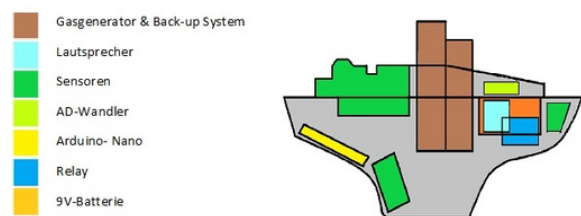
Zuerst musste das Boot für den Einbau vorbereitet werden. In der Werkstatt konnten wir nach zwei Stunden harter Sägearbeit das Boot

„akkurat“ an der Deckoberkante öffnen. Das Bleigewicht wurde entfernt, damit wir erstens mehr Platz im Boot haben und zweitens mehr Gewicht zuladen konnten.



Unser Boot vor dem Einbau

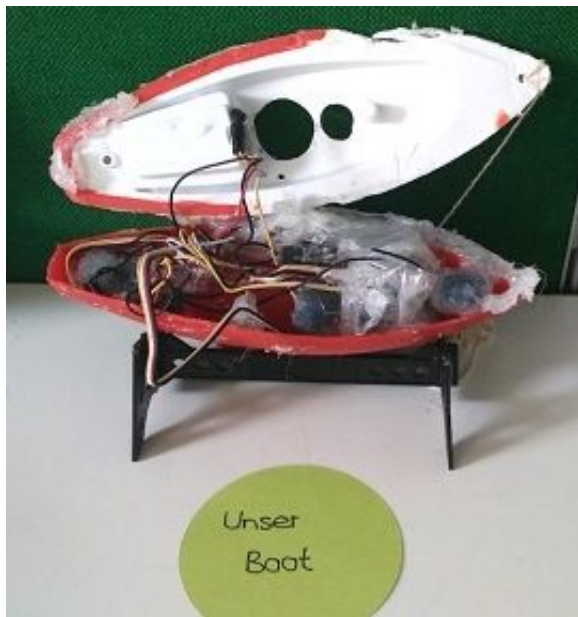
Wir füllten eine Wanne mit Wasser, setzten unsere Boot ins Wasser und beluden es Stück für Stück mit Gewichten, um heraus zu finden, wie viel Gewicht wir maximal zuladen konnten. Die maximale Zuladung betrug 270 g. Außerdem stellten wir fest, dass im Boot nicht viel Platz war. Wir benötigten also gutes Geschick beim Tetris-Spielen, wenn wir die gesamte Technik im Rumpf unterbringen wollten.



Schematischer Einbau unseres Bootes

Zusätzlich war es notwendig auch die Maße der Elektronik zu optimieren. Da unser Arduino™ Uno zu groß für unser Boot war, tauschten wir ihn gegen einen Arduino™ Nano aus. Natürlich mussten wir die Elektronik wasserdicht in un-

serem Boot verbauen, damit sie beim Kentern keinen Schaden nehmen konnte. Anschließend sollte alles wasserdicht verpackt werden, die Ideen reichten von Kunststoffbeuteln bis zum Vakuumieren. Für alle Bauteile, die dauerhaft eingepackt bleiben können, entschieden wir uns für Schmelzklebstoff. Das waren der Drucksensor, der AD-Wandler, der Arduino™ Nano und die meisten Kabel. Für alle anderen Dinge, wie die Batterie oder das Relay, verwendeten wir Kunststoffbeutel, die mit Schmelzklebstoff abgedichtet wurden. So konnten wir jederzeit an diese Bauteile kommen, wenn z. B. die Batterie ausgetauscht werden muss. Nachdem der Gasgenerator und das Backup System ihre endgültige Form hatten, konnten wir die finalen Plätze aller Bauteile festlegen. Endlich war es uns möglich, alles im Boot zu verbauen.



Unser Boot nach dem Einbau

Realtest

Der Realtest wurde am Dienstag der zweiten Woche im Schulteich durchgeführt. Bevor es zum Test ging, wurde das Boot zugeklebt. Ein kleines Loch haben wir frei gelassen, damit für unseren Test Wasser eindringen kann. Zur Sicherheit befestigten wir eine Schnur am Bootsrumpf, damit wir es im Notfall aus dem Wasser ziehen können. Mit einem Kescher bewaffnet und professionellen Kameralenten aus dem Fotografiekurs machten wir uns auf den Weg zum

Schulteich. Das Boot wurde zu Wasser gelassen und mit der Schnur in die Mitte des Teiches gezogen. Unser Boot sollte auch tief sinken können. Jedoch kippte es auf die Seite, da unsere Gewichtsverteilung doch nicht optimal war. Das Boot lief sehr langsam mit Wasser voll, die Deckoberkante ragte noch gut sichtbar aus dem Wasser. Jetzt erklang der Warn-Piepton und zehn Sekunden später zündete der Gasgenerator. Also wurde unser Rettungssystem durch den Bewegungssensor gestartet. Unser Airbag wurde aufgeblasen, aber der Airbag hielt der Hitze nicht stand, weil das Boot gekippt war und der Airbag direkt auf dem Gasgenerator auflag. Es stiegen Rauchwolken auf und der Airbag wurde undicht.



Unser ausgelöstes Rettungssystem beim Realtest

Ergebnisse

ELENA, NIKLAS

Technik

Der technische Teil des Rettungssystems besteht hauptsächlich aus drei Sensoren, einem Bewegungssensor, einem Wassersensor und einem Drucksensor, die an einem Arduino™ NANO angeschlossen sind. Dieser ist so programmiert, dass bei bestimmten Signalen der Sensoren eine Anzündpille auslöst.

Für den Bewegungssensor ist zusätzlich ein piepsender Lautsprecher angeschlossen. Hat der Sensor seit 30 Sekunden keine Bewegung wahrgenommen, fängt zuerst der Lautsprecher an zu piepen, bevor zehn Sekunden später der Gasgenerator entzündet wurde. Dies gibt dem Modellbauer Zeit zu reagieren.

Die Stromversorgung der gesamten Technik läuft über eine 9V-Batterie. Diese muss, wie al-

le anderen technischen Bausteine, wasserdicht verpackt werden. Das erreicht man mit Kunststofftüten und Schmelzklebstoff, mit dem sich vieles einfach abdichten ließ.

Auch das Modellboot, welches wir aufgeschnitten haben, um das Rettungssystem einzubauen, haben wir mit Schmelzklebstoff wieder wasserdicht verschlossen.

Chemie

Die von der Technik ausgelöste Anzündpille wird für die Anzündung des Gasgenerators benötigt. Das Backup System lässt, separat vom Gasgenerator, beim Eindringen von Wasser in das Boot ein Gasvolumen entstehen. Auch dieses ist groß genug, um das Boot zu tragen.

Im Gasgenerator dienen Kaliumnitrat und Saccharose als Treibstoffe. Das entstehende Gas mussten wir dann noch kühlen.

Als Airbag für unseren Gasgenerator entschieden wir uns für eine Rettungsdecke, welche von zwei Kunststofftüten umgeben ist. Diese mehrlagige Schicht verhindert, dass das Gas entweicht oder aufgrund seiner Hitze durch den Airbag zerstört.

Das Backup System besteht aus einer Säure-Base-Reaktion, die unter Zugabe von Wasser startet. Es wurden verschiedene Basen und Säuren getestet. Als bester Weg erwies sich die Mischung von Citronensäure mit Natriumhydrogencarbonat (Backpulver) – diese wurde in das Backup System eingebaut.

Die Schwierigkeit beim Bau des Backup Systems liegt darin, dass sich das wenige Wasser überall im Rohr gleichmäßig verteilen muss damit die Reaktion vollständig ablaufen kann. Dafür wurden verschiedene Versionen des Rohrs gebaut und getestet. Als am besten erwies sich ein Aufbau, in welchem am Rand des Rohrs Glaswolle ist, da diese das Wasser „hochzieht“ und gleichmäßig verteilt. Als Airbag dient dann eine normale Plastiktüte.

Realtest

Nachdem wir alle Technik eingebaut hatten, testeten wir das Rettungssystem im Schulteich. Davor hatten wir zum Fluten des Bootes ein

kleines Loch in die Bootswand gelötet und eine Schnur am Boot befestigt, damit es nicht davonschwimmen konnte.

Der Realtest war der Höhepunkt unserer Arbeit und zudem ein recht großes Ereignis. Selbstverständlich war der gesamte Chemie/Technik-Kurs anwesend, sowie die Akademieleitung, ein Teilnehmer des Fotografiekurses zur Dokumentation des Tests für unsere Abschlusspräsentation und ein Journalist einer Lokalzeitung.

Alle waren sehr gespannt, ob unser Rettungssystem wirklich funktionieren würde. Als wir das Boot ins Wasser ließen, gab es leider eine kleine Enttäuschung, denn wir mussten feststellen, dass das Modellboot nicht gerade schwamm, sondern kippte. Trotzdem gab es das Backup System das funktionierte und das Boot rettete.

Nachdem wir eine Weile gewartet hatten, hörten wir das Piepen des Lautsprechers. Daraufhin blähte sich der Airbag auf und teilweise trat Rauch aus. Das war natürlich weniger gut, da es bedeutete, dass der Airbag nicht dicht war bzw. der Hitze des Gases nicht standhalten konnte. Ein weiteres Problem war, dass das Rettungssystem von den Signalen des Bewegungssensors ausgelöst wurde, obwohl es noch gar nicht untergegangen war, sondern lediglich bewegungslos auf der Wasseroberfläche schwamm.

Das Backup-System jedoch wurde wie geplant ausgelöst, sodass der Test weitgehend so abgelaufen ist, wie wir uns das vorgestellt haben. Letztendlich wurde das Boot mit unserem Rettungssystem erfolgreich gerettet.

Ausblick

REBEKKA

Da wir beim Umbau des Modellbootes auf einige Schwierigkeiten stießen, möchten wir in den folgenden Punkten beschreiben, welche Verbesserungen wir uns noch vorstellen könnten. Diese wären allerdings alle mit einem größeren zeitlichen Umfang und mit kostenintensiveren Materialien verbunden, weshalb wir sie während der Kursarbeit nicht realisieren konnten.

Optimierung der Austrittsdüse

Insgesamt hätten wir die Austrittsdüse des Gasgenerators weiter anpassen können, da der Gips aufgrund des hohen Drucks teilweise in den Airbag gesprengt wurde. Mit einer größeren Austrittsdüse wäre der Druck innerhalb des Gasgenerators auf einen unkritischen Wert verringert worden.

Hitzebeständigeres Airbag-Material/ Schwerpunkt Boot

Mit einem mittig liegenden Schwerpunkt unseres Bootes hätte unsere Rettungsdecke als hitzebeständiges Airbag-Material völlig ausgereicht. Allerdings haben wir die seitliche Schiefelage beim Einbau der Technik in das Boot nicht beachtet, sodass der Abstand der Flamme zur Rettungsdecke nicht ausreichend war und ein Loch in unseren Airbag gebrannt wurde.

Anwendbarkeit des Bewegungssensors

Im Vorhinein sollte man den Bewegungssensor sorgfältiger auf seine Anwendbarkeit testen. Der Sensor schlug in unserem Real-Test schon bei gleichmäßigen Bewegungen aus, da dies als Stillstand des Bootes interpretiert wurde. Das Rettungssystem wurde also vor dem vollständigen Sinken des Bootes aktiviert und der Airbag vorschnell aufgeblasen. Bei einem weiteren Ausbau des Systems sollte der Sensor erneut getestet und eventuell durch Alternativen ausgetauscht werden.

Wiederverwendbarkeit verbessern

Ein Teilziel unseres Technik-Teams war die Wiederverwendbarkeit unseres Bootes. Hierbei war vorgesehen, dass der Gasgenerator nach dem Auslösen des Rettungssystems ohne größere Probleme ausgetauscht werden kann, was wahrscheinlich auch problemlos funktioniert hätte. Die Technik sollte natürlich ebenfalls erneut verwendet werden können. Hierfür wurde sie wasserdicht verpackt, jedoch wurde unser Arduino™ vermutlich durch das Eindringen des Wassers trotzdem beschädigt. Danach konnte er nicht wiederverwendet werden, da das Verhalten unseres Mikrocontrollers nicht mehr nachvollziehbar war.

Schlussfolgernd kann man sagen, dass es zwei sehr erfolgreiche und spannende Wochen waren. In einer größeren Zeitspanne und mit einem erweiterten Materialbestand hätte man unser Rettungssystem unter den oben genannten Aspekten weiter entwickeln und realisieren können.

Der Abschlusstag

Nachdem das Frühstück und das Plenum wie jeden Tag vorüber waren, übten wir unsere Abschluss-Präsentation, gaben uns gegenseitig hilfreiches Feedback, nahmen noch den letzten Feinschliff an der PowerPoint vor und gingen schließlich ein wenig nervös in die verlängerte Mittagspause.

Von da an hieß es: Konzentration bei der eigenen und Spaß bei den anderen Vorstellungen. Man konnte sich bei einer entspannten Atmosphäre ausgiebig über die Erfolge und Aussichten der Teilnehmer informieren, von denen niemand sehr aufgeregt wirkte, während wir selbst erklärten, wie wir unser Boot gerettet hatten. Dabei war das Niveau in allen Kursen bemerkenswert. Außerdem traf man in den Pausen Bekannte und Schulfreunde oder zeigte den neugierigen Eltern den Campus.

Nach diesem anstrengenden Tag freuten wir uns schließlich noch auf das reichhaltige Buffet und einen krönenden Abschlussabend.

Was wir sonst noch im Kurs gemacht haben

MAGNUS

Einfach zu beantworten: Essen!

Zu Beginn waren alle noch so zurückhaltend mit der Nervennahrung, dass Stefan sich beschwerte, wir würden von den Biologen gnadenlos übertroffen. Das konnten wir natürlich nicht auf uns sitzen lassen, sodass wir am Samstag unseren ganzen Vorrat leerknabberten, um dann sonntags festzustellen, dass leider kein Supermarkt offen hatte. Zu essen gab es alles: von Schoko-Bons bis hin zu purem Zucker.

Nun auf Wunsch unserer Kursleiter noch die Inhaltsstoffe einiger konsumierter „Nahrungsmittel“:

Schoko-Bons

Nährwert	pro 100 g
Eiweiß	8,6 g
Kohlenhydrate	51,7 g
davon Zucker	44,4 g
Fett	36,2 g
davon gesättigt:	0 g
Energie:	568,0 kcal / 2378,1 kJ



Tagesration

Dabei ist der Proteingehalt nicht zu vergessen, welcher essentiell für unseren Muskelaufbau während der zwei Wochen war.

Sportfest

HANNA

Mindestens Platz 4 sollte es werden. Das war Stefans Ziel für unseren Kurs beim Sportfest. Um diese Platzierung zu erreichen, wurden wir am Tag vor dem Wettkampf durch unsere Schülermentorin Maria optimal auf die von ihr anvisierten Disziplinen 100 m-Sprint, Hoch- und Weitsprung, Kugelstoßen, Liegestütze-Wettbewerb sowie Staffellauf vorbereitet. Des Weiteren sollten wir uns einen – unseren Kurs repräsentierenden – Spruch ausdenken, der in seiner endgültigen Fassung dann „Ihr geht unter und seht rot – wir sind gerettet in unserem Boot! (Wen retten wir? – Nur die im Boot!)“ lautete und neben den sportlichen Disziplinen ebenfalls in die Bewertung einfließen sollte. Am Tag des Wettkampfes gab es auf Seiten der Kursteilnehmer gewisse Zweifel, was die Ernsthaftigkeit der Disziplinen anging; es ging das Gerücht herum,

dass es sich bei diesen angeblich nur um „Teebeutelweitwurf“ und Ähnliches handeln sollte. Diese Zweifel wurden jedoch sehr schnell durch unsere Kursleiter und unsere Schülermentorin ausgeräumt, die uns versicherten, dass diese Gerüchte uns lediglich verunsichern sollten. Von dieser Erklärung überzeugt starteten wir am Nachmittag in den Wettkampf. Zunächst waren wir doch noch für einen Moment überrascht, dass Maria, Stefan und Bernhard es geschafft hatten, uns hereinzulegen. Trotzdem gaben wir beim Papierfliegerweitwurf und all den anderen Aufgaben unser Bestes, vor allem, da unsere Schülermentorin uns mithilfe von Gummibärchen zu Höchstleistungen antrieb. Doch diese Bemühungen schienen nicht ausgereicht zu haben, um unseren Ansprüchen gerecht zu werden: Beim Bergfest mussten wir erfahren, dass wir beim Wikingerschiff sensationell abgeschlossen haben (beim Rest nicht so). Dadurch ließen wir uns allerdings nicht den Abend verderben, zumal wir ja – wie wir immer wieder betonten – nicht den letzten Platz belegt hatten, ein Erfolg, der selbstverständlich den Rest des Abends gefeiert werden musste. Das Sportfest brachte uns letzten Endes nicht nur eine Urkunde und einen Preis in Form einer Tüte Chips, sondern auch einen stolze Schülermentorin ein.

Fazit

ADRIAN

Technikgruppe

Bei der Technikgruppe waren schnelle Fortschritte möglich, weil die Arbeitseinteilung anhand vorheriger Fachkenntnisse bestimmt wurde. Anschließend machten wir uns Gedanken über den Aufbau des Programms und die Verwendung verschiedener Sensoren. Wir lernten, dass man erst eine Grundidee braucht, um ein vernünftiges Ergebnis erzielen zu können. Trotz einiger Probleme mit dem Drucksensor schafften wir es, die Programmierung rechtzeitig fertig zu stellen.

So kam es dazu, dass wir vor der Chemiegruppe fertig waren und die Aufgabe übertragen bekamen, die technische mit der chemischen

Einheit zu verbinden. Dies gelang uns hervorragend, sodass wir ein fertiges Rettungssystem hatten, welches sich im Realtest bewährte.

Chemiegruppe

Es gelang uns schnell voranzukommen, da sich jedes der drei Teams auf die Arbeit im Einzelnen konzentrieren konnte.

Daraufhin begannen wir mit den Treibsatzuntersuchungen, die im Labor stets sauber durchgeführt wurden. Als das Natriumhydrogencarbonat ausging, fanden wir schnell eine Lösung und nahmen stattdessen Backpulver. Dadurch lernten wir, dass Kreativität ein guter Helfer in der Not sein kann.

Auch bei den Versuchen mit Brennstoffen und Oxidatoren durfte die Ordnung und die Sicherheit am Arbeitsplatz nicht vernachlässigt werden, aber zum Glück hatte Stefan immer ein Auge darauf, damit Fehler keine schlimmen Auswirkungen haben konnten. Mit der Zeit wurde auch immer mehr von unserer Seite aus darauf geachtet.

Gruppenarbeit und der Tagesplan der Akademie

Am Anfang sollten wir unsere Arbeit mithilfe eines Wochenplans selbst einteilen, doch wir merkten schon nach einigen Tagen, dass dieser überarbeitet werden musste. Mit der Zeit erwies sich unsere Organisation als sehr nützlich und half, unsere Effizienz zu steigern. Sicherlich ist das für den ein- oder anderen auch eine Option für die Alltagsplanung.

Zuerst gab es noch Probleme mit der gruppenübergreifenden Kommunikation, doch die darauf folgenden Meetings verliefen viel besser, da unsere Kursleiter und unsere Mentorin zeigten, wie solch ein Gruppenmeeting abläuft. Man konnte merken, wie sich alle in den zwei Wochen positiv entwickelten. Vermutlich war es für uns alle eine Wissensbereicherung und ein kleiner Einblick in den Alltag eines Wissenschaftlers. Methoden bei der Arbeit, wie Organisation, Absprache und Arbeitsaufteilung, können wir bestimmt auch im weiteren Leben verwenden.

Schlussendlich kann man sagen, dass die Gewichtung von Kurs und KüA gut verteilt war und uns somit ermöglicht wurde, die Zeit im Kurs über konzentriert zu arbeiten und eine gewisse Work-Life-Balance die zwei Wochen lang beizubehalten. Dadurch wurde uns ein Beispiel aufgezeigt, wie Stress und viel Arbeit gut kompensiert werden können.

Danksagung

ELENA

All jenen, die unser Projekt möglich gemacht haben, wollen wir danken:

- Den Deutschen JuniorAkademien, die uns ermöglicht haben, zwei bereichernde Wochen bei der JuniorAkademie Adelsheim zu erleben.
- Dem Landesschulzentrum für Umwelterziehung für die Bereitstellung der Räumlichkeiten.
- Der Akademieleitung, die wir des Öfteren wegen Fragen bezüglich Materialien oder anderen Problemen aufgesucht haben, für ihre Geduld.
- Unseren Kursleitern Stefan und Bernhard, die uns phänomenal betreut und unterstützt, uns jede Menge beigebracht und außerdem für unser leibliches Wohl gesorgt haben.
- Unserer Schülermentorin Maria, die uns beim Sportfest fleißig angefeuert hat und im Kurs mit ihrer fröhlichen Art immer an unserer Seite war.
- Dem Fraunhofer Institut ICT für die Materialien.
- Dem Fotografiekurs, der uns bei Bedarf immer jemanden mit einer Kamera geschickt hat, für die tollen Aufnahmen.
- Henry für die Rettungsdecke, die bei unserem Airbag eine große Hilfe war.

Kurs 3 – Informatik/Kryptographie



Vorwort

ANTONIA MÜNCHENBACH, KEVIN
SOMMER, MICHAEL KRÜGER

(EBG13) Zna zhff fpuba rva tnam orfbaqrere
whatre Zrafpu frva, jraa zna zruerer Jbpura
qre rvtrara Servmrvq qnmh irejraqrg, fvpu zvg
xbzcykra grpuavfpura haq jvffrapunsgyvpura
Vaunygra mh orsnffra. Jrvgreuva jheqr ivry
Fcbeg trznpuq, zhfvnvreg, (zvg Erab) tronpxra
haq abpu Ivryrf zrue. Jve serhra haf üore rvara
resbytervpura Xhef haq ceäfragvrera fgbym
qrffra Retroavffr.

Einleitung und Kursziel

HENRY WACKER

Immer mehr Menschen nutzen für das Versenden von Nachrichten das Internet. Doch Vielen ist dabei nicht bewusst, dass die gesendeten Nachrichten nicht direkt zum Empfänger übermittelt werden, sondern zuerst

sehr viele verschiedene Stationen passieren müssen (siehe Abbildung 1). Jede dieser Stationen ist theoretisch dazu imstande, die gesendeten Nachrichten abzufangen. Damit die Kommunikation sicher und privat ist, dürfen diese Zwischenstationen nicht in der Lage sein, die Nachrichten zu lesen.

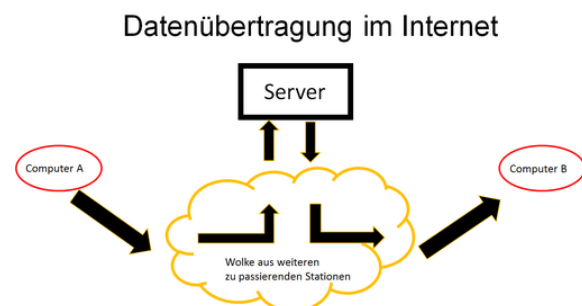


Abbildung 1: Datenübertragung im Internet

Wir, der Informatikkurs der Science Academy 2018, haben uns ausgiebig mit dem Problem der Verschlüsselung beschäftigt. Die Wissenschaft der Verschlüsselung von Informationen

nennt man Kryptographie. Unser Ziel war es, eine Chatanwendung im Web-Browser zu programmieren, bei der unsere gesendeten Nachrichten so verschlüsselt werden, dass Dritte die Nachrichten nicht mitlesen können. Am Anfang mussten wir uns überlegen, welche Eigenschaften unsere Website besitzen sollte. Schließlich einigten wir uns auf eine Chatanwendung, bei der man sich auf einer Website registrieren, andere Benutzer suchen und vor allem auch mit ihnen schreiben können sollte.

Um dies zu erreichen, haben wir uns des Öfteren in zwei Gruppen aufgeteilt. Die eine Gruppe befasste sich hauptsächlich mit den Programmiersprachen hinter unserer Website und dem Design. Die andere Gruppe beschäftigte sich mit komplizierter Mathematik, um für ausreichend Sicherheit beim Chatten zu sorgen.



Die Sorgen, die manche anfangs wegen der unterschiedlichen Vorkenntnisse hatten, waren im Endeffekt völlig unbegründet. Natürlich gab es hin und wieder einige Schwierigkeiten, wenn man etwas nicht verstand oder ein kleiner Fehler im Programmiercode das ganze Programm aussetzen lies. Aber es entstand ein gutes Team, das ein tolles Ergebnis erzielte, welches wir im Folgenden vorstellen werden.

Unser Kurs

Aileen ist eine stets gut gelaunte, motivierte Programmiererin. Bei Problemen gibt sie nie auf und arbeitet ständig weiter. Zu-

dem hat sie ein sehr interessantes Hobby: Sie lernt π auswendig. Derzeit (13.10.2018) kann sie die ersten 606 Nachkommastellen von π . Ihr Hobby ist sehr ansteckend, inzwischen können mehrere Teilnehmer der Akademie mehr als 50 Nachkommastellen der Kreiszahl aufzählen.

Charlotte hilft uns oft bei den mathematischen Algorithmen und hat immer den Durchblick beim Mathe-Teil. Mit ihrer freundlichen Art trägt sie positiv zum Kursklima bei. Auch bei der Vorbereitung zur Rotations- und Abschlusspräsentation hat sie sich viel Mühe gegeben, z. B. bei Inhalt und Gestaltung der Plakate.

Aber nicht nur im mathematischen Teil findet sich Charlotte schnell zurecht. Auch beim Programmieren nimmt sie alle neuen Informationen sofort auf und setzt diese in praxisbezogenen Aufgaben um.

Helene ist eine tatkräftige Programmiererin und brachte entscheidende Ideen ein, die uns schließlich zum Ziel führten. Neben dem Programmieren bleibt aber auch immer noch Zeit zum Scherzen übrig. Aufgeweckt und immer anwesend folgte sie Kevins und Michaels Ausführungen, sodass sie einiges an Wissen mitnehmen konnte. Kleinere Scherze über ihren Namen nahm Helena mit Humor und konnte darüber lachen. So war sie eine unersetzliche Teilnehmerin in unserem Kurs.

Henry sorgt für ein gutes Klima im Kurs, da er immer einen Witz auf Lager hat, für jeden Spaß zu haben ist und gerne Schnellschreibtests absolviert. Außerdem war er so ambitioniert, dass er während der Kurszeit eine Website, die sogenannte „Läbens Website“, mit Jannis erstellte. Um das „Läbensgefühl“ perfekt zu machen, war er einer der zwei Gründer der sogenannten „Läbensgruppe“.

Jannis, der zweite Gründer der „Läbensgruppe“, hat von Anfang an zu allem einen guten Spruch parat. Obwohl er zunächst dachte, er wolle mehr programmieren, erkannte er schnell, wie ihn die Mathematik hinter unserer Website fesselt. Er wurde zu einem wichtigen Mathematiker unseres Kurses. Des Weiteren präsentiert er wie

kein Zweiter, und man kann in diesem Bereich viel von ihm lernen. Er unterhält seine Mitmenschen immer mit seiner lustigen Art und alles, auch in der Freizeit außerhalb des Kurses, machte mit ihm Spaß. Der einzige Ort, an dem er keinen Spaß verstand, war die Mensa.

Jascha ist uns allen eine sehr große Hilfe. Vor allen unseren Kursleitern, wenn es darum ging, das Whiteboard zu putzen. Er hat uns aber auch oft geholfen und uns mit seinem Wissen zum Staunen gebracht. Wegen seines fehlenden Namensschilds hat er den Spitznamen „Dr. Doofenschmerz“ bekommen, und wegen seiner verrückten Hobby-Projekte, wie beispielsweise Schuhe, mit denen er an der Decke laufen kann, wurde er zu unserem „verrückten Wissenschaftler“. Außerhalb des Kurses wurde er am meisten bei der Tischtennisplatte gesehen oder wie er in seinem Zimmer an weiteren Projekten arbeitete. Auch beim Sportfest war er eine große Hilfe für unser Team.

Lena ist sowohl in der Mathegruppe als auch in der Programmiergruppe mit guten Ideen und viel Engagement dabei. Wenn jemand Hilfe braucht, kann man sich immer auf sie verlassen. Auch außerhalb des Kurses war Lena sehr ambitioniert. So hat sie jeden Mittag im Orchester Trompete gespielt und war beim Sportfest die Beste im Teebeutelweitwurf.

Leontine sorgt mit ihrer offenen und fröhlichen Art stets für eine positive Atmosphäre. Egal ob beim Programmieren, in der Mathegruppe oder bei der Präsentationsvorbereitung – überall war sie mit großem Interesse und Einsatz dabei. Doch mit mindestens genauso großem Eifer verbrachte sie die meiste Freizeit mit den Proben für die Musik-KüA, was sich, wie wir beim Hausmusikabend alle feststellen durften, wirklich gelohnt hat.

Máté arbeitet konstruktiv am Kursthema und erklärte erfolgreich den Matheteil bei der Präsentation. Außerdem ist er der Meister im Browser „T-Rex Game“. Obwohl er beim Sportfest ins „giftige Wasser“ trat und starb, konnte er unsere Gruppe ansonsten immer mit guten Ideen voranbringen.

Moritz ist ein begabter Mathematiker, und mit seinen mathematischen Fähigkeiten glänzte er im Kurs des Öfteren. Aber er zeigt sich auch sehr geschickt im Umgang mit PowerPoint, sodass er unsere Abschlusspräsentation um eine Animation erweitern konnte. Auch bringt er in Diskussionen immer gewinnbringend seine Meinungen und Ideen ein.

Salome kann toll programmieren. Doch besonders in den Pausen ist sie bei lustigen Dingen immer dabei. So war es kein Wunder, dass ihr Namensschild schon beim Eröffnungswochenende in den Brunnen fiel. Auch bei dem Sportfest kamen wir durch ihren Einsatz fast alle sicher ans andere Ufer, obwohl sie den für sie viel zu schweren Hammer kurzerhand ins Wasser warf. Am Abschlussabend durften wir alle feststellen, dass wir mit ihr ein großes Theatertalent im Kurs hatten.

Simon ist stets ein sehr aufmerksamer Teilnehmer, was so manchen Fehler in seinem Keim erstickt. Braucht man bei der Umsetzung der mathematischen Theorie einen guten Programmierer, war Simon immer bereit, sein Wissen zu teilen und auszuhelfen, wo seine Hilfe benötigt wurde. Des Weiteren zeichnet ihn seine ruhige Art und die Bereitschaft aus, auf Kompromisse einzugehen. Doch er saß nicht den ganzen Tag hinter dem Schreibtisch und programmierte, nein, er ist ein leidenschaftlicher Basketballer, der gefühlt jeden Tag den selben Basketball-Pulli trägt.

Antonia ist eine äußerst enthusiastische und immer fröhliche Schülermentorin, der man ansehen konnte, dass sie gerne bei der Akademie dabei war. Sie hat uns jede Kurspause mit ihren heißgeliebten Kinderliedern und -spielen beschäftigt, obwohl ihre Begeisterung nicht immer hundertprozentig geteilt wurde. Auch wenn sie beim Sportfest Angst hatte, dass wir sie mitsamt dem „laufendem A“ fallen lassen, war sie immer für einen Spaß zu haben.

Kevin ist nicht nur ein leidenschaftlicher Informatiker, sondern auch Tänzer, der uns immer mit Süßigkeiten versorgte. Aufop-

ferungsvoll versuchte er, uns die Grundlagen der Informatik beizubringen und beteuerte oftmals, wie wichtig eine richtige Formatierung sei. Schlussendlich hat er uns das Programmieren trotz mancher schwieriger Themen erfolgreich beigebracht, und wir können uns jetzt stolz „Amateur-Programmierer“ nennen.

Michael hat die Fähigkeit, jedes noch so langweilige Thema durch unterschiedlichste, teils verrückte Ideen spannend zu machen. Als unser mathematik-spezialisierter Kursleiter wurden wir sowohl mit Informationen, als auch mit „Memes“ und sehr speziellen Gesängen versorgt. Seine große Leidenschaft ist sein Elektroauto.



Kryptographische Grundlagen

SALOME GROTE, AILEEN STRODA

Kryptographie ist die Wissenschaft der verborgenen Übermittlung. Heute befasst sie sich auch mit Themen wie Informationssicherheit.

Klassische Kryptographie

Um die Kryptographie kennenzulernen, haben wir uns erst einmal mit klassischen Verschlüsselungstechniken wie z. B. der Cäsar-Chiffre und der Vigènère-Verschlüsselung beschäftigt

Cäsar-Chiffre

Die Cäsar-Chiffre oder auch Cäsar-Scheibe (siehe Abbildung 2) wurde von Julius Cäsar, zur Zeit der Römer, im militärischen Bereich zur Nachrichtenübermittlung genutzt. Sie basiert

auf einem einfachen Prinzip, bei dem das Alphabet um eine beliebige Anzahl von x Buchstaben verschoben wird.

Dabei werden zwei Scheiben genutzt, von denen eine verdreht werden kann, sodass bei der Verschiebung um einen Buchstaben aus einem A ein B wird und bei einer Verschiebung um 2 Buchstaben aus einem A ein C wird. Um einen Buchstaben zu verschlüsseln, schaut man, wo er auf der äußeren Scheibe steht, und liest dann den zugehörigen Buchstaben auf der inneren Scheibe ab.

Beispiel: Wenn das Alphabet um 13 Zeichen verschoben wird, wird $A = N$. Bei dem Klartext „hallo“ ergibt sich folglich „unyyb“.

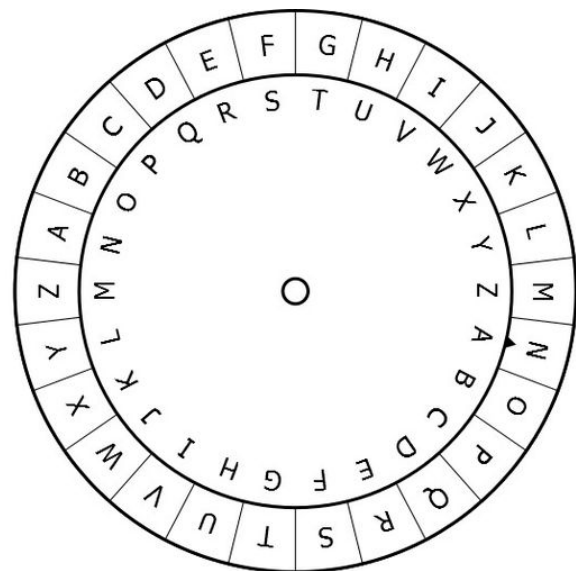


Abbildung 2: Cäsarscheibe

Nachdem aber das Prinzip hinter der Verschlüsselung durchschaut wurde, war sie aufgrund der 26 Buchstaben im Alphabet und den somit nur 25 Möglichkeiten der Verschlüsselung sehr leicht zu knacken.

Vigènère-Verschlüsselung

Etwas sicherer ist die Vigènère-Verschlüsselung. Sie ist eine Erweiterung der Cäsar-Verschlüsselung. Eine Buchstabenfolge bildet den Schlüssel, und so wird nicht jeder Buchstabe mit der gleichen Verschiebung verschlüsselt. Beispielsweise könnte man den ersten Buchstaben um 6 verschieben, den zweiten um 20, den dritten um 19, den vierten wieder um 6 und so weiter.

Beispiel: Das Wort „Schloss“ wird mit dem Schlüssel „gut“ verschlüsselt. Hierbei werden die Buchstaben von „gut“ immer wieder verwendet, bis jedem Buchstaben des Klartextes ein Buchstabe des Schlüsselwortes zugeordnet ist. Nun zählt man, an welcher Stelle im Alphabet das „g“ von „gut“ steht. In diesem Fall befindet es sich an der siebten Stelle im Alphabet. Nun verschiebt man das Alphabet für den ersten Buchstaben um 6 Stellen und kann dann den verschlüsselten Buchstaben ablesen.

Klartext	S	c	h	l	o	s	s
Verschiebung	g	u	t	g	u	t	g
Chiffre	Y	w	a	r	i	l	y

Beispiel einer Vigenère-Verschlüsselung

Knacken einfacher Verschlüsselungen

Zum Knacken der beiden Verschlüsselungsmethoden wurde ein Verfahren entwickelt, das heute noch eingesetzt wird und mit dem Computer einen Text in Sekundenbruchteilen entschlüsseln können: Die Buchstabenhäufigkeitsanalyse. In einem Text wird untersucht, wie häufig jeder Buchstabe vorkommt. Diese Buchstabenhäufigkeiten wird dann mit der Buchstabenhäufigkeit im Klartextalphabet verglichen.

Buchstabe	Häufigkeit
e	17,40 %
n	9,78 %
i	7,55 %
s	7,27 %
r	7,00 %
a	6,51 %
t	6,51 %

Häufigste Buchstaben im deutschen Sprachgebrauch

Wenn in einem mit der Cäsar-Verschlüsselung verschlüsselten Text der Buchstabe H am häufigsten vorkommt, so kann man davon ausgehen, dass er dem E entspricht, da das E der häufigste Buchstabe im deutschen Sprachgebrauch ist. Um von E zum H zu kommen, muss man das Alphabet um drei Buchstaben verschieben.

Somit kann man jetzt jeden Buchstaben des verschlüsselten Textes um drei Buchstaben zurück verschieben und man hätte den gesamten Text entschlüsselt.

Am Besten funktioniert die Buchstabenhäufigkeitsanalyse mit einem langen Text, da dann die häufigen Buchstaben besser erkennbar und ihre Häufigkeit in Prozent deutlicher ist. Die Vigenère-Verschlüsselung ist an diesem Punkt sicherer, da sie die Häufigkeiten im Text verschleiert. Dennoch gibt es erweiterte Algorithmen, mit denen die Vigenère-Verschlüsselung einfach zu knacken ist.

Symmetrische und Asymmetrische Kryptographie

Die Cäsar- und Vigenère-Verschlüsselung sind Beispiele für die symmetrische Kryptographie. Bei der symmetrischen Kryptographie hat man nur einen Schlüssel, mit dem man den Text ver- und entschlüsseln kann.

Vorteil:

⇒ in der Regel schneller als asymmetrische Verschlüsselungen

Nachteile:

⇒ Schlüsselaustausch notwendig, sodass Dritte ihn abfangen könnten

⇒ Für vollständige Sicherheit muss pro Nachricht ein neuer langer Schlüssel ausgetauscht werden (One-Time-Pad)

Das Gegenstück dazu ist die asymmetrische Verschlüsselung. Jede Person hat zwei Schlüssel: einen öffentlichen Schlüssel zum Verschlüsseln und einen privaten Schlüssel zum Entschlüsseln. Eine Nachricht, die mit dem öffentlichen Schlüssel des Empfängers verschlüsselt wird, kann nur mit dem zugehörigen privaten Schlüssel entschlüsselt werden und umgekehrt (siehe Abbildung 3).

Wenn also eine Person A und eine Person B mithilfe einer asymmetrischen Verschlüsselung in Kontakt treten wollen, dann verschlüsselt Person A ihre Nachricht mit dem öffentlichen Schlüssel von Person B und schickt sie dann an diese. Wenn Person B die verschlüsselte Nachricht empfängt, kann sie diese nur mit ihrem eigenen privaten Schlüssel wieder entschlüsseln.

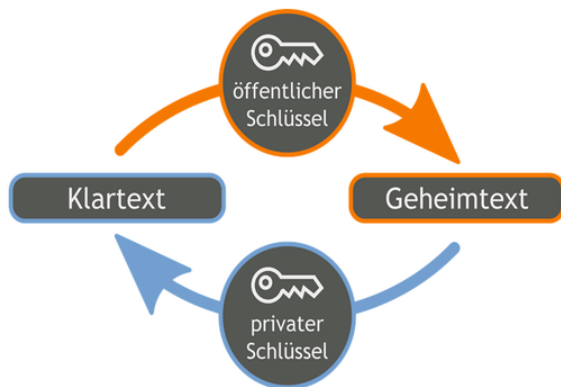


Abbildung 3: Asymmetrische Kryptographie

Vorteile:

- ⇒ bei ausreichender Schlüssellänge sicher
- ⇒ nur ein Schlüsselpaar pro Person nötig

Nachteil:

- ⇒ im Verhältnis langsamer als die symmetrische Kryptographie

Transportverschlüsselung

In unserem Kurs haben wir uns neben der Ende-zu-Ende-Verschlüsselung, die sicherstellt, dass unsere Nachrichten nur vom Chatpartner gelesen werden können, zusätzlich auch mit der Transportverschlüsselung beschäftigt. Die Transportverschlüsselung garantiert dem Benutzer, dass seine Daten ausschließlich vom Chatserver gelesen werden können. Sie sichert also die Informationen vor dem Abfangen oder Manipulieren durch Dritte.

Programmiergrundlagen

MORITZ KLETT, HENRY WACKER,
MÁTÉ MAKSZI

Um unsere Chatanwendung zu programmieren, benötigen wir jedoch nicht nur kryptographische Kenntnisse, sondern auch das passende Handwerkszeug. So mussten wir zusätzlich zu den kryptographischen Grundlagen auch noch Programmier- und Skriptsprachen erlernen, mit denen wir unsere Chatanwendung verwirklichen konnten. Da der Computer nicht mitdenkt, müssen die Befehle an den Computer eindeutig sein.

HTML

Eine dieser Sprachen ist HTML (Hypertext Markup Language), mit der sich die Struktur einer Webseite erstellen lässt. Sie ermöglicht zum Beispiel das Schreiben eines Textes oder einer Überschrift. Aber auch Buttons und Textfelder lassen sich hiermit erstellen.

Die Oberfläche in Abbildung 4 wird mittels folgendem HTML-Text programmiert:

```

Zahl 1 = <input [(ngModel)]= "Zahl 1"
          type= "number"/> <br>
Zahl 2 = <input [(ngModel)]= "Zahl 2"
          type= "number"/> <br>
<button (click) = "berechne()">
  berechne Summe</button>
Ergebnis= {{ergebnis}}
  
```

Abbildung 4: Ein mit HTML erstelltes Formular

CSS

Eine weitere Sprache, die wir im Laufe des Kurses kennengelernt haben, ist CSS (Cascading Style Sheets). Diese Stylesheet-Sprache ist für das Design der Webseite zuständig. So lässt sich mit ihr die Farbe oder Schriftgröße eines Textes ändern und wie gewünscht anpassen. Außerdem kann man die Hintergrundfarbe und den Abstand zum Rand und die Position der einzelnen Elemente auf der Webseite festlegen.

All diese Funktionen erleichtern die Programmierarbeit, da man durch CSS die Darstellungsformen von dem Inhalt trennen kann. So wird der gesamte Code übersichtlicher. Außerdem muss man zu Beginn den Code in CSS nur einmal in HTML einbinden. Dadurch kann man

auch nachträglich ganz einfach das Layout verändern.

Für einen grünen Button und eine weiße Schrift, wie in Abbildung 5, ist dieser CSS-Code nötig:

```
button {
  background-color: green;
  color: white;
}
```

Abbildung 5: Das vorherige HTML Formular mit CSS verschönert

Durch den Gebrauch von CSS wird aus einer langweilig aussehenden eine schönere Webseite. Um nicht das ganze Design für unsere Seite selbst erstellen zu müssen, haben wir hierfür ein Framework namens Bootstrap eingesetzt. Dieses beinhaltet einige Grundeinstellungen wie Schriftarten und Anordnungsmöglichkeiten für Webseiten.

Im folgenden Code werden die drei Buttons als „Button“ definiert und benannt. Die Designvorlage dafür ist komplett in Bootstrap enthalten, sodass eine einheitliche „Designsprache“ wie in Abbildung 6 erkennbar wird.

```
<button type="button" class="btn btn-primary">Primary</button>
<button type="button" class="btn btn-secondary">Secondary</button>
<button type="button" class="btn btn-success">Success</button>
```

Mit HTML und CSS lassen sich nun statische Webseiten umsetzen, jedoch ist die Webseite nach wie vor noch ohne Funktion.

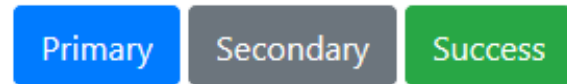


Abbildung 6: Verschiedene Button-Typen von Bootstrap

TypeScript

Um Funktionalität in unsere Chatanwendung einzubauen, mussten wir eine weitere Programmiersprache erlernen: TypeScript, eine von Microsoft entwickelte Programmiersprache, die auf Javascript basiert. Mit TypeScript ist es uns möglich, die Funktionalität unserer Website zu gewährleisten. Dabei benutzt man unter anderem Variablen und Funktionen. Mit Variablen ordnet man einem Wort eine bestimmte Zahl zu.

```
let ScienceAcademyTeilnehmer = 72;
```

Dies ist vor allem nützlich, wenn man einen Fehler gemacht hat. Hätte man nun in viele Befehlen immer 71 geschrieben, müsste man alle durchgehen und jede 71 in 72 ändern. Durch die Variable kann man jedoch nur diese eine definierte Zahl zu einer 72 ändern und jeder Befehl nimmt diese Änderung wahr.

Die Funktionen bringen, wie der Name schon sagt, Funktionalität ins Spiel. Ein Button, der vorher nur schön aussah, kann nun benutzt werden, um beispielsweise zwei Zahlen zu addieren.

So könnte eine Funktion zu diesem Beispiel aussehen:

```
berechne() {
  this.ergebnis = this.Zahl1 + this.Zahl2;
}
```

Dieser Term wird berechnet, sobald im HTML-Formular Zahl 1 und 2 definiert werden und der Button gedrückt wird.

Mit diesen drei Programmiersprachen kann man nun eine Webanwendung programmieren.

ASCII, Unicode, TextZuZahl

Da wir später unsere Textnachrichten verschlüsseln wollen und unsere Verschlüsselungsmethode nur mit Zahlen funktioniert, benötigen wir

einen Code, der jedes Zeichen in eine Zahlenfolge umwandelt. Der bekannteste Computer-Code ist ASCII (American Standard Code for Information Interchange), der jedem Zeichen eine Zahl zuordnet.

Zeichen	Zahl	Zeichen	Zahl
A	65	a	97
B	66	b	98
C	67	c	99
D	68	d	100
E	69	e	101
F	70	f	102
G	71	g	103

Ausschnitt aus der ASCII-Tabelle

Der Computer arbeitet im Binärsystem, das heißt nur mit Nullen und Einsen. Bei dem ASCII-Code wird jedem Buchstaben eine 7-stellige Ziffernfolge aus Binärzahlen zugeordnet. Deshalb gibt es 2^7 , also 128 verschiedene Ziffernfolgen und damit können 128 verschiedene Zeichen dargestellt werden. Mit der Erweiterung ISO-8859-1 können doppelt so viele Zeichen, also 256 Stück, dargestellt werden. Da diese aber nicht immer reichen, werden andere Codes wie zum Beispiel Unicode verwendet.

In Unicode sind neben Buchstaben und Zahlen auch Umlaute, Emojis und alle weiteren bekannten Zeichen hinterlegt. Dafür werden deutlich mehr als 7 bzw. 8 Bit Speicherplatz benötigt.

Zeichen	Zahl
😊	128515
😞	9786
😓	128521
🙈	128584
ポ	12509
ä	228
ö	246
ü	252

Ausschnitt aus der Unicode-Tabelle

Um einen ganzen Text in Zahlen zu übersetzen, reiht der Computer die Zahlen aus der Code-Tabelle aneinander. Die selbstprogrammierte Funktion „TextZuZahl“ wandelt die einzelnen Zahlenwerte der verschiedenen Zeichen eines ganzen Textes in eine einzelne große Zahl,

die wir mit unseren Verschlüsselungsverfahren RSA verschlüsseln können. Der rechtmäßige Empfänger kann mit der Gegenfunktion „ZahlZuText“ die große Zahl wieder in einen Text wandeln.

```
textZuZahl(text: string): BigInteger {
    // Umwandeln der Nachricht Text in Zahl
    let summe: BigInteger = bigInt(0);
    const textBytes = toUTF8Array(text);
    for (let i = 0; i < textBytes.length; i++) {
        // Zahlenwert an aktueller Stelle holen
        const zeichen = bigInt(textBytes[i]);
        // Zahlenwert mit Wertigkeit der aktuellen
        // Stelle multiplizieren
        const zwischenergebnis = zeichen.multiply(
            bigInt(2).pow(
                (textBytes.length - 1 - i) * 8));
        // Zwischenergebnis zur Summe hinzufügen
        summe = summe.add(zwischenergebnis);
    }
    return summe;
}
```

Tools und Frameworks

Um nicht alle Komponenten in unserer Chatanwendung selbst programmieren zu müssen, haben wir ein Webframework namens Angular verwendet, das uns einige grundlegende Aufgaben abnimmt, wie zum Beispiel die Kommunikation mit unserem Chatserver, und uns eventuell schon vorgefertigte Programmteile zur Verfügung stellt. Angular ist ein Open-Source-Framework, das von Google entwickelt und kostenlos zur Verfügung gestellt wird.

Zum Programmieren unserer Chatanwendung haben wir die Open-Source-Software Visual Studio Code (siehe Abbildung 7) von Microsoft genutzt. Diese ist sehr gut geeignet, um Webseiten zu programmieren und auf dem eigenen Laptop zu testen.

Mathematische Grundlagen

LENA STÄBLE, CHARLOTTE BANDKE,
LEONTINE FRANZ, JANNIS WELSCHKE,
SIMON WESSEL

Bevor wir mit Verschlüsselungen arbeiten konnten, mussten wir uns zunächst mit einigen ma-

thematischen Grundlagen beschäftigen. Um die RSA-Verschlüsselung zu verstehen, mit der wir uns hauptsächlich beschäftigen haben, brauchen wir beispielsweise die Modulo-Rechnung sowie Primzahlen.



Abbildung 7: Visual Studio Code

Modulo-Rechnung

Die Modulo-Rechnung ist prinzipiell erweitertes Divisionsrechnen mit Rest, mit dem besonderen Merkmal, dass allein der Rest, der beim Teilen übrig bleibt, im Fokus liegt. Als Ergebnis schreibt man nur den Rest und den Teiler. Der Teiler wird bei einer Modulo Rechnung als Modulus bezeichnet und wird im Ergebnis mit „mod Teiler“ angegeben.

Beispiel: Die Rechnung lautet 72 geteilt durch 7. Das Ergebnis mit Rest lautet also 10 Rest 2. Man schreibt daher $72 \equiv 2 \pmod{7}$. Dies wird so ausgesprochen: „72 ist kongruent zu 2 Modulo 7“

Schnelle Exponentiation

Bei großen Zahlen dauert das Potenzieren sehr lange. Deshalb rechnet unser Programm mithilfe einer Technik namens „schnelle Exponentiation“. Hierbei wird die Potenz zerlegt. Eine Zahl a mit einer großen Zahl zu potenzieren dauert sonst sehr lange. Für das Beispiel nehmen wir die vergleichsweise kleine Zahl 400 und sehen bereits hier deutliche Unterschiede in der Rechenzeit.

Normales Potenzieren: $x^{400} = x \cdot x \cdot x \cdot x \cdot \dots$ (400 Rechenschritte)

Schnelle Exponentiation: Zunächst berechnet man x hoch alle 2-er-Potenzen, die relevant sind:

$$x^2 = x^1 \cdot x^1$$

$$x^4 = x^2 \cdot x^2$$

$$x^8 = x^4 \cdot x^4$$

$$x^{16} = x^8 \cdot x^8$$

$$x^{32} = x^{16} \cdot x^{16}$$

$$x^{64} = x^{32} \cdot x^{32}$$

$$x^{128} = x^{64} \cdot x^{64}$$

$$x^{256} = x^{128} \cdot x^{128}$$

Danach kombiniert man die korrekte Potenz aus den errechneten Zwischenwerten: $x^{400} = x^{256} \cdot x^{128} \cdot x^{16}$. Hier waren es insgesamt statt 400 Schritten nur 10 Schritte.

Wenn man statt x^{400} etwa $x^{1000000000}$ betrachtet, bemerkt man den riesigen Unterschied deutlich. Es sind etwa 50 Rechenschritte im Vergleich zu einer Milliarde!

Primzahlen

Primzahlen sind natürliche Zahlen > 1 , die nur durch 1 und sich selbst ohne Rest teilbar sind. Die ersten Primzahlen sind 2, 3, 5, 7, 11, ...

Es gibt unendlich viele Primzahlen. Da für die Verschlüsselung später große Primzahlen benötigt werden, brauchen wir eine Möglichkeit, Primzahlen zu finden. Eine davon ist das Sieb des Eratosthenes.

Sieb des Eratosthenes

Das Sieb des Eratosthenes ist nach dem Mathematiker Eratosthenes von Kyrene benannt, der es allerdings nicht erfand, sondern erstmals als „Sieb“ bezeichnete.

Um die Primzahlen zu finden, werden zuerst alle Zahlen von 2 bis n aufgeschrieben. Hierbei ist n die höchste Zahl, bei der geprüft wird, ob sie eine Primzahl ist.

Man beginnt damit, alle Vielfachen der 2 zu streichen: die 4, 6, 8, ... Nun ist die kleinste nicht durchgestrichene Zahl immer eine Primzahl. Die nächste Primzahl ist also 3. Danach streicht man alle Vielfachen der 3 und erhält

die nächst größere Primzahl, die 5. Dies macht man immer so weiter, bis man bei n ankommt.

2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35	...	n

Sieb des Eratosthenes, nachdem alle Vielfachen von 2 gestrichen wurden

2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35	...	n

Sieb des Eratosthenes, bei dem alle Vielfachen der vorhandenen Zahlen gestrichen wurden. Es bleiben die Primzahlen übrig.

Da wir für eine sichere RSA-Verschlüsselung sehr große Zahlen brauchen, würde es jedoch zu lange dauern, bis man erst einmal die Zahlen aufgeschrieben hat. Daher ist das Sieb des Eratosthenes für die Kryptographie in unserer Chatanwendung nicht geeignet.

Eine weitere Möglichkeit, Zahlen auf ihre Teilbarkeit und somit auf die Eigenschaft der Primalität zu testen, ist die Probedivision bis $\sqrt{n}$ bzw. die Primfaktorzerlegung. Doch auch die Primfaktorzerlegung dauert bei großen Zahlen sehr lange. Um diese Zahlen auf ihre Teilbarkeit zu prüfen, gibt es deshalb verschiedene Primzahltests. Zwei davon haben wir im Kurs behandelt.

Fermat-Primzahltest

Der kleine Satz von Fermat besagt: Wenn p eine Primzahl ist, gilt für alle $b \in \mathbb{N}$: $b^p \equiv b \pmod{p}$. Das heißt, wenn wir eine Zahl b finden, für die $b^p \not\equiv b \pmod{p}$ gilt, wissen wir mit Sicherheit, dass p keine Primzahl ist. Falls $b^p \equiv b \pmod{p}$, so gibt es zwei Möglichkeiten:

1. p ist eine Primzahl
2. p ist eine Fermat-Pseudoprimzahl zur Basis b . Hier ist p also nicht prim, besteht aber trotzdem diesen einzelnen Fermat-Test zur Basis b .

Beispiel: $5^6 \equiv 5 \pmod{6}$, aber da $5^6 = 15625$ und $15625 : 6 = 2604 \text{ Rest } 2$ ($15625 \equiv 2$

$\pmod{6}$) ist 6 keine Primzahl. In dem Fall probiert man es weiter. Also: $5^7 \equiv 5 \pmod{7}$ und $5^7 = 78125$ und $78125 : 7 = 11160 \text{ Rest } 5$ ($78125 \equiv 5 \pmod{7}$).

So haben wir die Vermutung, dass 7 eine Primzahl ist – falls nicht, ist 7 zumindest eine Fermat-Pseudoprimzahl zur Basis $b = 5$. Um sicher zu gehen, müssten wir den Test mit vielen Basen b wiederholen, da mit jeder erfolgreich bestandenen Basis die Wahrscheinlichkeit steigt, dass die getestete Zahl p prim ist.

Leider gibt es auch sogenannte Carmichael-Zahlen. Das sind natürliche, zusammengesetzte Zahlen, für die zu *jeder* Basis b gilt: $b^p \equiv b \pmod{p}$.

Carmichael-Zahlen sind für die Kryptographie problematisch, da sie vom Fermat-Test fälschlicherweise als prim erkannt werden. Die gesamte Sicherheit der modernen Kryptographie basiert darauf, dass große zusammengesetzte Zahlen nicht faktorisiert werden können.

Zur Umgehung dieser Carmichael-Problematik haben wir noch einen zweiten Test im Kurs behandelt: den Miller-Selfridge-Rabin-Test. Dieser ist gegen die Schwächen des Fermat-Primzahltests immun. Allerdings ist der Miller-Selfridge-Rabin-Test im Rechenverfahren aufwändiger.

Größter gemeinsamer Teiler (ggT)

Der ggT ist der größte gemeinsame Teiler zweier Zahlen a und b . Er ist die größte natürliche Zahl, durch die sich zwei ganze Zahlen ohne Rest teilen lassen. Um den ggT zu berechnen, gibt es zwei Möglichkeiten, die im Folgenden vorgestellt werden – den euklidischen Algorithmus und die Primfaktorzerlegung.

a) Die Primfaktorzerlegung

Bei der Primfaktorzerlegung stellt man eine natürliche Zahl n als Produkt aus mehreren Primzahlen dar. Diese Primzahlen werden dann als Primfaktoren bezeichnet. Ein Primfaktor p muss also eine Primzahl sein und die natürliche Zahl n ohne Rest teilen.

Beispiel 1:

$$a = 1000 = 2^3 \cdot 3^0 \cdot 5^3$$

$$b = 6 = 2^1 \cdot 3^1 \cdot 5^0$$

Für den ggT verwendet man die Primfaktoren, die in beiden Zahlen vorkommen und als dazugehörigen Exponenten verwendet man jeweils den kleineren Ausgangsexponenten.

$$\text{ggT}(1000, 6) = 2^1 \cdot 3^0 \cdot 5^0 = 2$$

Beispiel 2:

$$a = 3528 = 2^3 \cdot 3^2 \cdot 7^2$$

$$b = 3780 = 2^2 \cdot 3^3 \cdot 5^1 \cdot 7^1$$

$$\text{ggT}(3528, 3780) = 2^2 \cdot 3^2 \cdot 7^1 = 252$$

$$\text{ggT}(3528, 3780) = 252$$

Dieses Verfahren ist allerdings sehr langsam, und je größer die Zahlen werden, desto schwieriger wird es, die Primfaktoren zu finden.

b) Der Euklidische Algorithmus

Der Euklidische Algorithmus ist ein Algorithmus aus der Zahlentheorie und nach dem griechischen Mathematiker Euklid von Alexandria benannt. Man rechnet hierbei in jedem Schritt a modulo b , wobei der dabei entstehende Rest immer das neue b wird und das alte b immer das neue a . Man rechnet jetzt so lange a modulo b , bis der Rest 0 beträgt. Dieses b , bei dem der Rest 0 beträgt, ist dann der größte gemeinsame Teiler von a und b .

a	b	Rechenschritt
99	78	99:78 = 1 Rest 21
78	21	78:21 = 3 Rest 15
21	15	21:15 = 1 Rest 6
15	6	15:6 = 2 Rest 3
6	3	6:3 = 2 Rest 0
3	0	fertig! – $\text{ggT}(99, 78) = 3$

Berechnung des ggT von 99 und 78 mit dem Euklidischen Algorithmus. Das Ergebnis ist 3, was mit dem Algorithmus schnell und einfach berechnet werden kann.

Der erweiterte Euklidische Algorithmus

Der erweiterte Euklidische Algorithmus ist eine Ergänzung des Euklidischen Algorithmus,

welcher neben dem ggT zweier Zahlen a und b auch noch zwei Zahlen x und y berechnen kann. x und y müssen hierbei die sogenannte Euler-Identität $x \cdot a + y \cdot b = \text{ggT}(a, b)$ erfüllen.

Beispiel:

a	b	q	ggT	x	y
99	78	1	3	-11	14
78	21	3	3	3	-11
21	15	1	3	-2	3
15	6	2	3	1	-2
6	3	2	3	0	1
3	0	-	3	1	0

Tabelle des Erweiterten Euklidischen Algorithmus

a und b werden wie beim Euklidischen Algorithmus berechnet, also a modulo b bis der Rest 0 ist.

Die Zahl in der Spalte mit der Variablen q zeigt uns, wie oft b in a hinein passt. Zum Beispiel passt 21 dreimal in 78 hinein.

Die Spalte mit dem ggT sagt uns den größten gemeinsamen Teiler der Zahlen a und b . Wenn man nur x und y berechnen will, kann man diese Spalte auch weglassen.

x und y sind die Zahlen, die wir mit dem erweiterten Euklidischen Algorithmus berechnen wollen. Hierfür beginnen wir in der untersten Zeile und schauen, mit welcher Zahl wir a und b multiplizieren müssen, damit die Gleichung erfüllt wird. Wenn wir die unterste Zeile eingetragen haben, können wir die nächste Zeile berechnen. Das alte y wird zu dem neuen x . $x_{\text{neu}} = y_{\text{alt}}$. Um unser neues y zu erhalten, rechnen wir:

$$y_{\text{neu}} = x_{\text{alt}} - q_{\text{neu}} \cdot y_{\text{alt}}$$

Im Beispiel, in der zweiten Zeile von unten, wäre das:

$$1 = 1 - 2 \cdot 0$$

So geht man von unten nach oben vor, bis die Tabelle fertig ausgefüllt ist. Den erweiterten Euklidischen Algorithmus verwendet man beispielsweise, um ein Schlüsselpaar der asymmetrischen Verschlüsselung zu berechnen.

Phi-Funktion

Die eulersche Phi-Funktion φ gibt für eine natürliche Zahl n die Anzahl aller zu n teilerfremden Zahlen an, die nicht größer als n sind. Teilerfremd bedeutet, dass der ggT von zwei natürlichen Zahlen a und b die Zahl 1 beträgt. Beispiel: Wir möchten $\varphi(6)$ bestimmen. Dazu müssen wir jeweils den $\text{ggT}(1,6)$, $\text{ggT}(2,6)$, ... $\text{ggT}(6,6)$ bestimmen.

$$\text{ggT}(1, 6) = 1$$

$$\text{ggT}(2, 6) = 2$$

$$\text{ggT}(3, 6) = 3$$

$$\text{ggT}(4, 6) = 2$$

$$\text{ggT}(5, 6) = 1$$

$$\text{ggT}(6, 6) = 6$$

Jetzt zählt man, wie viele von diesen „Paaren“ teilerfremd, also $\text{ggT}(x,6) = 1$, sind. Ergebnis: $\varphi(6) = 2$ (1 und 5)

Phi-Funktion und Primzahlen

Eine Primzahl p ist nur durch sich selbst und 1 teilbar, also ist sie zu allen Zahlen von 1 bis p teilerfremd. Folglich gilt: $\varphi(p) = p - 1$

Beispiel: Wir möchten $\varphi(5)$ bestimmen. Dazu müssen wir wieder jeweils den $\text{ggT}(1,5)$, $\text{ggT}(2,5)$, ... $\text{ggT}(5,5)$ bestimmen.

$$\text{ggT}(1, 5) = 1$$

$$\text{ggT}(2, 5) = 1$$

$$\text{ggT}(3, 5) = 1$$

$$\text{ggT}(4, 5) = 1$$

$$\text{ggT}(5, 5) = 5$$

Auch hier zählt man wieder, wie viele „Paare“ teilerfremd sind. Ergebnis: $\varphi(5) = 4$ (1 bis 4)

Dies könnten wir auch so berechnen:

$$\varphi(5) = 5 - 1 = 4$$

Multiplikativität

Die φ -Funktion ist multiplikativ, es gilt also:

$$\varphi(a \cdot b) = \varphi(a) \cdot \varphi(b)$$

Beispiel:

$$\varphi(30) = \varphi(5) \cdot \varphi(6) = 4 \cdot 2 = 8$$

Die 8 zu 30 teilerfremden Zahlen sind 1, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29. Alle anderen Zahlen haben mit 30 einen $\text{ggT} > 1$.

Satz von Euler

Der Satz von Euler sagt aus: Wenn m und n teilerfremd sind, dann gilt:

$$m^{\varphi(n)} \equiv 1 \pmod{n}$$

Wir benötigen diese Aussage später, um zeigen zu können, dass die von uns verwendete RSA-Verschlüsselung tatsächlich funktioniert.

RSA

HELENE HELLSTERN, LEONTINE
FRANZ, JANNIS WELSCHÉ

Das RSA-Kryptosystem, benannt nach den Mathematikern Rivest, Shamir und Adleman, ist ein in den 1970er Jahren entwickeltes asymmetrisches Verschlüsselungsverfahren. Asymmetrisch heißt, man hat zwei Schlüssel, die sich gegenseitig aufheben – ein Schlüsselpaar.

Damit später auch niemand unsere Nachrichten lesen kann, haben wir uns entschieden, dieses Verfahren in unserer Chatanwendung einzusetzen.

RSA-Schlüsselerzeugung

Um mit RSA arbeiten zu können, braucht man ein Schlüsselpaar. Der öffentliche Schlüssel wird e , der private Schlüssel wird d genannt. Um diese Schlüssel zu erzeugen, müssen die im Folgenden vorgestellten Schritte durchgeführt werden.

Zunächst benötigen wir zwei beliebige, aber unterschiedliche Primzahlen p und q . Wir nehmen zum Beispiel die Primzahlen $p = 5$ und $q = 13$. Aus diesen berechnen wir den Modulus N und $\varphi(N)$.

N berechnen wir, indem wir p mit q multiplizieren. Ohne unseren Modulus N wäre unsere verschlüsselte Zahl viel zu groß und unsere Schlüssel e und d würden sich nicht gegenseitig aufheben, wodurch unsere Verschlüsselung nicht mehr funktionieren würde. Mit unseren

Primzahlen aus dem Beispiel gerechnet ergibt das: $N = 5 \cdot 13 = 65$.

Da p und q Primzahlen sind, lässt sich $\varphi(N)$ mit Hilfe der Multiplikativität von φ leicht berechnen. Es gilt:

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

In unserem Beispiel:

$$\varphi(N) = (5-1) \cdot (13-1) = 48.$$

Unseren öffentlichen Schlüssel e können wir frei wählen, mit der einen Bedingung, dass der ggT von e und $\varphi(N)$ gleich 1 sein muss, das heißt, dass e teilerfremd zu $\varphi(N)$ sein muss.

In unserem Beispiel wählen wir 5, da 5 eine der Zahlen ist, die teilerfremd zu 48 sind. Man könnte aber beispielsweise auch 11 oder 13 nehmen.

Nachdem wir e gewählt haben, können wir mit dem erweiterten Euklidischen Algorithmus den Schlüssel d bestimmen, sodass am Ende gilt: $e \cdot d = 1 \bmod \varphi(N)$. Dabei ist d das Moduloinverse zu e . d wird so bestimmt, dass $e \cdot d \bmod \varphi(N)$ gerechnet 1 ergibt. Das Moduloinverse von 5 ist in diesem Fall 29. Also wenn man $5 \cdot 29 \bmod 48$ rechnet, erhält man 1. Zusammengefasst ergibt das in unserem Beispiel:

$$\begin{aligned}p &= 5 \\ q &= 13 \\ N &= 65 \\ \varphi(N) &= 48 \\ e &= 5 \\ d &= 29\end{aligned}$$

Für die eigentliche Verschlüsselung benötigen wir aber die Primzahlen p und q und $\varphi(N)$ nicht, daher können wir sie löschen. Das sollten wir unbedingt tun, denn wenn jemand diese Zahlen wissen würde, könnte man damit unsere Verschlüsselung knacken. Also bleibt übrig:

$$\begin{aligned}N &= 65 \\ e &= 5 \\ d &= 29\end{aligned}$$

Jetzt haben wir unseren öffentlichen Schlüssel e , unseren privaten Schlüssel d und unseren Modulus N . Dieser ist sowohl Teil des öffentlichen als auch des privaten Schlüssels. Nun können wir mit der eigentlichen Verschlüsselung beginnen.

RSA-Verschlüsselung

Bevor man einen Text überhaupt verschlüsseln kann, muss man ihn erst in eine Zahl umwandeln. Das haben wir bereits in den Grundlagen erklärt. Wir gehen hier von einer zu verschlüsselnden Zahl m aus. Diese verschlüsselt man mit dem öffentlichen Schlüssel e und dem Modulus N folgendermaßen: $m^e \equiv c \bmod N$.

Die dabei berechnete Zahl c stellt die verschlüsselte Nachricht dar. Diese kann nun gefahrlos über Dritte übertragen werden, da der Klartext ohne den privaten Schlüssel d nicht berechnet werden kann.

Beim Empfänger angekommen, wird die verschlüsselte Nachricht mithilfe des privaten Schlüssels d und dem Modulus N wie folgt entschlüsselt: $c^d \equiv m \bmod N$

Beispiel: Der zu verschlüsselnde Text ist ein ?, als Zahl ist das eine 63. Die Schlüssel und der Modulus sind dieselben wie im Beispiel der Schlüsselerzeugung:

$$\begin{aligned}e &= 5 \\ d &= 29 \\ N &= 65\end{aligned}$$

Jetzt rechnet man $m^e \bmod N$, also $63^5 \equiv 33 \bmod 65$. Das ergibt unsere verschlüsselte Nachricht $c = 33$.

Um m wieder zu erhalten, rechnet man $c^d \bmod N$, also $33^{29} \bmod 65$. Das Ergebnis ist 63, also haben wir wieder unsere ursprüngliche Nachricht m .

Die Verschlüsselung beruht darauf, dass sich e und d gegenseitig aufheben. Dies kann man mit dem Satz von Euler und der Euler-Identität beweisen.

Die Euler-Identität besagt, dass der ggT zweier Zahlen a und b durch die Addition ganzzahliger Vielfacher von a und b berechnet werden kann: $x \cdot a + y \cdot b = \text{ggT}(a, b)$. x und y können durch

den erweiterten Euklidischen Algorithmus berechnet werden.

Zum Beweis der Funktion von RSA nutzt man diese Euler-Identität und setzt dabei $a = e$ sowie $b = \varphi(N)$. Außerdem benennt man die anderen Bestandteile der Euler-Identität um: $x = d$, $y = -k$. Die veränderte Euler-Identität lautet also $e \cdot d - k \cdot \varphi(N) = \text{ggT}(e, \varphi(N))$. Da wir e so gewählt haben, dass es teilerfremd zu $\varphi(N)$ ist, gilt: $e \cdot d - k \cdot \varphi(N) = 1$. k und d lassen sich mit dem Erweiterten Euklidischen Algorithmus berechnen, und wir können die Gleichung umformen zu $e \cdot d = 1 + k \cdot \varphi(N)$.

Damit können wir den Beweis beginnen. Wir möchten zeigen, dass $m^{e^d} \equiv m \pmod{N}$. Die Verwendung der Euler-Identität ist mit (EI) gekennzeichnet, der Satz von Euler mit (SvE).

$$\begin{aligned}
 (m^e)^d &\equiv m^{e \cdot d} \pmod{N} \\
 &\stackrel{\text{(EI)}}{\equiv} m^{1+k \cdot \varphi(N)} \pmod{N} \\
 &\equiv m^1 \cdot m^{k \cdot \varphi(N)} \pmod{N} \\
 &\equiv m \cdot m^{\varphi(N) \cdot k} \pmod{N} \\
 &\equiv m \cdot (m^{\varphi(N)})^k \pmod{N} \\
 &\stackrel{\text{(SvE)}}{\equiv} m \cdot 1^k \pmod{N} \\
 &\equiv m \cdot 1 \pmod{N} \\
 &\equiv m \pmod{N}
 \end{aligned}$$

$q. e. d.$

Sicherheit von RSA

Nun stellt sich natürlich die Frage, wieso die RSA-Verschlüsselung überhaupt sicher ist. Wird eine Nachricht mit einem der zwei Schlüssel verschlüsselt, ist sie nur mit dem Gegenschlüssel entschlüsselbar. Nur wie erzeugt man überhaupt den Gegenschlüssel? Zuerst braucht man den erweiterten euklidischen Algorithmus, für den man wiederum die zwei Ursprungsprimzahlen der Verschlüsselung benötigt. Sie sind das Kettenglied, das für eine tatsächliche Verschlüsselung benötigt wird. Der Vorteil hierbei ist, dass p und q aus dem Modulus N mit Hilfe der Primfaktorzerlegung nur sehr schwer zurückrechenbar sind.

Die Primfaktorzerlegung ist zwar langwierig, bei „kleinen“ Zahlen bis 20 Stellen schafft ein

normaler Computer das allerdings noch in absehbarer Zeit. Sind die Primzahlen jetzt aber zum Beispiel 75 Stellen lang und der Modulus N deshalb 150 Stellen oder noch größer, dann würde die Primfaktorzerlegung unheimlich lange dauern. Hintergrund ist, dass man für die Faktorisierung alle Zahlen bis $\sqrt{N}$ durchprobieren muss.

N	$\sqrt{N}$	Dauer
10^{12}	10^6	1 Sekunde
10^{20}	10^{10}	10^4 Sek. = 3 Stunden
10^{40}	10^{20}	10^{14} Sek. = 3 Mio. Jahre
10^{150}	10^{75}	10^{69} Sek. = 10^{61} Jahre

Rechendauer für die Primfaktorzerlegung bei 1.000.000 Tests pro Sekunde

Es gibt aber natürlich auch Schwachstellen. Wenn beispielsweise die Ursprungszahlen p und q keine Primzahlen sind, kann die Primfaktorzerlegung enorm verkürzt werden. Außerdem dauert die RSA-Verschlüsselung mit zunehmender Stellenzahl zunehmend länger, was dazu führt, dass die Stellenanzahl von p und q teilweise gezielt „kurz“ gehalten wird, um eine schnelle Kommunikation zu ermöglichen.

Alles in allem ist die RSA-Verschlüsselung sehr sicher, da eine Entschlüsselung ohne den passenden Schlüssel praktisch unmöglich ist.

Chat

JASCHA FRICKER, MÁTÉ MAKSI

Unser Kursziel bestand darin, einen funktionierenden Chat zu programmieren. Dazu benötigten wir alle beschriebenen Grundlagen und Verschlüsselungsarten. Der Chat sollte vergleichbar mit Vorbildern aus dem Internet sein. Deshalb lag unser Augenmerk darauf, unsere Anwendung möglichst sicher, aber auch einfach zu gestalten. Komplex sind bei unserer Chatanwendung eher die Hintergrundprozesse, so haben wir zum Beispiel eine sichere Verschlüsselung programmiert.

Registrierung

Bevor man unsere Chatanwendung benutzen kann, muss man sich zunächst registrieren (sie-

SABWCHAT- REGISTRIERUNG

Username

Enter Username

Password

Enter Password

Registrierungscode

enter registrierungscode

REGISTRIEREN

Abbildung 8: Registrierungsseite

he Abbildung 8), damit die Daten auf dem Server hinterlegt werden können.

Bei der Registrierung gibt der Benutzer einen Benutzernamen und ein Passwort an. Der Benutzername wird im Klartext auf dem Server gespeichert. Damit dieser Server nicht das Passwort des Benutzers kennt, wird das Passwort vor dem Hinterlegen im Server mit einem sogenannten Hashing-Algorithmus gehasht. Beim Hashing wird das Passwort des Benutzers durch einen speziellen Algorithmus in eine Zeichenkette umgewandelt. Diese Umwandlung hat die Eigenschaft, dass man sie nicht zurück rechnen kann. Aus dem Hash kann also nicht das Passwort im Klartext errechnet werden.

Der folgende TypeScript-Code zeigt Passwortverhashung mit dem MD5-Algorithmus.

```
this.passwordhash
= Md5.hashStr(this.password)
```

Außerdem wird beim Registrieren für den Benutzer ein öffentlicher und ein privater Schlüs-

sel für die RSA-Verschlüsselung erzeugt. Der öffentliche Schlüssel, bestehend aus e und N , kann direkt auf dem Server gespeichert werden, da dieser öffentlich bekannt sein darf.

Doch wie der Name schon sagt, darf der private Schlüssel d nur dem Benutzer bekannt sein. Trotzdem muss er irgendwo hinterlegt werden. Da wir uns den privaten Schlüssel nicht persönlich merken können, muss er auf dem Server gespeichert werden.

Dies darf jedoch nicht unverschlüsselt passieren, da der Server sonst alle privaten Schlüssel kennt und die RSA-Verschlüsselung sinnlos wäre. Daher haben wir uns entschieden, den privaten Schlüssel mit dem Passwort des Benutzers mithilfe der symmetrischen AES-Verschlüsselung zu verschlüsseln.

Somit wird der private Schlüssel d beim Registrieren mit dem eingegebenen Passwort verschlüsselt und kann gefahrlos auf dem Server gespeichert werden. Durch diese Methode kann sich der Benutzer von unterschiedlichen Geräten anmelden, ohne dass Dritte den privaten Schlüssel kennen.

Der folgende Code zeigt die Verschlüsselung des eigenen Passwortes mit AES

```
this.verschluesselted =
this.aesVerschlüsseln(d.toString(),
this.password)
```

Zudem benötigt man bei der Registrierung für unsere Chatanwendung einen bestimmten Registrierungscode. Dieser ist erforderlich, da die Chatanwendung online gestellt wurde und wir nicht möchten, dass sich jeder in unserer Chatanwendung registrieren kann.

Login

Beim Login gibt der Benutzer seinen bereits gewählten Benutzernamen und sein Passwort ein (siehe Abbildung 9). Das eingegebene Passwort wird mit MD5 verhasht und in Kombination mit dem Benutzernamen an den Server geschickt. Der Server gleicht nun den Benutzernamen und das verhashte Passwort mit den bereits hinterlegten Daten ab. Bei Übereinstimmung erhält der Benutzer Zugang zur Chatanwendung.

Der private Schlüssel, der verschlüsselt auf dem Server hinterlegt ist, wird dem Benutzer gesendet, welcher ihn mit seinem eigenen Passwort und der AES-Verschlüsselung wieder errechnen kann. Stimmen die eingegebenen Zugangsdaten nicht überein, wird kein Zugang erteilt und es wird eine Fehlermeldung angezeigt.

SABW CHAT

Benutzername

Benutzername eingeben

Passwort

Passwort

REGISTRIEREN

LOGIN

Abbildung 9: Login-Seite

Benutzerübersicht

Nachdem der Zugang vom Server erteilt wurde, wird der Benutzer auf die Benutzerübersicht geleitet (siehe Abbildung 10). Hier werden alle in der Chatanwendung registrierten Benutzer angezeigt. Bei unserer Chatanwendung werden die Benutzer nach Alphabet sortiert und dem Benutzer gegliedert angezeigt.

In diesem Code (Angular-HTML) wird mithilfe einer for-Schleife alle Benutzer über einen jeweiligen Button in der Benutzerliste angezeigt:

```
<div class="col-sm-12 col-md-4"
  *ngFor="let b of benutzer">
```

suchen

LOGOUT

BENUTZERÜBERSICHT

achim

aileen

aileen.pi

anna

Abbildung 10: Benutzerübersicht

```
<button(click)="benutzerAngeclickt(b)"
  class="benutzerButton">
  {{b.username}}
</button>
</div>
```

Auch ist ein Suchfeld integriert, bei dem nach Übereinstimmungen zwischen den Namen der verschiedenen Benutzer und den eingegebenen Buchstaben gesucht wird, damit einem die Suche nach einem bestimmten Chatpartner erleichtert wird und man nicht ewig mit Suchen beschäftigt ist, falls es sehr viele Benutzer geben sollte. Bei Übereinstimmung werden die passenden Ergebnisse angezeigt, wobei die restlichen, unpassenden Benutzer ausgeblendet werden.

Beim Anklicken eines Benutzers wird man in das jeweilige Chatfenster weitergeleitet (siehe Abbildung 11), in dem Nachrichten ausgetauscht werden können. Außerdem befindet sich in der Benutzerübersicht noch ein Logout-Button, dieser löscht die zwischengespeicherten

Daten des Benutzers und leitet zur Login-Seite zurück.

Chat



Abbildung 11: Chat-Seite

In unserem Chat werden bereits gesendete Nachrichten des Benutzers rechts und bereits empfangene Nachrichten links angezeigt. Wechselt man in den Chat, werden die letzten 20 Nachrichten aus der Konversation vom Server geladen und angezeigt.

Beim Schreiben einer neuen Nachricht hat der Benutzer die Möglichkeit, Buchstaben und Sonderzeichen, sowie Smileys zu schreiben. Hierbei hat der Benutzer aber eine Begrenzung von 63 Byte. Ein Buchstabe belegt ein Byte, ein Sonderzeichen zwei und ein Smiley vier. Da bei einer zu großen Byteanzahl die Länge des Entschlüsselungsprozesses zu lang wäre, haben wir eine Begrenzung von 63 Byte gesetzt. Deshalb ist es bei einer größeren Byteanzahl nicht möglich, die Nachricht abzusenden.

Zunächst muss, wie in den Grundlagen beschrieben, der Text in Zahlen umgewandelt werden. Dieser TypeScript-Code wurde für die Umwandlung von Nachrichten in Zahlen programmiert. Er ist das Gegenstück zur Funktion „TextZuZahl“.

```
zahlZuText(zahl: BigInteger): string {
  let zeichen: number[] = [];
```

```
  let i = 0;
  while (zahl.notEquals(0)) {
    const s = zahl.mod(256);
    zeichen[i] = s.toJSNumber();
    zahl = zahl.divide(256);
    i = i + 1; }
  zeichen = zeichen.reverse();
  return FromUTF8Array(zeichen);
}
```

Vor dem Versenden wird diese Zahl mit dem öffentlichen Schlüssel des Empfängers, den wir vom Server erhalten haben, verschlüsselt. So verhindern wir das Mitlesen, da nur der Empfänger den Schlüssel zum Entschlüsseln der Nachricht besitzt.

Der Empfänger erhält diese Nachricht mit einer kleinen Verzögerung, da der Server nur in bestimmten Zeitintervallen, in unserem Fall 1 Mal pro Sekunde, nach neuen Nachrichten abgefragt wird. Nun entschlüsselt der Empfänger die erhaltene Zahlenkombination nur mit seinem privaten Schlüssel und kann den erhaltenen Klartext im Chatfenster anzeigen.

Falls wir ausschließlich mit dem öffentlichen Schlüssel des Empfängers die Nachricht verschlüsseln würden, könnte der Benutzer nicht mehr auf seine bereits geschriebenen Nachrichten zugreifen. Deshalb wird die Nachricht zusätzlich mit dem öffentlichen Schlüssel des Senders verschlüsselt und auf dem Server hinterlegt. Nun kann der Sender diese Nachrichten beim Einloggen abrufen, indem er sie mit seinem privaten Schlüssel entschlüsselt. Die Nachricht wird also zweimal verschlüsselt und in beiden Versionen gespeichert.

Insider aus der Kursarbeit

- Jérôme, das Dreieck
- „Wir haben eine Endlosschleife programmiert“ – „Ja, aber nur eine kurze“
- „Das Alphabet hat 25 Buchstaben“
- „Caesar im Mittelalter“
- Siegestanz Uh uh uh uh
- Dackel Waldemar, ich bin ein Chicken

- „Es war zwar kein Wettbewerb, aber wir haben gewonnen“
- „Das ist ja toll! Das Skript hat eine Spannungskurve!“ – Michael begeistert über das Skript über Primzahltests
- „Raus, Treppe runter – das einzige was man sich zum Fluchtweg merken muss“
- „Oh Antonia, kannst du mal runter gehen? Ich habe ein Buch aus dem Fenster fallen lassen“ – Kevin, nachdem das erste von zwei Büchern dem Gebrauch als Fensterhalter nicht standgehalten hat
- „Wir sind Informatiker! Wir kopieren!“ – nachdem wir den Schülermentor eines anderen Kurses mit allen Namensschildern beim Sportfest entdeckten und einen kurzen Moment später Antonia auch alle Namensschilder am Arm hatte
- Jannis schreibt schräg und lang gezogen an der Tafel. Michael zu Kevin: „Wieso ist die Schrift an der Tafel so lang gezogen?“ Kevin: „Er hat halt die falsche Schriftart eingestellt“.
- „ng serve!“
- „kdoor“
- „Jascha, kannst du mal bitte das Whiteboard putzen?“



Unsere „Auffahrt“ zum 2. Platz im Sportfest

Kurs 4: Mathematik – Magie? Keine Zauberei!



Einleitung

LOTTA BRÖKER, LINDA GULDEN,
VALERIE MÜLLER

Gezaubert wurde dieses Jahr im Mathematikurs; wir dreizehn Teilnehmerinnen und Teilnehmer lernten verschiedene Zauberktricks mit mathematischem Hintergrund kennen.

Dabei erarbeiteten wir uns auch viele spannende Themen, die über die Schulmathematik hinausgehen. Die Stimmung war immer sehr gut und es wurde viel gelacht. Riffle Shuffles sowie Tricks, die auch ein wenig Fingerfertigkeit verlangen, wurden geübt. Dabei war immer das Pik Ass (unser Kurssymbol) die herbeigezauberte Karte. Wenn es dann aber ans Arbeiten ging, waren alle ruhig und konzentriert. Sobald die Kursleiter merkten, dass unsere Köpfe zu stark rauchten, legten wir eine Pause ein, in der wir Gruppenspiele wie zum Beispiel Ninja

spielten. Diese trugen dazu bei, unsere Gruppengemeinschaft zu stärken.

Exkursion

Unsere kursspezifische Exkursion führte uns nach Heidelberg, in die Ausstellung „Mathe-
liebe“. Dort bekamen wir eine Führung durch verschiedene Themenbereiche der Mathematik. Diese waren sehr lebendig präsentiert. An jeder Station mit einem bestimmtem Thema waren Beispiele ausgestellt, die man aus dem Alltag kennt. Unter anderem war bei den platonischen und archimedischen Körpern ein Fußball als Beispiel für einen abgestumpften Dodekaeder und bei den Fraktalen ein Blumenkohl zu sehen. Man konnte zudem viele Aufgabenstellungen an den einzelnen Stationen ausprobieren, wie zum Beispiel die Türme von Hanoi, ein mathematisches Knobelspiel, welches auf einer alten Sage beruht.

Nach der Führung erkundeten wir in Kleingruppen die wunderbare Ausstellung noch im Detail. Am nächsten Tag sollte nämlich jede Gruppe eines der Themen aus der Ausstellung präsentieren, unter anderem die Fibonacci-Zahlen und den Goldenen Schnitt, die Zahl Pi, den Satz des Pythagoras, den Fermat-Punkt, Fraktale und die platonischen Körper. Zum Abschluss des Ausstellungsbesuches schauten wir die Dokumentation „Colors of Maths“ an. Darin wurden fünf berühmte Mathematiker vorgestellt, die uns mehr oder weniger mit einigen lustigen Szenen im Gedächtnis blieben. Die „Colors“ im Titel des Filmes bezogen sich auf fünf Sinne. Jedem Mathematiker war ein Sinn zugeordnet, welcher sich in dem Abschnitt des jeweiligen Mathematikers auch widerspiegelte.

Nach dieser unterhaltsamen Dokumentation neigte sich unser Aufenthalt in Heidelberg auch schon dem Ende zu. Zurück am Bahnhof in Adelsheim hatten wir großes Glück, denn wir erwischten die einzige Busfahrt des Tages zum Eckenberg-Gymnasium und ersparten uns damit einen langen Fußweg. Die Exkursion bereitete uns allen viel Spaß, denn sie war lehrreich, interessant und lustig. Wir haben viele neue Dinge kennengelernt und sind zudem als Gruppe noch mehr zusammengewachsen.



Sportfest

Über das Sportfest wurde uns im Vorfeld so einiges berichtet. Die einen Kursleiter sprachen von einem Zehnkilometer-Lauf, die anderen von einem Fünfkilometer-Staffellauf. In den Dokumentationen der letzten Akademien hatten wir jedoch gelesen, dass das Sportfest eher ein Gruppenspielwettbewerb ist. Diese Wider-

sprüche ließen uns zu dem Entschluss kommen, dass die Kursleiter uns auf den Arm nahmen, was sich letztendlich auch als wahr erwies. Statt also kilometerweit zu rennen, wie angekündigt, zogen wir ein Auto den Hügel hoch, warfen Papierflieger und Teebeutel mit dem Mund. Dabei entwickelten wir unsere eigene Taktik: Wir bauten eine Pyramide, um den Teebeutel aus einer höheren Position werfen zu können. Mit dieser Taktik, unserem tollen Spruch (1, 1, 2, 3 – Mathe rennt an euch vorbei! Bube, Dame, König, Ass – Mathe macht euch alle nass!) und unseren Zauberkräften (!) konnten wir das Sportfest für uns entscheiden und damit einen riesigen, getunten Obstkorb gewinnen.



Rotation

Es war Halbzeit bei uns in der Akademie, und wie jedes Jahr fand auch das Präsentieren unserer Kursergebnisse in Form von einer Rotation statt. Die Kurse präsentierten sich also gegenseitig ihre bisherigen Ergebnisse. Dafür hatten wir im Kurs die Themen aufgeteilt. Da unser Kurs das Thema „Zaubern mit Mathe“ im Fokus hatte, präsentierten wir unsere Zaubertricks und erklärten anschließend die Mathematik dahinter. Folgende Tricks wurden vorgeführt:

- Der 1001-Trick
- Der Binärsystem-Trick
- Der rot=schwarz-Trick
- Der 27er-Kartentrick

Nach vielen Übungsphasen war es dann so weit. Wir präsentierten die Ergebnisse den anderen Teilnehmern der Akademie und deren Kursleitern. Nach der Rotation bekamen wir noch aus-

fürliches Feedback von unseren Kursleitern, welches sich für unsere Abschlusspräsentationen als sehr nützlich erwies.

Abschlusspräsentation

Viel zu schnell waren die zwei Wochen auch schon beinahe um und wir mussten uns auf die Abschlusspräsentation vorbereiten. Wir nahmen uns ein Beispiel an den anderen Kursen, die bei der Rotation in ihren Kursräumen Poster über ihre Themen aufgehängt hatten, und gestalteten in kleinen Gruppen Plakate zu unseren Kursinhalten. Währenddessen bereiteten wir auch die Präsentationen vor. Jeder brachte neue Ideen ein, wie man noch ein bisschen mehr Show in die Zaubertricks einbauen konnte. Die Präsentationen selbst waren ein voller Erfolg. Die 'Mathemagik' unseres Kurses verzauberte die Zuschauer.



Unser Kurs

Carla In allen Lebenslagen, Carla fragen! Auch genannt: Carlapeda; das wandelnde Lexikon. Top motiviert im Kurs aber auch außerhalb, quälte sie sich schon im Morgenrauen aus dem Bett für eine kleine Joggingrunde oder ein Beachvolleyballturnier um 6:45 Uhr! Ein großes Talent bewies sie zudem bei der Theateraufführung.

Carolin Carolin war stets interessiert und arbeitete konzentriert, konnte uns aber auch so richtig zum Lachen bringen. Mit ihrer lustig-verrückten Art steckte sie uns alle an. Bei Schwierigkeiten oder Problemen gab sie nie auf und motivierte uns, es weiter zu versuchen. Während sie manchmal

an den leichten Aufgaben scheiterte, waren schwierige Aufgaben für sie kein Problem.

Clemens Clemens hat unseren Kurs nicht nur durch seine Meisterschaft in Gedankenmagie weitergebracht, sondern er war immer motiviert bei der Sache, auch wenn er nicht immer alles direkt von Anfang an gecheckt hat (Achtung, Insider!). Er hat jede Aufgabe mit einem Grinsen im Gesicht bewältigt und war immer bei jedem Spaß dabei.

Danny In den Pausen war Danny mit seinem Pik Ass immer zu Späßen bereit, doch im Kurs war er voll konzentriert und entdeckte manche Leichtsinnfehler. Im Schach blieb Danny sogar blind unschlagbar.

Jonas Jonas ist sehr wissbegierig und absolut mathebegeistert. So nimmt er an vielen Wettbewerben teil und konnte mit seinen umfassenden Mathe-Kenntnissen zum Kurs beitragen. Bei den Präsentationen hat er mit seiner angenehm ruhigen Stimme mathematisch sehr korrekt vorgetragen.

Jonathan Besonderes Können zeigte er beim Sportfest, bei dem er den Kampfgeist des Teams durch Anfeuern und gute Leistungen aufrechterhielt. Eine besondere Idee von ihm war es eine menschliche Pyramide zu bauen, um unsere Weitwurf-Ergebnisse zu verbessern, was einer der Gründe war, warum wir den ersten Platz erreichten.

Lotta Lotta war immer freundlich und hat einem jederzeit gerne geholfen. Sie war eher zurückhaltend, aber beim Theater zeigte sie herausragende Leistung und überraschte alle mit ihrem selbstbewussten Auftreten. Sie wurde immer schwach, wenn man etwas Nussschokolade für sie hatte.

Linda Linda ist sportlich, kontaktfreudig und war während der Akademie immer gut gelaunt. Bei der Kursarbeit war sie fleißig und hilfsbereit und hat immer nachgefragt, wenn es Unklarheiten gab. Sie hat in den zwei Wochen für gute Stimmung und Unterhaltung im Kurs gesorgt.

Moritz Moritz war ein sehr hilfsbereiter, motivierter und eher ruhiger Teilnehmer der Akademie. Er war talentiert im Präsentie-

ren und hat an den beiden Präsentationstagen unsere Zaubershow durch seine Schauspielkünste sehr unterhaltsam gestaltet.

Nico Nico bereicherte unseren Kurs mit seinen hervorragenden mathematischen Kenntnissen. Es gab kaum einen Beweis oder Satz, den er noch nicht kannte – einmal abgesehen vom Fermat-Punkt. Egal wie kompliziert das Problem oder die Aufgabe war, Nico meisterte es. Einzig und allein beim Logarithmus stieß er an seine Grenzen: Diesen kannte er noch nicht einmal.

Solveig Solveig musste beim Eröffnungswochenende sicher hundertmal erklären, wie man ihren Namen richtig ausspricht. Aber sie nahm es mit Humor und blieb geduldig. Mit ihrer freundlichen Art und ihrer Neigung dazu, Leute gerne einmal auf den Arm zu nehmen, sorgte sie für gute Stimmung. Mit ihrer Altflöte und ihrer immer guten Laune unterstützte sie auch das Orchester.

Tony Tony ist sehr aufgeschlossen und hilfsbereit, zudem ist er immer motiviert etwas Neues zu erfahren. Tony kommt aus Syrien, beherrscht aber die deutsche Sprache wie ein (Pik) Ass. Er setzte sich viel für die Akademie ein, indem er zum einen die Moderation beim Bergfest übernahm und zum anderen toll durch das Programm des Hausmusikabends führte.

Valerie Valerie war jeden Morgen joggen und auch sonst fast immer in der Sport-KüA unterwegs. Auf dem Weg zu unserer Exkursion hat sie uns viel Neues und Interessantes über Boden- und Gerätturnen erzählt und als wir am Wandertag nicht mehr weiter wollten, fand sie immer noch Wege, uns zu motivieren.

Silas Unser Schülermentor Silas stand uns immer mit Rat und Tat zur Seite. Obwohl sein per Post zugeschickter Koffer etwas zu spät ankam, hatte er stets gute Laune und führte den Mathekurs beim Sportfest voller Elan zum Sieg. Jedoch mussten wegen ihm zwei Teilnehmer bis zum Dokumentationswochenende warten, um ihr Pik Ass wiederzubekommen.

Birgit Unsere super Kursleiterin Birgit hat uns jederzeit geholfen und gerne Tipps gegeben. Sie ließ uns auch gerne mal knobeln und knobelte für uns, wenn wir eine schwierige Frage hatten. So konnten wir uns sicher sein, dass wir nach der Mittagspause die Antwort auf jede noch so komplizierte Frage hatten. Ihre lockere Stimmung und ihr motiviertes Auftreten hat zu einer ganz besonderen Kursatmosphäre geführt, die für uns alle unvergesslich bleiben wird.

Maybritt Maybritt war eine grandiose Kursleiterin. Dank ihren Erklärungen verstand man sogar die komplizierteste Mathematik. Zudem war sie immer freundlich, teilte an ihrem Geburtstag ihren Kuchen mit uns und hatte immer passende, mutmachende Worte für einen, wenn man diese gerade brauchte. Für das Eröffnungswochenende reiste sie extra aus Cambridge an, wo sie gerade ein Auslandsstudienjahr verbrachte.



1001-Trick

VALERIE MÜLLER

Durchführung

Der Zauberer erklärt dem Publikum: „Wählen Sie eine beliebige dreistellige Zahl. Fügen Sie diese noch einmal hinter die letzte Ziffer. Sie erhalten eine sechsstellige Zahl ($abc \rightarrow abcabc$). Ich nenne Ihnen nun eine Zahl, durch die Sie Ihre sechsstellige Zahl $abcabc$ teilen. Den Rest, der dabei entsteht, erhalten Sie in zehnfacher Höhe in Euro bar auf die Hand.“

Beispiel:

Zahl: 579 → 579579, Divisor: 17

Rechnung:

$$579579 : 17 = 34092 \text{ Rest } 15$$

In diesem Fall erhält der Zuschauer 150 Euro. Natürlich möchte der Zauberer kein Geld ausgeben, schon gar nicht so hohe Summen! Dafür gibt es einen Weg für den Zauberer, um sicherzugehen, dass er kein Geld verliert.

Beispiel:

Zahl: 579 → 579579, Divisor: 11

Rechnung:

$$579579 : 11 = 52689 \text{ Rest } 0$$

In diesem Fall erhält der Zuschauer 0 Euro.

Der gleiche Rest entsteht bei den Divisoren 7, 13, 77, 91 und 143.

Erklärung

Das „Hintereinander-Hängen“ der Zahl ist im Grunde eine Multiplikation mit 1001.

$$abc \cdot 1000 = abc000$$

$$abc \cdot 0001 = 000abc$$

$$abc \cdot 1001 = abcabc$$

Die Zahl 1001 kann in ihre Primfaktoren 7, 11, 13 zerlegt werden. Also sind alle dreistelligen Zahlen, die mit 1001 multipliziert wurden, durch diese Primzahlen und deren Produkte teilbar, sodass dabei der Rest Null entsteht.

Variante

Statt eine dreistellige Zahl zweimal hinter zu schreiben, kann man auch eine zweistellige Zahl dreimal hintereinander schreiben. Hierbei handelt es sich dann nicht mehr um eine Multiplikation mit 1001, sondern um eine Multiplikation mit 10101: $ab \rightarrow ababab$

$$ab \cdot 10000 = ab0000$$

$$ab \cdot 00100 = 00ab00$$

$$ab \cdot 00001 = 0000ab$$

$$ab \cdot 10101 = ababab$$

Damit der Rest Null ist, muss der Zauberer die Zuschauer durch 3, 7, 13, 37 oder deren Produkte teilen lassen. Dies sind die Primfaktoren von 10101.



Binärsystem

CLEMENS WEGGENMANN

Das Wort „binär“ stammt von dem Lateinischen „binius“ und bedeutet so viel wie „je zwei“. Das Binär-, Dual- oder auch Zweiersystem ist ein Stellenwertsystem. Stellenwertsysteme sind eine Art und Weise, Zahlen anzugeben. Das Binärsystem wird vor allem in der Computersprache verwendet und besteht nur aus den Ziffern 1 und 0, die dort für „an“ und „aus“ stehen. Das bekannteste Stellenwertsystem ist das Zehnersystem, also das System, mit dem wir rechnen. Das Zehnersystem besteht aus 10 unterschiedlichen Ziffern $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$, daher auch der Name. Nehmen wir uns nun einmal die Beispielzahl 67358. Hier gibt die 8 die Einerstelle, die 5 die Zehnerstelle, die 3 die Hunderterstelle usw. an. So entsteht folgende Rechnung:

$$67358 = (8 \cdot 1) + (5 \cdot 10) + (3 \cdot 100) + (7 \cdot 1000) + (6 \cdot 10000)$$

Betrachtet man nun die Zahlen, mit denen die einzelnen Ziffern multipliziert werden, so lässt sich schnell Folgendes entdecken: Es handelt sich dabei um Zehnerpotenzen, also 10^0 , 10^1 , 10^2 usw.

67358 lässt sich also auch anders schreiben.

$$67358 = (8 \cdot 10^0) + (5 \cdot 10^1) + (3 \cdot 10^2) + (7 \cdot 10^3) + (6 \cdot 10^4)$$

Dezimal	Potenz
1	10^0
10	10^1
100	10^2
1000	10^3
10.000	10^4
100.000	10^5
1.000.000	10^6
10.000.000	10^7
100.000.000	10^8
1.000.000.000	10^9
10.000.000.000	10^{10}

Das Zweiersystem funktioniert ähnlich wie das Zehnersystem. Jedoch werden hier nur die Ziffern 0 und 1 verwendet und es wird mit Zweier-Potenzen gerechnet.

$$\begin{aligned}
 (1011)_2 &= (1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3)_{10} \\
 &= (1 + 2 + 0 + 8)_{10} = (11)_{10}
 \end{aligned}$$

im Zehnersystem.

2er System	Dezimalsystem
1	1
10	2
11	3
100	4
101	5
110	6
111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15
10000	16

Natürlich kann man auch im Binärsystem rechnen:

$$(101)_2 + (10)_2 = (111)_2$$

Wie im Dezimalsystem wird übertragen, doch nicht sobald 10 oder mehr erreicht wird, sondern schon bei 2 oder mehr.

$$(101)_2 + (1)_2 = (110)_2$$

Ein besonderes Beispiel dafür wäre:

$$(11111)_2 + (1)_2 = (100000)_2$$

Die allgemeine Formel dafür lautet:

$$2^0 + 2^1 + \dots + 2^n = 2^{n+1} - 1$$

Binärsystem-Trick

LINDA GULDEN, LOTTA BRÖKER

Durchführung

Der Zauberer verteilt sieben Karten an die Personen in der ersten Reihe. Anschließend verlässt er den Raum. Ein Zuschauer nennt eine Zahl zwischen 1 und 100. Die Personen, welche die Zahl auf ihrer Karte sehen, stehen auf. Der Zauberer kommt wieder herein und nennt die Zahl des Zuschauers.

Erklärung

Die sieben Karten des Tricks sind von links nach rechts sortiert. Die stehenden Personen symbolisieren Einser, die sitzenden Nullen. Auf den Karten stehen jeweils alle Zahlen, die im Binärsystem an dieser Stelle eine Eins haben.

Auf Karte Eins: xxxxxx1

Auf Karte Zwei: xxxxxx1x

usw.

Der Zauberer muss somit die entsprechenden Zweierpotenzen der stehenden Personen zusammenaddieren.

Der 27-Karten-Trick

MORITZ WARMUTH

Der Trick

Der Zauberer bittet einen Freiwilligen aus dem Publikum, eine Karte aus einem 27-Karten-Deck zu ziehen und sie dem Publikum (aber nicht dem Zauberer) zu zeigen. Anschließend darf der Freiwillige die Karte unter die restlichen Karten mischen. Der Zauberer fragt den Freiwilligen auch noch nach seiner Lieblingszahl n zwischen 1 und 27. Er legt dann die Karten vom verdeckten Stapel von oben nach

unten in drei offene Stapel aus: erst eine Karte nach links, dann eine in die Mitte, dann eine nach rechts, dann wieder eine nach links usw., bis 3 offene Stapel aus je 9 Karten entstanden sind. Der Zuschauer muss während des Austeilens auf seine Karte achten und sagt dem Zauberer nach dem Austeilen, in welchem Stapel sich seine Karte befindet. Der Zauberer legt die drei offenen Kartenstapel wieder zu einem verdeckten zusammen. Anschließend wiederholt er diesen ganzen Prozess noch zweimal. Am Schluss legt der Zauberer n Karten vom Stapel ab, und die n -te Karte ist die Gesuchte!



Erklärung

Wenn der Zuschauer die Lieblingszahl n nennt, rechnet der Zauberer $n - 1$ schnell ins 3er-System um. Da die Zahl zwischen 1 und 27 liegt, und der Zauberer vor dem Umrechnen ins 3er-System 1 von der Zahl subtrahiert, hat die Zahl im 3er-System maximal 3 Stellen. Wenn der Zauberer die Karten in 3 Stapel ausgelegt hat und weiß, in welchem sich die gesuchte Karte befindet, legt er sie anhand der ins 3er-System umgerechneten Zahl $n - 1$ wie folgt zusammen:

	1er	3er	9er
Oben	0	0	0
Mitte	1	1	1
Unten	2	2	2
Austeilen	1.	2.	3.

So müssen die Stapel zusammengelegt werden

Durch dieses Zusammenlegen ist die gesuchte Karte am Ende immer die n -te Karte.

Beispiel

Lieblingszahl: 22. $22 - 1 = 21$. Im 3er-System: 210, das heißt kein 1er, ein 3er und zwei 9er. Also muss der Zauberer den Stapel, in dem die gesuchte Karte ist, nach dem ersten Austeilen auf die beiden anderen legen, nach dem zweiten zwischen die beiden anderen und nach dem dritten unter die beiden anderen. Durch dieses Zusammenlegen ist die gesuchte Karte am Ende die 22. Karte.

Siehe auch YouTube:

Beautiful Card Trick – Numberphile

Kombinatorik

CAROLIN SCHÄFER, TONY ALNASRI

Die Kombinatorik beschäftigt sich mit der Anzahl von Kombinationen, die mit einer bestimmten Anzahl von Objekten möglich sind. Wir haben uns in diesem Zusammenhang mit vier Fällen beschäftigt und uns für jeden eine Formel erarbeitet. Unterschieden haben wir zwischen Vorgängen, bei denen man die Objekte mehrmals auswählen kann, und solchen, bei denen dies nicht möglich ist. Außerdem war uns die Reihenfolge, in der die Objekte ausgewählt wurden, in einem Fall wichtig und im anderen unwichtig. Wenn man diese Kriterien kombiniert, ergeben sich vier Möglichkeiten: die vier Fälle, mit denen wir uns beschäftigt haben.



1. Fall

Man besetzt k Stellen mit n Objekten, wobei **Wiederholungen erlaubt** sind und

die **Reihenfolge**, in der man die Objekte auswählt, **wichtig** ist.

Formel: n^k

Beispiele:

- Man hat ein Passwort mit vier Stellen und darf nur Großbuchstaben benutzen. Wie viele Möglichkeiten hat man für das Passwort? 4 Stellen ($k = 4$); 26 Großbuchstaben ($n = 26$)

$$n^k = 26^4$$

- Man hat einen Fragebogen mit 10 Ja-/Nein-Fragen. Wie viele Möglichkeiten hat man den Fragebogen auszufüllen? 10 Fragen ($k = 10$); 2 Antwortmöglichkeiten ($n = 2$)

$$n^k = 2^{10}$$

- Wie viele Möglichkeiten gibt es aus zehn Schülern eine beliebige Anzahl Schüler auszuwählen? 10 Schüler ($k = 10$); 2 Möglichkeiten einen Schüler auszuwählen oder nicht ($n = 2$)

$$n^k = 2^{10}$$

2. Fall

Man besetzt k Stellen mit n Objekten, wobei **Wiederholungen nicht erlaubt** sind und die **Reihenfolge**, in der man die Objekte auswählt, **wichtig** ist.

Formel:

$$\frac{n!}{(n-k)!} = n \cdot (n-1) \cdot \dots \cdot (n-k+1)$$

Beispiele:

- Am Sportfest haben sechs Teams teilgenommen. Wie viele Möglichkeiten gibt es für die ersten drei Plätze? 6 Teams ($n = 6$); 3 Plätze ($k = 3$)

$$\frac{n!}{(n-k)!} = \frac{6!}{(6-3)!} = 6 \cdot 5 \cdot 4$$

- Man hat zehn Bücher und möchte zwei davon lesen. Wie viele Möglichkeiten hat man, wenn einem nicht egal ist, welches Buch man zuerst liest? 10 Bücher ($n = 10$); 2 ausgewählte Bücher ($k = 2$)

$$\frac{n!}{(n-k)!} = 10 \cdot 9$$

3. Fall

Man besetzt k Stellen mit n Objekten, wobei **Wiederholungen nicht erlaubt** sind und die **Reihenfolge**, in der man die Objekte auswählt, **unwichtig** ist.

Formel:

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{(n-k)! \cdot k!}$$

Anmerkung: $0!$ wird dabei als 1 festgesetzt.

Beispiel: Im Fernsehen werden die Lottozahlen genannt. Wie viele Möglichkeiten gibt es? 49 Zahlen ($n = 49$); 6 gezogene Zahlen ($k = 6$)

$$\begin{aligned}\binom{n}{k} &= \frac{n!}{(n-k)! \cdot k!} = \frac{49!}{(49-6)! \cdot 6!} \\ &= \frac{49 \cdot 48 \cdot 47 \cdot 46 \cdot 45 \cdot 44}{6!}\end{aligned}$$



4. Fall

Man wählt n Objekte und hat k Sorten zur Auswahl, wobei **Wiederholungen erlaubt** sind und die **Reihenfolge**, in der man die Objekte auswählt, **unwichtig** ist.

Formel:

$$\binom{n+k-1}{k-1}$$

Beispiel: Jörg schickt den Mathekurs Getränke einkaufen. Wir sollen fünf Flaschen kaufen und können zwischen Apfelsaft, Johannisbeersaft und Wasser wählen. Wie viele Flaschen wir jeweils kaufen, können wir selbst entscheiden,

wichtig ist nur, dass wir insgesamt fünf Flaschen haben. 5 Flaschen ($n = 5$); 3 Sorten ($k = 3$)

$$\binom{n+k-1}{k-1} = \binom{5+3-1}{3-1} = \binom{7}{2}$$

Binomialkoeffizient und pascalsches Dreieck

JONAS ARNDT, TONY ALNASRI,
CAROLIN SCHÄFER, DANNY YI

Einführung zum Binomialkoeffizienten

Der Binomialkoeffizient ist eine mathematische Funktion. Mit seiner Hilfe lässt sich eine der Grundaufgaben der Kombinatorik lösen. Er gibt an, auf wie viele verschiedene Arten man k Objekte aus einer Menge von n verschiedenen Objekten auswählen kann (ohne Zurücklegen, ohne Beachtung der Reihenfolge). Der Binomialkoeffizient ist also die Anzahl der k -elementigen Teilmengen einer n -elementigen Menge. Er wird dargestellt als $\binom{n}{k}$ (sprich „n über k“). $\binom{n}{k}$ ist eigentlich nur eine Abkürzung:

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{(n-k)! \cdot k!}.$$

Den Binomialkoeffizienten findet man auch im pascalschen Dreieck.

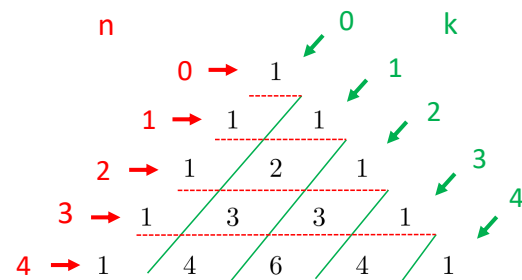


Pascalsches Dreieck

Das pascalsche Dreieck war eines der großen Themen, die wir während der Akademie behandelten. Wir begannen damit gleich am ersten Kurstag der Sommerakademie. Das pascalsche

Dreieck ist eine Darstellung von verschiedenen Zahlen; dabei addieren sich zwei nebeneinanderstehende Zahlen zur darunterstehenden (siehe unten). Das pascalsche Dreieck kann daher auch als „Additionsmauer“ bezeichnet werden.

In der obersten Zeile steht nur eine 1. In jeder zusätzlichen Zeile kommt eine Zahl hinzu, so dass es in der n -ten Zeile $n+1$ Objekte gibt. Die Zahlen an den Seiten sind immer 1, da sie jeweils nur einen Summanden haben.



Pascalsches Dreieck

Es gilt nun:

1. Die Zahlen im pascalschen Dreieck stellen die Binomialkoeffizienten dar. Dabei ist die Variable n als Zeilenindex und die Variable k als Spaltenindex zu interpretieren; Die Zählung beginne bei 0.

Das pascalsche Dreieck ist ergo wie folgt aufgebaut:

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & \binom{0}{0} & & \\ & & & & \binom{1}{0} & & \binom{1}{1} \\ & & & & \binom{2}{0} & & \binom{2}{1} & & \binom{2}{2} \\ & & & & \binom{3}{0} & & \binom{3}{1} & & \binom{3}{2} & & \binom{3}{3} \\ & & & & \binom{4}{0} & & \binom{4}{1} & & \binom{4}{2} & & \binom{4}{3} & & \binom{4}{4} \end{array}$$

Dies gilt aufgrund von

$$\binom{n}{k} + \binom{n}{k+1} = \binom{n+1}{k+1}.$$

2. Es besteht eine Achsensymmetrie, denn es gilt

$$\binom{n}{k} = \binom{n}{n-k}.$$

Dies wird wie folgt bewiesen:

Der Binomialkoeffizient ist definiert als

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{(n-k)! \cdot k!}.$$

Es wird nun $\binom{n}{k}$ zu $\binom{n}{n-k}$ umgeformt:

$$\begin{aligned}\binom{n}{n-k} &= \frac{n!}{(n-k)! \cdot (n-(n-k))!} \\ &= \frac{n!}{(n-k)! \cdot (n-n+k)!} \\ &= \frac{n!}{(n-k)! \cdot k!} = \binom{n}{k}.\end{aligned}$$

Man kann sich außerdem Folgendes überlegen:

In der n -elementigen Menge M existiert zu jeder k -elementigen Teilmenge ein Komplement, welches $n-k$ Elemente enthält. Somit ist die Anzahl der unterschiedlichen Teilmengen gleich.

3. Die äußeren Zahlen sind immer 1, da

$$\binom{n}{0} = \binom{n}{n} = 1.$$

Dies wird wie folgt bewiesen:

$$\binom{n}{0} = \frac{n!}{0! \cdot (n-0)!} = \frac{n!}{n!} = 1$$

und

$$\binom{n}{n} = \frac{n!}{n! \cdot (n-n)!} = \frac{n!}{n! \cdot 0!} = 1.$$

Aufgrund einer anderen Herangehensweise ist ein weiterer Beweis möglich:

Eine Menge M enthält nur eine 0-elementige Teilmenge, sowie:

Eine n -elementige Menge M enthält nur eine n -elementige Teilmenge.

4. Die zweite bzw. zweitletzte Zahl der n -ten Reihe entspricht n wegen

$$\binom{n}{1} = \binom{n}{n-1} = n.$$

Der Beweis dazu ist:

$$\binom{n}{1} = \frac{n!}{1! \cdot (n-1)!} = \frac{n!}{(n-1)!} = n.$$

Nach 2. gilt nun

$$\binom{n}{1} = \binom{n}{n-1}.$$

Man kann sich außerdem Folgendes überlegen:

Eine n -elementige Menge M enthält genau n 1-elementige Teilmengen, da jedes der n Element der Menge eine 1-elementige Teilmenge darstellt. Weiterhin enthält diese Menge M genau $n(n-1)$ -elementige Teilmengen, da jede $(n-1)$ -elementige Teilmenge der Menge M genau ein Element der Menge M nicht enthält; dafür gibt es demnach n Möglichkeiten.

Eine nützliche Anwendung des pascalschen Dreiecks ist es, die Werte der Binomialkoeffizienten mit niedrigem n und k zu ermitteln, da sich das pascalsche Dreieck auch ohne Berechnung der entsprechenden Binomialkoeffizienten bilden lässt (durch die Additionsmauer).

Allgemeine binomische Formeln

Wenn wir $(x+y)^n$ für verschiedene n ausmultiplizieren, merken wir, dass wir das Ganze mit dem Binomialkoeffizienten einfacher rechnen können.

Zum Beispiel gilt:

$$(x+y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$$

Nun schauen wir in die 2. Reihe des pascalschen Dreiecks und erkennen, dass die Koeffizienten genau die Binomialkoeffizienten sind:

$$(x+y)^2 = \binom{2}{0}x^2 + \binom{2}{1}xy + \binom{2}{2}y^2$$

Gilt auch für $(x + y)^3$ und $(x + y)^4$:

$$\begin{aligned}(x + y)^3 &= \binom{3}{0}x^3 + \binom{3}{1}x^2y + \binom{3}{2}x^1y^2 \\ &\quad + \binom{3}{3}y^3 \\ (x + y)^4 &= \binom{4}{0}x^4 + \binom{4}{1}x^3y + \binom{4}{2}x^2y^2 \\ &\quad + \binom{4}{3}x^1y^3 + \binom{4}{4}y^4\end{aligned}$$

Und allgemein für n:

$$\begin{aligned}(x + y)^n &= \binom{n}{0}x^n + \binom{n}{1}x^{n-1}y \\ &\quad + \binom{n}{2}x^{n-2}y^2 + \binom{n}{3}x^{n-3}y^3 \\ &\quad + \dots + \binom{n}{n-2}x^2y^{n-2} \\ &\quad + \binom{n}{n-1}x^1y^{n-1} + \binom{n}{n}y^n\end{aligned}$$

Wahrscheinlichkeitsrechnung

CAROLIN SCHÄFER, TONY ALNASRI

Beim Thema Wahrscheinlichkeiten haben wir uns zunächst mit grundlegenden Rechenmöglichkeiten wie dem Baumdiagramm und den Pfadregeln, die man auch in der Schule lernt, beschäftigt. Außerdem haben wir bei komplexeren Aufgabenstellungen mit der hypergeometrischen Verteilung gerechnet.

Bei einem **Laplace-Experiment** sind alle Ergebnisse gleichwahrscheinlich. Die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses lässt sich dann allgemein berechnen, indem man die Möglichkeiten, welche zu dem Ereignis gehören, durch alle Möglichkeiten teilt:

$$P(\text{Ereignis}) = \frac{\text{Anzahl der günstigen Fälle}}{\text{Anzahl der möglichen Fälle}}$$

Baumdiagramm und Pfadregeln

Mithilfe eines Baumdiagramms lässt sich der mögliche Ablauf eines mehrstufigen Zufallsexperiments mit endlich vielen möglichen Ergebnissen darstellen und analysieren. Zudem ist es

damit möglich, auf Grundlage der ersten und zweiten Pfadregel die Wahrscheinlichkeiten für zusammengesetzte Ereignisse eines solchen Experiments in einfacher Weise zu berechnen.



Erste Pfadregel (Produktregel)

Bei einem mehrstufigen Zufallsexperiment ist die Wahrscheinlichkeit eines Ergebnisses gleich seiner Pfadwahrscheinlichkeit, d. h. gleich dem Produkt der Wahrscheinlichkeiten entlang des Pfades, der dem zugehörigen Ergebnis im Baumdiagramm führt.

Beispiel: 3-maliges Würfeln

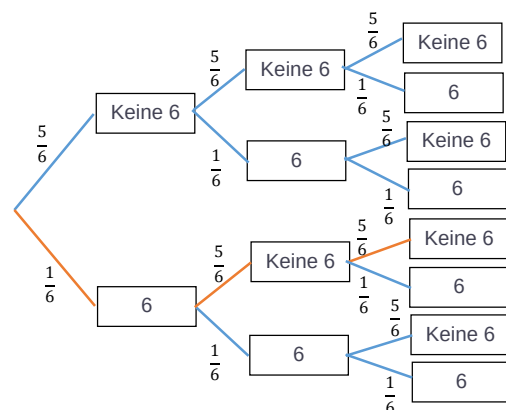


Abbildung zur ersten Pfadregel

$$\begin{aligned}P(6; \text{keine } 6; \text{keine } 6) \\ &= \frac{1}{6} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{5}{6} = \frac{25}{216} \\ &\approx 0,1157 = 11,57\%\end{aligned}$$

Zweite Pfadregel (Summenregel)

Bei einem mehrstufigen Zufallsexperiment ist die Wahrscheinlichkeit eines (zusammengesetzten) Ereignisses gleich der Summe der Wahrscheinlichkeiten aller Pfade, die zu seinen zugehörigen Ergebnissen führen.

Beispiel: 3-maliges Würfeln

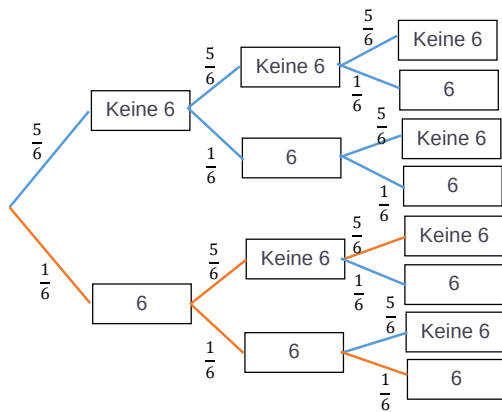


Abbildung zur zweiten Pfadregel

$$\begin{aligned}
 &P(\text{dreimal 6 oder (6; keine 6; keine 6)}) \\
 &= \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{6} + \frac{25}{216} = \frac{26}{216} \\
 &\approx 0,1204 = 12,04\%
 \end{aligned}$$

Hypergeometrische Verteilung

Die hypergeometrische Verteilung kann man anwenden, wenn man n Objekte hat, von denen n_1 Objekte eine bestimmte Eigenschaft haben, die die restlichen n_2 Objekte nicht haben. Jetzt wählt man aus den n Objekten k Objekte ohne Wiederholung aus, von denen k_1 Objekte die Eigenschaft haben sollen und k_2 Objekte nicht. Die Reihenfolge, in der man die Objekte auswählt, ist unwichtig. Um die Wahrscheinlichkeit für dieses Ereignis zu berechnen, benötigt man folgende Formel, die hypergeometrische Verteilung:

$$P = \frac{\binom{n_1}{k_1} \cdot \binom{n_2}{k_2}}{\binom{n}{k}}$$

Beispiel 1: In einer Urne befinden sich 8 rote und 7 weiße Kugeln. Ohne Zurücklegen werden

vier Kugeln gezogen, wobei die Reihenfolge unwichtig ist. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit P , dass man aus der Urne drei rote und eine weiße Kugel zieht?

8 rote Kugeln ($n_1 = 8$); 7 weiße Kugeln ($n_2 = 7$); insgesamt 15 Kugeln ($n = 15$); 4 gezogene Kugeln ($k = 4$); 3 rote, gezogene Kugeln ($k_1 = 3$); 1 weiße, gezogene Kugel ($k_2 = 1$)

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{\binom{n_1}{k_1} \cdot \binom{n_2}{k_2}}{\binom{n}{k}} = \frac{\binom{8}{3} \cdot \binom{7}{1}}{\binom{15}{4}} \\
 &\approx 0,29 = 29\%
 \end{aligned}$$

Beispiel 2: Dies kann man beliebig erweitern. In einer Urne befinden sich 3 grüne, 6 blaue und 5 gelbe Kugeln. Man zieht 8 Kugeln ohne Zurücklegen und ohne die Reihenfolge zu beachten. Wie wahrscheinlich ist es, dass man 2 grüne, 2 blaue und 4 gelbe Kugeln zieht? 3 grüne Kugeln ($n_1 = 3$); 6 blaue Kugeln ($n_2 = 6$); 5 gelbe Kugeln ($n_3 = 5$); insgesamt 14 Kugeln ($n = 14$); 8 gezogene Kugeln ($k = 8$); 2 grüne, gezogene Kugeln ($k_1 = 2$); 2 blaue, gezogene Kugeln ($k_2 = 2$); 4 gelbe, gezogene Kugeln ($k_3 = 4$)

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{\binom{n_1}{k_1} \cdot \binom{n_2}{k_2} \cdot \binom{n_3}{k_3}}{\binom{n}{k}} = \frac{\binom{3}{2} \cdot \binom{6}{2} \cdot \binom{5}{4}}{\binom{14}{8}} \\
 &\approx 0,075 = 7,5\%
 \end{aligned}$$

Geburtstagsproblem

Das Geburtstagsproblem hat, wie der Name schon sagt, mit Geburtstagen zu tun. Es geht darum, die Wahrscheinlichkeit zu berechnen, dass mindestens 2 aus n zufällig ausgewählten Menschen am gleichen Tag Geburtstag haben. Lösung: Wir demonstrieren die Rechnung für eine Gruppe von 25 Personen ($n = 25$). Wir bestimmen zuerst die Gegenwahrscheinlichkeit, dass das Ereignis (2 aus 25 Personen haben am gleichen Tag Geburtstag) nicht eintritt. Die erste Person hat 365 Tage zur Auswahl, um Geburtstag zu haben. Der zweiten Person bleiben jetzt nur noch 364 Tage, um Geburtstag zu haben, weil wir ja nicht wollen, dass zwei Personen am gleichen Tag Geburtstag haben. Der dritten Person bleiben jetzt noch 363 Tage, um Geburtstag zu haben, weil wir ja wollen, dass

auch die dritte Person an einem Tag alleine Geburtstag hat. usw. Die 25. Person hat nur noch 341 Tage frei, um Geburtstag zu haben.

$$P = \frac{365}{365} \cdot \frac{364}{365} \cdot \frac{363}{365} \cdot \dots \cdot \frac{342}{365} \cdot \frac{341}{365} \\ \approx 0,4313 = 43,13\%$$

Dies ist die Wahrscheinlichkeit, dass 25 Personen an verschiedenen Tagen Geburtstag haben. Die beiden Wahrscheinlichkeiten, dass alle an verschiedenen Tagen Geburtstag haben, und dass mindestens zwei am gleichen Tag Geburtstag haben, müssen addiert 100 % ergeben. Wir ziehen davon die unerwünschten Fälle (alle an verschiedenen Tagen) ab.

$$1 - 0,4313 = 0,5687 = 56,87\%$$

Das ist jetzt die Wahrscheinlichkeit, dass mindestens 2 aus 25 Personen am gleichen Tag Geburtstag haben. So einen hohen Wert erwarten die wenigsten. Daran sieht man, dass es sich lohnen kann, Wahrscheinlichkeiten zu berechnen, weil der erste Schein oft trügt.



Vollständige Induktion

NICO HORSACK

Die vollständige Induktion ist eine Beweismethode aus der Mathematik, mithilfe derer man Aussagen über alle natürlichen Zahlen beweisen kann. Die Idee besteht darin, dass man die Aussage für einen Sonderfall, die kleinste Zahl, beweist und durch die Annahme, dass sie für n Elemente gilt, beweist, dass sie auch für $n + 1$ Elemente gilt. Diese Beweistechnik haben wir uns zusammen im Kurs erarbeitet und an vielen Beispielen aus der Mathematik

angewandt, zum Beispiel an der Gaußschen Summenformel, die wir hier auch beweisen wollen. Außerdem haben wir mit ihrer Hilfe auch den „Gilbreath“-Zaubertrick bewiesen.

Die Gaußsche Summenformel besagt: Für alle $n \in \mathbb{N}$ gilt

$$1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Zuerst kommt der **Induktionsanfang**, bei dem die Aussage für die kleinste Zahl gezeigt wird:

Induktionsanfang: $n = 1$

$$1 = \frac{1 \cdot (1 + 1)}{2}$$

Als Nächstes kommt der **Induktionsschritt**, welcher aus drei Teilen besteht:

- **Induktionsannahme.** Bei dieser wird die Aussage für ein n als gültig angenommen. Das ist möglich, weil nach Induktionsanfang gezeigt wurde, dass sie für ein n gilt:

Induktionsannahme:

$$1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$$

- Nun kommt die **Induktionsbehauptung.** Es wird behauptet, dass die Aussage dadurch, dass sie für n gilt, auch für $n + 1$ gilt. Induktionsbehauptung:

$$1 + \dots + n + n + 1 = \frac{(n+1)(n+2)}{2}$$

- Die Induktionsbehauptung wird nun durch Umformung und unter Verwendung der Induktionsannahme bewiesen.

Beweis:

$$\begin{aligned} 1 + \dots + n + n + 1 &= \frac{(n+1)(n+2)}{2} \\ \Leftrightarrow \frac{n(n+1)}{2} + n + 1 &= \frac{n^2 + 3n + 2}{2} \\ \Leftrightarrow n(n+1) + 2n + 2 &= n^2 + 3n + 2 \\ \Leftrightarrow n^2 + 3n + 2 &= n^2 + 3n + 2 \end{aligned}$$

Da nun nach Umformungen gezeigt wurde, dass die Gleichung, da sie für n stimmt, auch für

$n + 1$ stimmt, ist sie für alle n bewiesen, denn nun kann $n + 1$ einfach als n angesehen werden, was beweist, dass die Formel auch für das nächsthöhere n gilt. Das kann man sich wie einen Dominoeffekt vorstellen.



Gilbreath Trick

SOLVEIG DENGLER

Der Trick

Vorbereitung: Bereite einen Stapel mit n roten und n schwarzen Karten vor, die abwechselnd liegen.

Durchführung: Der Zauberer zählt nun die Karten von oben von dem Stapel einzeln herunter und der Zuschauer sagt ungefähr bei der Hälfte „Stopp“. So entstehen zwei Stapel. Nun macht der Zuschauer einen Riffle Shuffle mit diesen beiden Stapeln und der Zauberer legt ein Tuch über den entstandenen Kartenstapel. Der Zauberer zaubert nun immer eine schwarze und eine rote Karte hervor.

Begründung

Aussage

Es liegen immer eine rote und eine schwarze Karte paarweise zusammen. So sind die erste und die zweite Karte, sowie die dritte und die vierte Karte usw. immer ein rot-schwarzes Paar. (Hierbei ist jedoch noch nicht klar, welche Karte rot und welche Karte schwarz ist.)

Beweis (durch Induktion nach n)

Induktionsanfang: $n = 1$: Aussage wahr (Wenn wir eine rote und eine schwarze Karte haben, so müssen die rote und die schwarze Karte als Paar zusammen liegen.)

Induktionsschritt: $n \Rightarrow n + 1$

Induktionsannahme: Die Aussage gilt für n .

Induktionsbehauptung: Die Aussage gilt für $n + 1$.

Beweis: Nimm einen Stapel mit $2(n + 1)$ Karten (rot/schwarz abwechselnd) und bilde zwei Stapel wie oben. Die Farben der untersten beiden Karten sind verschieden, da zu Beginn die oberste und unterste Karte des Stapels verschiedene Farben hatten und die ehemals oberste Karte durch das Herunterzählen (vor dem Stopp-Sagen) jetzt die untere des zweiten Stapels ist.

Wir nehmen an, dass die rechte untere Karte rot ist. Wo ist sie nach dem Riffle Shuffle?

Fall 1: Die rote Karte liegt ganz unten. Über ihr liegt die schwarze des rechten oder die unterste (schwarze!) des linken Stapels.
 $\Rightarrow$ Die beiden unteren Karten des neuen Stapels bilden ein rot-schwarzes Pärchen.

Fall 2: Sie liegt als zweite Karte von unten. Unter ihr muss also die schwarze Karte des linken Stapels liegen.
 $\Rightarrow$ Die unteren Karten bilden ein rot-schwarzes Pärchen.

Fall 3: Sie liegt mindestens als dritte von unten.
 $\Rightarrow$ Die untersten Karten des neuen Stapels sind die untersten Karten des linken Teilstapels, also ein Pärchen aus Schwarz und Rot.

Entfernen wir nun das unterste Pärchen, liegt darüber ein Stapel aus $2n$ Karten, die durch Abzählen und Riffle Shuffle aus $2n$ abwechselnd gelegten Karten entstanden sind. Nach Induktionsannahme sind dies n rot-schwarze Pärchen.

Varianten

Statt den Stapel zu Beginn nur nach Schwarz-Rot zu sortieren, ist es auch möglich, ihn auch

nach allen vier verschiedenen Farben zu sortieren (immer gleiche Reihenfolge!). Dann haben immer vier Karten, die zusammen liegen, alle vier verschiedenen Farben. So kann man auch nach Werten sortieren und sieben verschiedene Werte immer in derselben Reihenfolge anordnen. Somit haben sieben übereinander liegende Karten immer sieben verschiedene Werte.



Modulo-Rechnung

CARLA BAER, JONATHAN NOTTER

Eines unserer Kursthemen war die Modulo-Rechnung, welche nicht nur bei uns, sondern auch bei den Informatikern von Bedeutung war. Zuerst haben wir uns das Grundprinzip klar gemacht und anschließend diverse Rechenregeln kennengelernt und diese bewiesen. All das war nötig, um anschließend mit Hilfe dieser Rechenmethode einige unserer Tricks (wie z. B. den Unmöglich-Trick) verstehen und erklären zu können.

Das Rechnen mit Modulo ist eigentlich nichts anderes als das Rechnen mit Rest. Und das machen wir jeden Tag: Wollen wir zum Beispiel 22 Uhr plus 8 Stunden rechnen, so lautet unsere Antwort nicht 30 Uhr, sondern 6 Uhr. Wir teilen also durch 24 und betrachten nur den Rest (in diesem Beispiel 6) als Ergebnis. Beim Modulo-Rechnen ist also nur der Rest entscheidend, den eine Zahl beim Teilen durch n (im Beispiel war $n = 24$) lässt.

Allgemein gilt: Wenn zwei Zahlen a, b beim Teilen durch n den gleichen Rest lassen, sind sie **kongruent modulo n** . Dafür schreibt man:

$$a \equiv b \pmod{n}$$

Um Aufgaben zur Modulo-Rechnung lösen zu können, mussten wir uns zuerst die bereits erwähnten Rechengesetze aneignen. Hier ein kleiner Auszug dieser Gesetze:

Haben wir beispielsweise zwei Gleichungen mit demselben Modulus (das heißt, sie werden beide durch die gleiche Zahl geteilt), so lassen sich diese beiden addieren bzw. subtrahieren:

Man nehme die beiden Gleichungen $a \equiv b$ und $c \equiv d$ (modulo n , für ein $n \in \mathbb{N}$). Dann gilt: $a + c \equiv b + d$ sowie $a - c \equiv b - d$. Dasselbe gilt auch für die Multiplikation: $a \cdot c \equiv b \cdot d$.

Für die Modulo-Rechnung gibt es viele interessante Anwendungen. Hier ein Beispiel:

Was ist $2^{2018} \pmod{5}$? Betrachtet man $2^0, 2^1, 2^2, 2^3, \dots$, erkennt man eine bestimmte Reihenfolge:

$$2^0 \equiv 1 \pmod{5}$$

$$2^1 \equiv 2 \pmod{5}$$

$$2^2 \equiv 4 \pmod{5}$$

$$2^3 \equiv 3 \pmod{5}$$

$$2^4 \equiv 1 \pmod{5}$$

...

Es wiederholt sich also die Folge: 1,2,4,3, ...

Betrachtet man die Exponenten, kann man diese Regel aufstellen:

$$2^x \equiv \begin{cases} 1 \pmod{5} & \text{falls } x \equiv 0 \pmod{4} \\ 2 \pmod{5} & \text{falls } x \equiv 1 \pmod{4} \\ 4 \pmod{5} & \text{falls } x \equiv 2 \pmod{4} \\ 3 \pmod{5} & \text{falls } x \equiv 3 \pmod{4} \end{cases}$$

Nun zurück zur Anfangsaufgabe: Was ist $2^{2018} \pmod{5}$?

Wegen $2018 \equiv 2 \pmod{4}$ ist laut unserer Regel

$$2^{2018} \equiv 4 \pmod{5}$$

Schubfachprinzip

SOLVEIG DENGLER

Das Schubfachprinzip ist ein mathematisches Prinzip. Es besagt: Wenn m Objekte in n Kategorien aufgeteilt werden und $m > n$ ist, dann muss es mindestens eine Kategorie geben, die mindestens zwei Objekte enthält.

Beispiel: Ich habe drei T-Shirts und zwei Schubladen, so müssen sich in einer der beiden Schubladen mindestens zwei T-Shirts befinden.



Beweisen mit dem Schubfachprinzip

Beim Beweisen mit dem Schubfachprinzip muss man zuerst die Kategorien und die Objekte definieren und dann diese zum Beweisen nutzen.

Beispiel 1: Gegeben seien eine Gerade und ein Dreieck ABC. Die Gerade geht durch keinen Punkt des Dreiecks. Zeige, dass die Gerade nicht alle Seiten des Dreiecks schneidet.

Kategorien: die beiden Flächen auf der rechten und der linken Seite der Gerade

Objekte: drei Ecken des Dreiecks

⇒ Zwei Ecken des Dreiecks liegen in einer Fläche rechts oder links neben der Gerade, da die Anzahl der Objekte größer ist als die der Kategorien. Somit kann die Gerade die Seite zwischen diesen Ecken nicht schneiden.

Beispiel 2: Wir betrachten die Zahlen $1, 2, \dots, 2n$ und nehmen eine beliebige $(n + 1)$ -elementige Teilmenge davon. In dieser Teilmenge gibt es dann immer zwei Zahlen, die keinen gemeinsamen Teiler haben.

Objekte: $n + 1$ Zahlen in der Teilmenge
Kategorien: 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6, $\dots, 2n - 1$ und $2n$ (immer 2 aufeinander folgende Zahlen ergeben eine Kategorie, also n Kategorien)

⇒ Es muss zwei aufeinanderfolgende Zahlen in der Teilmenge geben, da es $n + 1$ Objekte und nur n Kategorien gibt und somit zwei Objekte in einer Kategorie sind, was bedeutet, dass sie aufeinanderfolgend sind. Aufeinanderfolgende Zahlen haben keinen gemeinsamen Teiler und somit gibt es immer zwei Zahlen, die keinen gemeinsamen Teiler haben.

Unmöglich-Trick

JONATHAN NOTTER, CARLA BAER

Den krönenden Abschluss unserer Präsentation bildete der „Unmöglich“-Trick. Bereits in unserem Programmheft groß angekündigt, warteten wir gespannt auf die Erklärung dieses beeindruckenden Kunststückes. Mit Hilfe von vier zufällig ausgewählten Karten eine fünfte so zu verschlüsseln, dass der Zauberer die gesuchte Karte nennen kann, ist das Magie? Nein, Mathematik! Nachdem wir uns die mathematischen Grundlagen der Modulo-Rechnung, Kombinatorik und des Schubfachprinzips angeeignet hatten, konnten wir uns endlich dem Trick zuwenden:



Durchführung

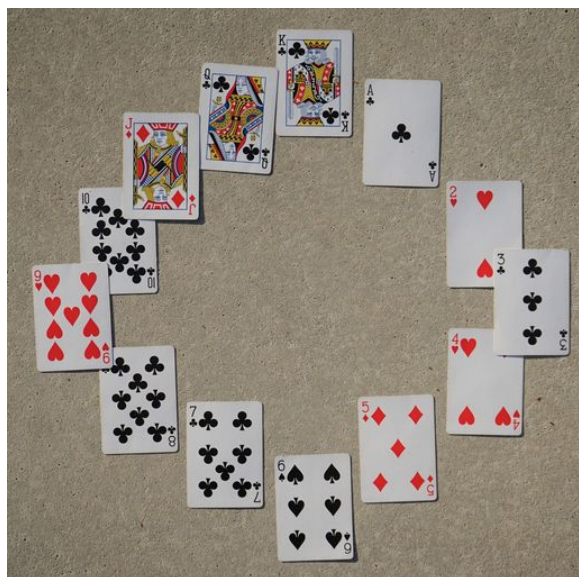
Vorzubereiten ist nicht wirklich viel, lediglich eine gute Absprache zwischen Zauberer und Assistent, sowie die allgegenwärtig bekannte Übung ist von Bedeutung. Hier heißt es wie so oft „Übung macht den Meister“. Die eigentliche Durchführung vor dem Publikum beginnt

damit, dass ein Zuschauer fünf beliebige Karten aus dem 52-Blatt-Deck wählt. Aus diesen wählt der Assistent vier aus, die er offen auf den Tisch legt, um so die fünfte Karte dem Zauberer zu verschlüsseln. Die übrige Karte zeigt er dem Publikum und legt sie zur Seite. Nun werden die vier anderen Karten dem Zauberer gezeigt und dieser nennt die fehlende Karte. Atemberaubend!

Auflösung

Laut Schubfachprinzip muss es bei den fünf Karten immer mindestens zwei der gleichen Farbe (Herz, Karo, Pik, Kreuz) geben. Aus diesen beiden wählt der Assistent, die zu verschlüsselnde Karte nach folgendem Prinzip aus: Markiert man auf einer gewöhnlichen Uhr zwei Uhrzeiten, so sind diese höchstens 6 Stunden auseinander. (Bsp. 2 und 9 sind markiert → 2 ist fünf Stunden später als 9).

Betrachtet man die Kartenuhr, sieht man, dass zwei Karten in einer Richtung im Uhrzeigersinn maximal einen Abstand von sechs Karten haben können.

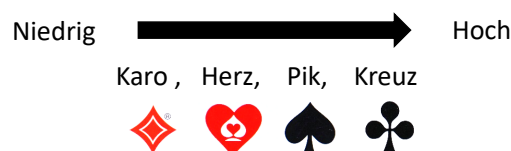


Kartenuhr

Nun wählt man die Karte der beiden (mit gleicher Farbe), von der aus sich die andere Karte innerhalb der sechs-Schritte-Reichweite im Uhrzeigersinn befindet. Diese Karte ist die erste, die der Assistent auslegt. Mit Hilfe der verbleibenden drei Karten verschlüsselt der Assistent

die Anzahl der Schritte, die der Zauberer von der ersten ausgelegten Karte zählen muss.

Der Zauberer und Assistent kennen den Wert der einzelnen Karten und können somit die Karten der Größe nach sortieren. Die Reihenfolge der Kartenwerte ist im Diagramm gezeigt.



2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, Bube, Dame, König, Ass

Reihenfolge der Kartenwerte

Mit diesem Wissen wandelt der Assistent die Kartenwerte in eine Zahl um: Es gibt sechs Möglichkeiten für die Reihenfolge der verbleibenden drei Karten (zum Beispiel klein-mittel-groß, klein-groß-mittel usw.). Jede dieser Möglichkeiten kodiert nun eine Schrittweite wie in der Tabelle dargestellt.

1. Karte	2. Karte	3. Karte	Wert
K	M	G	1
K	G	M	2
M	K	G	3
M	G	K	4
G	K	M	5
G	M	K	6

Umwandlung der Kartenwerte in eine Zahl; K steht für die Karte mit dem kleinsten Wert, M mittleren, G für den größten

Dies ist die Anzahl der Schritte, die der Zauberer von der ersten Karte auf der Kartenuhr weitergehen muss, um bei der gesuchten Karte zu landen. Wie oben erklärt reichen sechs Schritte immer aus. Die Farbe ist ja bereits bekannt, also kennt der Zauberer nun die fünfte Karte.

Insgesamt ein verblüffender und spannender Trick, hinter dem sehr viel Mathematik steckt. Man kann also sagen:

Mathemagie, keine Zauberei!

Kurs 5 – Philosophie: Was ist Zeit?



Vorwort

FARINA GERHARZ, ALEXANDER DROSS,
TIZIANA ILIE

In einer beschleunigten Gesellschaft, in der des Öfteren aus zeitökonomischen Gründen mehrere Tätigkeiten auf einmal verrichtet werden, stellt sich nicht selten die Frage nach der Zeit. Ist zu wenig davon vorhanden, fühlt man sich schnell gehetzt, ist zu viel davon vorhanden, kann sich Langeweile einstellen. Doch was ist diese Zeit eigentlich, die jeder glaubt zu kennen? Ist sie objektiv, also stets vorhanden, oder ist sie subjektiv und damit abhängig von unserem Empfinden und unserer Wahrnehmung? Die Frage nach der Zeit beschäftigt nicht nur

die Philosophen in den vergangenen Zeiten, sondern auch den diesjährigen Philosophiekurs mit seinen Teilnehmern – den Philosophen der Zukunft.

Neben den beiden Kursleitern Alexander Droß und Farina Gerharz fanden sich im Seminarraum 6 jeden Morgen zwölf ausgesprochen motivierte Teilnehmerinnen und Teilnehmer und deren wundervolle Schülermentorin Tiziana zum Philosophieren über die Zeit ein. Nach einer Einführung in das Handwerkszeug des Philosophierens wurden philosophische Texte zum Thema gelesen, bearbeitet und hermeneutisch analysiert bzw. interpretiert. Dabei entstanden nicht selten hitzige Diskussionen, in denen

die Argumente ausgewählter Philosophen unseren kritischen Denkweisen standhalten mussten oder aber völlig verworfen wurden.

In Gruppen- oder Einzelarbeiten wurde dann auf den allseits beliebten Sofas oder an einem sonnigen Plätzchen mit den hochmodernen kleinen Tablet-PCs kreativ gearbeitet. Hier entstanden die unterschiedlichen Textsorten für unsere geplante philosophische Zeitung. Dazu gehörte auch, die Philosophie einmal hautnah in einer echten Tropfsteinhöhle erleben zu können. Platon wäre stolz auf uns.

Wer so hart arbeitet, braucht ab und zu natürlich auch einmal eine Denkpause. Hierzu dienten – neben Tee und Gebäck aller Art – vor allem kleine Energizer mit Ohrwurmcharakter, um wieder zu geistiger Kraft zu kommen. Aber auch die Kooperationsspiele stießen auf große Beliebtheit im Kurs. Vor allem das Planenspiel ließ die Teilnehmer so richtig strahlen.

Im Folgenden sind Sie herzlich eingeladen, sich ein genaueres Bild unserer Arbeit während dieser zwei aufregenden Wochen zu machen. Dafür haben sich unsere Teilnehmerinnen und Teilnehmer noch einmal die Zeit genommen, Sie genauer zu informieren. Wir wünschen viel Spaß bei den neuen Erkenntnissen und hoffen, dass Sie die Begeisterung des ganzen Kurses in jeder einzelnen Zeile wiedererkennen werden. Es sei am Ende nur so viel verraten: Unsere Philosophen haben ja noch viel Zeit für ihre persönlichen Abhandlungen über die Zeit.

Inhaltliche Grundlagen erkenntnistheoretischer Art sowie Methodik

Die fünf Säulen des Philosophierens

TIM KRAUSKOPF

Bevor wir überhaupt beginnen konnten zu philosophieren, mussten wir uns zunächst die Grundlagen des Philosophierens aneignen.

Diese lassen sich mithilfe eines Fünf-Säulen-Modells darstellen. Es setzt sich aus den folgenden Säulen zusammen: 1. Präzise Begriffserklärung, 2. Folgerichtiges Argumentieren, 3. Dilemmata,

4. Gedankenexperiment und 5. Faire Textinterpretation. Im Folgenden werden die einzelnen Säulen näher erläutert.



Die Fünf Säulen

Präzise Begriffserklärung

Eine exakte Begriffserklärung ist für zielgerichtetes Philosophieren unerlässlich. Ziel ist es zu verhindern, dass unter falschen Voraussetzungen philosophiert wird. Ein Beispiel hierfür ist der Begriff *Gerechtigkeit*. Bevor begonnen wird, ihn zu untersuchen, muss er genau definiert werden. Eine Möglichkeit ist beispielsweise: Gerechtigkeit ist eine menschliche Tugend, die jedem das gleiche Recht, also die gleiche Chance, gewährt. Mit dieser Definition ist eine Basis für anschließendes Philosophieren gelegt, da nun alle Beteiligten von der gleichen Grundannahme ausgehen.

Folgerichtiges Argumentieren

In der Philosophie wird viel diskutiert. Mithilfe von Argumenten wird versucht, die eigene Meinung möglichst plausibel erscheinen zu lassen. Dabei ist es wichtig, folgerichtig zu argumentieren. Argumente können auf zwei Ebenen analysiert werden. Es gibt zum einen die rein logische Ebene und zum anderen die inhaltliche Ebene. Bei der logischen Ebene spielt der Inhalt zunächst keine Rolle. In der Philosophie wird dabei von der Aussagenlogik gesprochen.

Dies kann an einem Beispiel verdeutlicht werden: Nehmen wir die beiden Prämissen 1. *Pinguine sind schwarz-weiß* und 2. *Alte Fernsehsendungen sind schwarz-weiß*. Daraus würden wir folgern, dass auch *einige Pinguine alte Fernsehsendungen seien*. Hier finden wir, rein for-

mal gesehen, eine logische Argumentation, obwohl der Inhalt falsch klingt. Argumente lassen sich aber auch inhaltlich untersuchen. Dabei können sie fünf Ebenen zugeordnet werden:

Bezug auf Autoritäten

Oft wird sich beim Argumentieren auf Autoritäten bezogen. Das können Gesetze, aber auch Lehrer, Eltern, Polizeibeamte usw. sein. Beispielsweise würde man sich auf eine Autorität beziehen, wenn wie folgt argumentiert wird: *Du darfst nicht stehlen, weil dies laut §242 verboten ist.*

Bezug auf Erfahrungen

Beim Argumentieren wird sich auch häufig auf persönliche Erfahrungen bezogen. Ein Beispiel: *Du darfst nicht stehlen, weil ich selbst schon einmal etwas gestohlen habe, danach eine Zeit im Gefängnis verbracht habe und dies keine angenehme Zeit war.*

Angriff auf die Logik

Oft wird als Argument auch ein Angriff auf die Logik der Argumente des Diskurspartners genutzt. Solch ein Argument könnte so aufgebaut sein: *Deine ganze Argumentation ist doch ohne jeden Sinn und Verstand.*

Argumentum ad hominem

Dieser Begriff stammt aus dem Lateinischen und bedeutet Argument gegen die Person. Dabei wird der Diskurspartner persönlich angegriffen: *Du besitzt doch gar nicht die fachliche Kompetenz, um mit mir überhaupt diskutieren zu können.*

Argumentum ad rem

Auch dieser Begriff stammt ebenfalls aus dem Lateinischen und bedeutet so viel wie das Argument für die Sache. Diese Ebene beschäftigt sich unvoreingenommen mit dem Thema und argumentiert nur auf einer Sachebene. In einer guten Diskussion sollten sich nur solche Argumente wiederfinden lassen. Auch hierzu

ein Beispiel: *Du sollst nicht stehlen, weil du damit einer anderen Person etwas, möglicherweise hart Erarbeitetes bzw. Verdientes, ohne Recht wegnimmst.*

Dilemmata

In der Philosophie dienen Dilemmata zur Meinungsbildung. Es werden Situationen konstruiert, um ethische Grundprinzipien auf ihre Tauglichkeit zu prüfen. Ein Dilemma beschreibt eine Situation, in der meist zwischen zwei unangenehmen Möglichkeiten entschieden werden muss. Es ist nicht möglich, durch logisches Denken eine ideale und klare Antwort zu finden.

Anhand dieser Zwickmühlen lässt sich eine Meinung zu bestimmten ethischen Prinzipien fällen. Egal, welche Antwort gefunden wird, sie wird immer gegen ein grundlegendes ethisches Gebot verstoßen. Dilemmata offenbaren aufgrund ihrer Ausweglosigkeit paradoxe Strukturen.

Ein berühmtes Dilemma ist das sogenannte „Heinz-Dilemma“. Eine Frau hat eine besondere Krebsart und liegt im Sterben. Es gibt nur ein Medikament, welches sie retten könnte. Ein Apotheker bietet dieses von ihm selbst entwickelte Präparat für 20.000 € an. Heinz, der Mann der erkrankten Frau, spart zwar, bekommt allerdings nur 10.000 € zusammen. Er erzählt dem Apotheker von seiner Frau und bittet diesen, ihm das Medikament zur Hälfte des Preises zu verkaufen. Der Apotheker verweigert ihm allerdings den Kauf. Nun überlegt Heinz, ob er das Medikament stehlen soll.

Hier kann auf verschiedenen moralischen Ebenen argumentiert werden. Sowohl auf einer sehr niedrigen Ebene: *Wenn Heinz das Medikament stiehlt, erhält er eine Strafe* als auch auf einem moralisch sehr hohen Niveau: *Heinz hat die persönliche Maxime, dass Stehlen Unrecht ist und tut es deswegen unter keinen Umständen.* Es kann natürlich auch der Raub des Medikamentes begründet werden: *Leben ist wertvoll und steht über allem Materiellen.* Doch hier wird schnell deutlich, dass es unmöglich ist, eine klare Antwort zu finden.

Gedankenexperiment

Bei einem Gedankenexperiment wird eine bestimmte, meist irreale Situation in Gedanken konstruiert. Ziel ist es dabei, Ideen zu provozieren und neue Gedanken und Sichtweisen anzustoßen. Ebenfalls kann es genutzt werden, um eine philosophische Theorie zu veranschaulichen. Gedankenexperimente werden auch als Beweis oder Argument für eine These verwendet. Genauso lassen sich mit ihnen Thesen widerlegen. Oft wirft ein Gedankenexperiment auch viele neue Fragen auf. Ein Beispiel hierfür wäre das „Gehirn im Tank“: *Stell dir vor, unsere Gehirne schwämmen in einem Tank voller Nährlösung und wären an einen Supercomputer angeschlossen, der all unsere Sinneswahrnehmungen simuliert.* Dies wirft unweigerlich eine Vielzahl an Fragen auf. Hast du irgendeine Chance zu erkennen, dass alles nur eine Simulation ist? Was macht uns denn so sicher, dass wir glauben zu existieren? Wie sicher können wir wissen, dass die Wirklichkeit auch wirklich ist? Schon jetzt wird deutlich, was für eine Fülle an neuen Gedanken und Ideen dieses Gedankenexperiment provoziert.

Faire Textinterpretation

Die faire Textinterpretation, auch Hermeneutik genannt, ist eine Theorie des Interpretierens und Verstehens von Texten. In der Philosophie spielt das Lesen von philosophischen Texten eine zentrale Rolle. Die Hermeneutik erklärt dabei, wie vorzugehen ist. Am Anfang steht das sorgfältige Lesen eines philosophischen Textes. Daraufhin wird versucht, den Text zu verstehen und zu rekonstruieren. Dabei wird unter anderem die Logik betrachtet, indem Prämissen und Konklusionen untersucht werden. Nun muss der Text verteidigt werden. Hierbei wird geprüft, ob die Argumente und die Sichtweise des Autors zu verstehen und nachzuvollziehen sind.

Erst danach darf der Text angegriffen werden. Dabei wird formale und inhaltliche Kritik geübt. Im Anschluss kann der Text bewertet und ein persönliches Fazit gezogen werden. Mithilfe dieses Fünf-Säulen-Modells ist nun eine Basis für das Philosophieren gelegt. Doch bevor da-

mit begonnen wird, sollten die zwei wichtigsten philosophischen Grundströmungen beleuchtet werden.

Empirismus und Rationalismus

LAURA STOCK

Ein Philosoph ist *per definitionem* ein Freund der Weisheit. Aber wie genau diese Weisheit und die damit verbundene Erkenntnisse erlangt werden kann, ist eine zeitlose Kontroverse innerhalb der Philosophie. Diese Kontroverse basiert auf der Grundlage des Empirismus und des Rationalismus. Auf diese zwei Grundströmungen nehmen sehr viele Philosophen Bezug, weshalb es notwendig war, uns mit ihnen zu beschäftigen.

Der Empirist behauptet, der Mensch komme als *tabula rasa*, sozusagen als unbeschriebenes Blatt, auf die Welt. Ihm sei kein Verständnis für die Welt eingegeben, sondern er erlange das Verständnis durch Erfahrung. Dem Verstand fiele die Rolle zu, die Sinnesindrücke zu verarbeiten und zu sortieren, „in Schubladen zu kategorisieren“. Ohne zuvor wahrgenommen zu haben, sei es auch nicht möglich, über etwas nachzudenken, da es keinen Gegenstand des Nachdenkens geben könne.

Diametral entgegengesetzt steht die Position des Rationalisten. Er rückt den menschlichen Verstand in den Mittelpunkt. Erkenntnisse über die Welt ließen sich nur durch Nachdenken erfassen. Die Sinne täuschten den Menschen dabei nur, und die Welt ließe sich ausschließlich durch logisches Denken ergründen. Dieses Denken folge dem Vorbild der Mathematik, in der ebenfalls aufgrund weniger Axiome (Grundannahmen) Überlegungen vollzogen werden.

Der schottische Philosoph David Hume war gemäßiger Empirist. Er sagte, es gebe zwei verschiedene Arten von Wahrheiten. Einerseits die Beziehungen von Vorstellungen (Vernunftwahrheiten), die rationalistischer Natur sind. Dazu zählen Mathematik und Logik. Merkmale dieser Art Wahrheit sind, dass ihr Gegenteil nicht möglich ist, und sie somit absolut gewiss stimmen ($2+2=4$). Für Hume ist das die einzige sichere Form der Erkenntnis, nur bringt sie keinen Aufschluss über die Wirk-

lichkeit der Dinge und der Welt, in der sich der Mensch zurechtfinden muss. Um diese zu erkennen, werden Tatsachenwahrheiten benötigt. „Alltagswahrheiten“, wie „die Sonne geht auf“, lassen sich nicht durch reines Nachdenken festmachen. Was die Tatsachenwahrheiten von den Vernunftwahrheiten unterscheidet, ist, dass das Gegenteil einer Tatsachenwahrheit ohne logischen Widerspruch möglich wäre. „Die Sonne geht nicht auf“ ist ohne logischen Widerspruch denkbar. Die Dinge der Welt könnten auch ohne Weiteres anders beschaffen sein, als sie es tatsächlich sind. Die Tatsachenwahrheiten sind zwar nützlich, jedoch nicht gesichert. Nun sind sie mit den Grundlagen der Philosophie vertraut. Um jetzt konkreter zu werden, betrachten wir die Zeittheorien verschiedener Philosophen.

Philosophiehistorischer Hintergrund

ÉVA HANKÓ

Antike Philosophie und Sophistik

Die abendländische Philosophie nahm ihren Anfang an den Küsten des Mittelmeers. Durch den Handel erlangten die griechischen Kolonialstädte nicht nur Wohlstand, sondern auch ihnen bislang unbekannte Kenntnisse über Themen, wie zum Beispiel Mathematik und Astronomie. Überdies erweiterten diese fremden Kulturen durch regen Austausch ihren geistigen Horizont, wodurch sich regional auch Wechsel von politischen Systemen und Staatsformen sowie Wechsel von göttlichen Erklärungen zu natürlichen, rationalen Prinzipien vollziehen konnte.

Die antike Philosophie beschäftigte sich hauptsächlich mit der Frage nach dem Urgrund und dem Urgesetz, aber auch mit den Themen Sein, Wahrheit und wahre Erkenntnis sowie mit der Natur des Menschen. Die Antike kann aus heutiger Sicht in mehrere Epochen unterteilt werden. Die Sophistik, die sich mit den Menschen, der Gesellschaft und der Infragestellung der Moralvorstellungen beschäftigte, fand ihren Höhepunkt in der Epoche der Vorsokratik. Die Zeit der Sophisten wird auch als die griechische Aufklärung bezeichnet. Sokrates, Platon und

Aristoteles, die jeweils im Lehrer-Schüler-Verhältnis zueinander standen, zählten mit zu dieser klassischen Periode, wobei sie aber nicht zu den Sophisten gezählt werden. Sokrates' Ansätze, auf deren Grundfragen auch die autonome Ethik basiert, beruhten auf der Gegnerschaft zu den Sophisten.

Die Problemstellungen bezüglich der Weltordnung von Sokrates und den Vorsokratikern werden ferner nochmals von Platon aufgegriffen. Aristoteles wiederum war der erste, der sich mit systematisch aufgebauter und wissenschaftlich fundierter Philosophie beschäftigte. Ohne die Sophistik wäre die klassische griechische Philosophie von Sokrates, Platon und Aristoteles kaum denkbar. Schließlich wurde erst durch die Sophisten der Mensch zum Mittelpunkt des philosophischen Bemühens, das Denken an sich zum philosophischen Thema und die Kritik an traditionellen moralischen Maßstäben begonnen und dadurch der Weg für eine autonome und vernunftbegründete Ethik frei.

Scholastik

Die abendländische mittelalterliche Philosophie beschäftigte sich hauptsächlich mit der Verknüpfung von Christentum und Philosophie. Fast alle ihre Vertreter waren Kleriker. Einer der bedeutendsten Vertreter der christlichen Philosophie war Aurelius Augustinus. Er versuchte, wie andere Kirchenväter in der Zeit der Patristik, die christliche Lehre mit Hilfe der antiken Philosophie auszubauen und zu begründen. Nach der Antike verlor das philosophische Denken an eigenständiger Kraft. Im 9. Jahrhundert begann das Zeitalter der Scholastik. Scholastik impliziert die Methode Argumente und Gegenargumente rational zu prüfen und eine Lösung zu finden.

In der Frühscholastik (11.–12. Jh.) begann der Ausbau der Scholastik. Sie beschäftigte sich mit der noch Jahrhunderte andauernden Frage, ob es eine vom Denken unabhängige Realität gibt oder ob diese nur im Denken existiert.

In der Hochscholastik (12.–13. Jh.) standen sich die an Augustinus orientierte franziskanische Tradition der an Aristoteles orientierten Dominikaner gegenüber. Da die Lehren des

Aristoteles nicht mit den christlichen Dogmen übereinstimmten, wurden die Lehren für einige Zeit sogar verboten. In der Spätscholastik (14. Jh.) wurden die metaphysischen Systeme der alten Schulen kritisiert und die Naturwissenschaften begannen aufzublühen. Augustinus legte, unter anderem mit seinem wichtigsten Werk „*Confessiones*“, den Grundstein für die christliche Philosophie.

Deutscher Idealismus

Die Vorbereitung, der Verlauf und die Folgen der Französischen Revolution sowie Napoleons Herrschaft, die Befreiungskriege und der Wiener Kongress und seine Folgen waren unter anderen die geschichtlichen Gründe für den Deutschen Idealismus. Die Idee der Aufklärung von Vernunft und Freiheit durch die Französische Revolution schien möglich. Einer der wichtigsten Mitbegründer des Deutschen Idealismus war Immanuel Kant. Er beschäftigte sich hauptsächlich mit der Vernunft und deren Möglichkeiten, wobei dessen Theorien tiefgreifende philosophische Erkenntnisse zutage förderten, die die nachfolgenden Philosophen prägen sollten. Georg Wilhelm Friedrich Hegels absoluter Idealismus, bei welchem das Wissen des Geistes von sich selbst die Grundlage für sein gewaltiges philosophisches System bildet und dabei Wissen aus vielen anderen Gebieten, wie Kunst, Religion und Geschichte, verwendet, markiert den Höhe- und Schlusspunkt der Bewegung.

Verschiedene Zeittheorien

Immanuel Kant

INGA BOHNSACK

Immanuel Kant, gewachsen am Beginn der modernen Philosophie, war als bedeutender Aufklärer mitverantwortlich für die Ablösung von alten Dogmen des Mittelalters. Bemerkenswert ist auch seine Synthese der beiden diametral entgegengesetzten erkenntnistheoretischen Strömungen des Empirismus und des Rationalismus. Kants sogenannte „kopernikanische

Wende“ kann in diesem Zusammenhang nicht oft genug gewürdigt werden.

Geboren im Jahr 1724 in ärmeren Verhältnissen in Königsberg, arbeitete er konstant erfolgreich an seiner philosophischen Karriere, blieb aber immer seiner Heimatstadt Königsberg treu und verließ diese nie. Seine ersten größeren Werke stehen noch unter dem Einfluss der damaligen Schulpsychologie, bevor ihn Hume aus seinem „dogmatischen Schlummer erweckte“. In der Folgezeit entstanden Kants wichtigste Werke, die drei Kritiken: Beginnend mit der Kritik der reinen Vernunft folgten die Kritiken der praktischen Vernunft und der Urteilskraft. Mit diesen Werken schaffte er die Voraussetzungen für den deutschen Idealismus. Immanuel Kant beeinflusste durch seine Theorien viele nachfolgende Philosophen. Beruflich ging er diverse Wege und verdiente sich als Philosoph, Hauslehrer, Professor für Metaphysik und Logik sowie auch Unterbibliothekar an der königlichen Schlossbibliothek Ruhm und Ehre.

Seine wohl wichtigste Erkenntnis war: Zeit ist *a priori* und somit Grundlage für alle Erkenntnisse *a posteriori*. Damit verdeutlicht er, dass Zeit und Raum in ihrer Existenz als unveränderbar angesehen werden müssen. Somit sind Raum und Zeit vor dem Beginn aller Überlegungen bereits vorhanden. Alle Erkenntnisse über die Welt sind basierend auf dieser Annahme.

Augustinus

PAULINE FOLGER

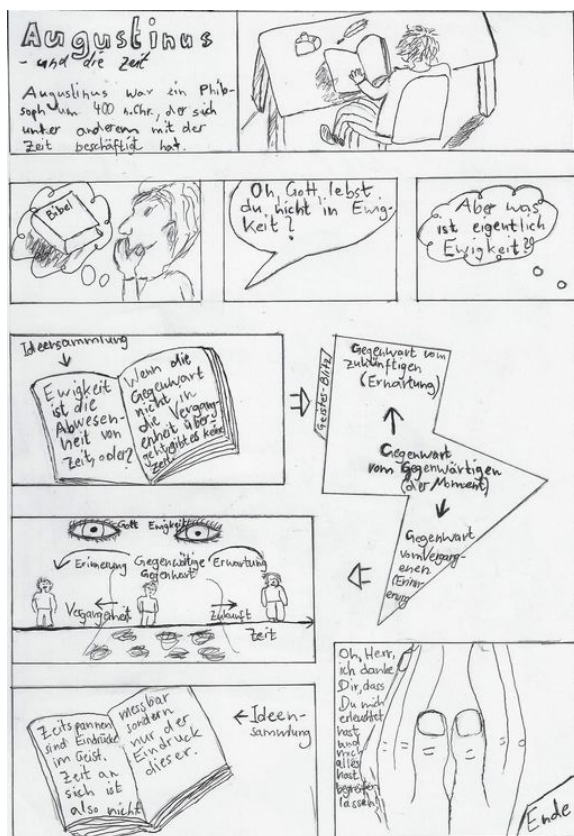
In der Epoche der Scholastik lebte Aurelius Augustinus (354–430). In seinem Text *Confessiones* unterschied er zwei wichtige Begriffe, nämlich *Zeit* und *Ewigkeit*. Er war der Ansicht, dass Gott in der Ewigkeit lebt. Dort gibt es kein künftig oder gewesen, alles ist somit gegenwärtig. Gott sieht also jeden einzelnen Augenblick auf einmal und hat daher den Überblick über die gesamte Zeit. Die Ewigkeit ist dabei statisch, das heißt, dort verändert sich nichts, auch Gott nicht.

Zeit dagegen ist ein stetiger Fluss. Hier wird die Zukunft zur Gegenwart und geht dann sofort in die Vergangenheit über. Aber nur in dem unendlich kleinen Moment, in dem etwas

gegenwärtig ist, „ist“ es für uns, Zeit und Raum unterworfenen Wesen, wirklich, denn das Zukünftige „ist noch nicht“ und das Vergangene „ist nicht mehr“. Zukunft und Vergangenheit existieren nur als Erwartung bzw. Erinnerung in unserem Geist.

Das bedeutet: am Anfang der Zeit gab es keine Erinnerung an Vergangenes, dafür aber eine sehr große Erwartung an Zukünftiges und einen winzigen Augenblick, der „ist“. Je weiter die Zeit fortschreitet, desto größer wird die Erinnerung und desto kleiner wird die Erwartung, bis es irgendwann nur noch Erinnerung geben und die Erwartung „aufgebraucht“ sein wird. Das markiert das Ende der Zeit.

Zu Augustinus' Zeitverständnis haben wir eine Kreativarbeit für unser philosophisches Magazin gemacht. In kleinen Gruppen haben wir Comics gezeichnet, die seine Ansicht zusammenfassen sollten. Diese waren schwarz-weiß und je etwa eine Seite lang. Ein Beispiel ist anbei abgedruckt.

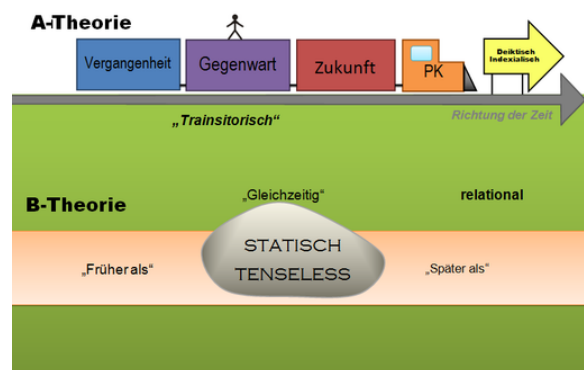


Ein Comic zu Augustinus' Zeitverständnis

John McTaggart und Sydney Shoemaker

ANN-CHRISTIN MICHALSEN

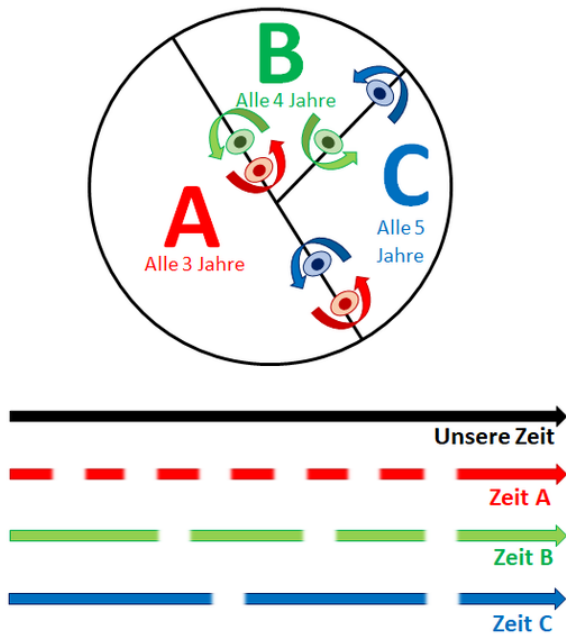
Der englische Philosoph John McTaggart Ellis McTaggart lebte und wirkte zum einen in der Zeit des Neuhegelianismus, der sich vorwiegend mit der Dialektik beschäftigte, also der Synthese zwischen argumentativen Thesen und deren Antithesen. Zum anderen sah er sich dem britischen Idealismus nahe, dessen primärer Inhalt in der „Untersuchung des Ganzen“ besteht. In seinem wichtigsten Werk hinsichtlich der Frage nach der Zeit, „*the unreality of time*“, behandelte er die sogenannte A- und B-Reihe, welche zwei grundlegend verschiedene Erklärungen von Zeit beinhalten. Seinen Auffassungen nach handelt die A-Reihe von transitorischen, also vergänglichen Begriffen, wie „vergangen“, „gegenwärtig“ und „zukünftig“. Die A-Reihe geht vom Standpunkt eines Subjekt aus und richtet sich nach der Perspektive desselben als deiktisches Wesen, welches sich auf unterschiedliche äußere Umstände bezieht.



Veranschaulichung der A- und B-Reihe

Die A-Reihe beinhaltet Veränderung und den ständigen Fluss der Zeit, sodass andauernde Veränderung wahrgenommen werden können. Das Gegenstück zu der Theorie der von einem Subjekt ausgehenden Zeit spiegelt sich in McTaggarts B-Reihe wider. In dieser Theorie können Ereignisse nur mit Prädikaten wie „später als“, „früher als“ oder „gleichzeitig zu“ attribuiert werden. Ereignisse beziehen sich somit relational aufeinander. Damit ist deutlich, dass im Gegensatz zur A-Reihe die B-Reihe keinen Fluss und keine Veränderung der Zeit darstellt und damit nicht transitorisch ist. Der Zeitpunkt, von dem aus die Ereignisse beob-

achtet werden, ist im Vergleich zur A-Reihe irrelevant, da Ereignisse statisch sind und somit ohne Bewegung. McTaggart selbst stellte verschiedene Prämissen auf, anhand derer er darstellen konnte, dass Zeit unreal ist. Die erste Prämisse handelt von der Veränderung der Zeit, ohne welche es keine Zeit gäbe. Wie oben erläutert ist Veränderung aber ausschließlich in der A-Reihe denkbar.



Das Gedankenexperiment von Shoemaker – „eingefrorene Zeit“

Die Möglichkeit, mithilfe der B-Reihe die Zeit zu erklären, wird dadurch ausgeschlossen. Überdies liegt ein Widerspruch in der Theorie über die A-Reihe, da sie davon ausgeht, dass jedes Ereignis „gegenwärtig“, „vergangen“ und „zukünftig“ zugleich sein kann. Da dies nicht möglich ist, ist auch die A-Reihe unreal, obgleich er selbst sagt, dass die A-Reihe den meisten Menschen intuitiv am plausibelsten erscheint und dadurch höheres Überzeugungsgewicht erlangt. Somit kommt McTaggart zu der abschließenden Konklusion, dass Zeit *per se* unreal ist.

Platon

LAURA STOCK, MATTEO SANDER

Im Folgenden erklären wir Platons Zeitverständnis. Anders als McTaggart hielt er die Zeit, die wir im Alltag wahrnehmen, zwar für

real, jedoch nicht für die ursprüngliche Zeit an sich.

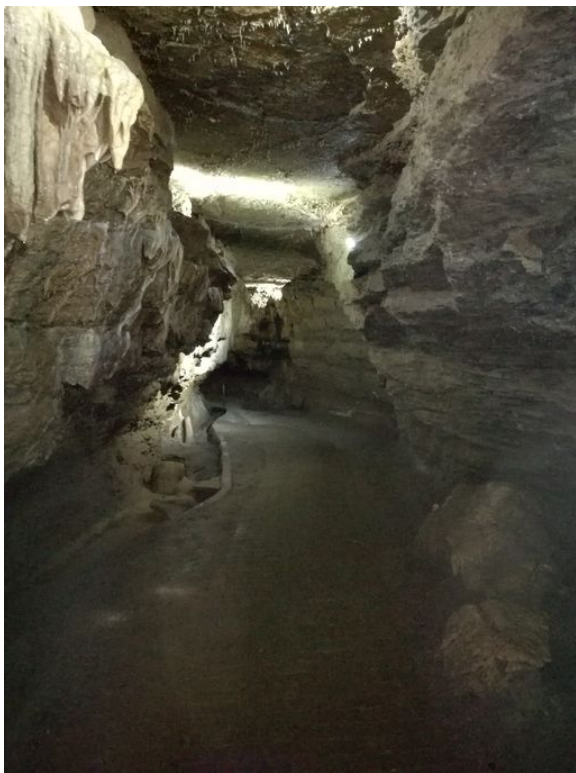
Das Höhlengleichnis

Platon schildert die Situation von Gefangenen in einer Höhle, die vor einer Felswand sitzen. Da sie gefesselt sind, können sie sich nicht bewegen und ihren Blick nicht von der Wand abwenden. Irgendwo hinter ihnen brennt ein Feuer, vor diesem steht eine Mauer. Auf der Feuerseite der Mauer laufen Gaukler vorbei und halten Gegenstände hoch, die die Gefangenen dann als schemenhafte Schatten an der Wand erkennen.

Die Gefesselten haben jedoch noch nie in ihrem Leben etwas anderes gesehen und können folglich gar nichts anderes für die Realität halten als jene undeutlichen Bilder. Wer von ihnen voraussagen kann, welche Form als nächstes an der Höhlenwand auftauchen wird, genießt Ansehen. Platon stellt nun die Überlegung an, was passiert, wenn die Fesseln eines Gefangenen gelöst werden und er dazu gezwungen wird aufzustehen. Die Augen des Freigelassenen werden vom Licht des Feuers geblendet sein und wehtun, da sie nur Dunkelheit gewohnt sind. Der Mensch würde, so sagt Platon, das Altbekannte, die Schatten, für realer halten, als das Feuer und die Gegenstände, die die Schatten hervorrufen. Nun wird der Freigelassene aus der Höhle hinaus geschleppt, den rauen und steilen Aufgang hinauf. Er wehrt sich, das helle Tageslicht bereitet seinen Augen noch mehr Schmerzen als der Feuerschein. Oben wartet das Tageslicht und die „richtige Welt“. Weil seine Augen nicht an diese Helligkeit gewöhnt sind, ist der Freigelassene zunächst nur nachts unterwegs. Es folgt ein Prozess, in dem der Mensch immer mehr erkennen wird. Zuerst nur Schatten, dann im Wasser die Spiegelbilder von Gegenständen und Menschen, schließlich wird er in den Himmel schauen und dort den Mond und die Sterne erblicken. Am Ende seiner Entwicklung wird der Mensch alle Dinge sehen können, wie sie wirklich sind, nicht mehr nur ihre Abbilder, sondern auch die Sonne, die für Platon eine besondere Bedeutung hat und in einem weiteren Gleichnis, dem Sonnengleichnis, erklärt wird.

Das Sonnengleichnis

Dem Freigelassenen wird also bewusst, was die Ursache für die Schatten an der Wand ist, da er die Gegenstände selbst nun eingesehen hat. Der Mensch freut sich sehr über diese Erkenntnis, der Weg bis hierhin war alles andere als angenehm, aber, wenn er zurückdenkt an sein Leben voller Täuschung in der Höhle, als er noch dachte, die unscharfen Abbildungen seien die Realität, freut er sich sehr es nun besser zu wissen. Doch er denkt auch an seine Mitgefangenen. Er hat Mitleid mit ihnen und will ihnen helfen, auch so weise und glücklich zu werden, wie er selbst es ist. Er wagt also den Abstieg in die dunkle Höhle, die einst sein Zuhause war. Seine Augen haben sich jedoch mittlerweile so an das Licht der Wahrheit gewöhnt, dass er die Schatten an der Höhlenwand nicht mehr richtig sehen kann.



Eberstadter Höhle

Seine ehemaligen Kameraden fürchten sich vor der Welt außerhalb der Höhle, weil sie denken, sie würde Blindheit hervorrufen. Der Freigelassene nimmt laut Platon die Rolle des Philosophen ein. Der Philosoph kennt die Wahrheit, ist begeistert und möchte andere daran teilhaben lassen. Sein Dank ist Unverständnis und

Unglaube. Gleichzeitig verliert er den Blick für die Dinge, welche von außen betrachtet lächerlich und trivial erscheinen, wie die Schatten an der Höhlenwand.

Platon erklärt anhand dieses Gleichnisses die vier Stufen der Wahrheit. Die erste Stufe, die der Gefangenen, ist das Vermuten, die Menschen können die Dinge höchstens errahnen. Die zweite Stufe, als der Freigelassene vom Feuer geblendet wurde und die Gegenstände in dessen Schein erblickte, ist das Glauben bzw. Für-wahr-Halten.

Draußen, in der realen aber nächtlichen Welt, erlangt der Mensch die Vernunft, das Nachdenken, die Reflexion.

Auf der höchsten Stufe sieht der Philosoph die Dinge, wie sie wirklich sind, der höchste Grad der Wahrheit ist erreicht.

An diesem Gleichnis wird Platons Weltbild deutlich, die Vorstellung eines metaphysischen, ontologischen Dualismus (metaphysisch = übernatürlich, Ontologie beschäftigt sich mit der Wesenheit des Seins, Dualismus $\Rightarrow$ zwei Ebenen/Welten), einerseits die abstrakte Welt der „Ideen“, also der Dinge an sich, so wie sie wirklich sind, andererseits die Welt der Abbilder, in der wir leben.

Die Welt der Ideen ist unsichtbar und übernatürlich, aber unsere Seelen können diese Welt einsehen. Kommt die Seele in einen Körper, vergisst sie, was sie dort eingesehen hat. Sieht sie jedoch in der sichtbaren Welt, also unserer Alltagswelt, ein Abbild, erinnert sie sich an die Dinge „an sich“.

Ein Beispiel: Denk an einen Hund. Stell ihn dir vor. Du siehst vier Beine, eine Schnauze, Ohren, vielleicht verbuddelt er gerade einen Knochen oder hechelt. Es ist egal, ob du an einen Dackel, Schäferhund oder Husky gedacht hast, wir können uns über den Hund selbst unterhalten, laut Platon, weil unsere Seele den Hund an sich einst in der Welt der Ideen eingesehen hat.

Das Liniengleichnis

Zusammenfassend beschreibt Platon die Stufen der Anteile an der Wahrheit in seinem Liniengleichnis. Er zieht gedanklich eine Linie, die er

in vier Abschnitte unterteilt. Die zwei oberen liegen in der für die Seele einsehbaren Welt, die anderen zwei auf der sichtbaren Ebene. Hier stellt der unterste Abschnitt das Vermuten dar, Bilder von Künstlern, Schatten, Spiegelbilder. Es sind sozusagen die Abbilder der Abbilder der Dinge an sich. Auf dem zweiten sichtbaren Abschnitt liegen die Dinge, die wir um uns herum wahrnehmen, unsere Umwelt. Pflanzen, Tiere, Gegenstände. Der nächsthöhere Bereich liegt schon außerhalb des Sichtbaren. Dort sind die Hypothesen angesiedelt, die in der Mathematik verwendet werden. Ist die Rede von einem Kreis, so ist ein perfekter Kreis gemeint, dessen Punkte alle exakt gleich weit vom Mittelpunkt entfernt liegen. Natürlich können Kreise durch Zeichnungen veranschaulicht werden. Aber diese werden nie mehr sein als mangelhafte Abbildungen der perfekten, abstrakten Formen bzw. Hypothesen. Spricht ein Mathematiker über einen Kreis, so meint er nicht den gezeichneten, sondern die Hypothese eines vollendeten Kreises.

Die höchste aller Stufen ist schließlich die Welt der Absolute, der Ursprung von allem, die Welt der Ideen. Alles Irdische ist nichts als ein Abklatsch der betreffenden Idee. Das Fenster ist Abbild des Fensters an sich, die Schrift der Schrift an sich, selbst die Zeit, die wir wahrnehmen, ist nur ein Abbild der absoluten Idee „Zeit“. Die Zeit existiert nach Platon also auf der Metaebene absolut, objektiv und unendlich. Die Zeit, welche die Seele im irdischen Alltag wahrnimmt, ist subjektiv und ein Abbild.

Doch damit dieses Modell funktioniert, benötigt Platon noch einen weiteren Faktor: Das Gute. Welche Funktion das Gute an sich für uns hat, erklärt Platon im dritten Gleichnis, dem Sonnengleichnis. Er beschreibt einen ganz alltäglichen Vorgang: das Sehen. Was gehört nun zum Sehen dazu? Erstens sind es natürlich die Augen, die die Fähigkeit haben zu sehen, zweitens Dinge, die gesehen werden können, wie ein ganz gewöhnlicher Gegenstand, beispielsweise ein Apfel. Aber das reicht nicht aus, damit etwas gesehen werden kann, etwas fehlt. Die Sonne! Ohne Licht, das den Gegenstand bescheint und in das Auge fällt, ist es nicht möglich zu sehen. Das Auge steht hier für die Seele, die fähig ist, die Dinge an sich einzuse-

hen, der Apfel als konkretes Objekt steht für ein Ding an sich aus der Welt der Ideen und die Sonne steht für das Gute an sich.

Platon meint das Gute nicht im moralischen Sinn von gutem Handeln, sondern abstrakt. Die Seele selbst, sagt Platon, ist unsterblich. Dazu bringt er im Phaidon zwei Beweise. Im ersten Beweis legt er dar, dass die Seele schon vor dem Leben existiert haben muss. Alles entsteht aus seinem Gegenteil heraus, wenn z. B. etwas größer wird, muss es zuvor kleiner gewesen sein. Zwischen diesen relativen Zuständen muss es ein zweifaches Werden, es muss zwei Übergangsmöglichkeiten geben, z. B. Wachsen und Schrumpfen. Das überträgt er auf absolute Zustände, wie Wachen und Schlafen. Die Übergänge dazwischen sind Aufwachen und Einschlafen.

So ist es auch mit Leben und Tod. Wenn ein Sterben existiert, gilt das auch für das Aufleben. Das Werden ist also immer ein Kreis, denn vollzöge sich das Werden nur in eine Richtung, würde es irgendwann verharren und es gäbe nur noch Totes. Außerdem ist das Lernen nichts weiter, als dass die Seele etwas wiedererkennt, das sie schon einmal in der Welt der Ideen eingesehen hat. Somit muss sie schon vor dem irdischen Leben existiert haben. Die Seele gab es also schon, als sie noch nicht lebendig war, das bedeutet, sie war tot und muss aufgelebt haben. Aber dass die Seele nach dem Leben nicht zerfällt, wie es der Körper tut, ist noch nicht geklärt.

Das ist im zweiten Beweis nachzulesen. Was zusammengesetzt ist, wie z. B. der Körper, zerfällt wieder in den entgegengesetzten Zustand. Die Seele jedoch ist eine unauflösliche Einheit. Während der Körper sichtbar und vergänglich ist und deshalb auch nach der Erfüllung vergänglicher Lüste strebt, strebt die Seele nach der reinen Wahrheit, der Vernunft. Da die Seele etwas Göttliches ist, soll sie den Körper beherrschen. Aber solange sie den Körper bewohnt, kann die Seele die Welt nur durch die leiblichen Sinne wahrnehmen. Sie blickt immerzu durch die Gitter des Körpers. So passiert es oft, dass sie den Körper pflegt und liebt und von Körperlichem durchzogen ist. Ist das der Fall, kann sich die Seele beim Tod nicht sauber

abtrennen und muss als Strafe für vergangene Leben umherirren. Letztendlich gelangt sie in einen anderen Körper. Der Philosoph jedoch lebt von allen menschlichen Übeln befreit, vertraut nicht seinen Sinnen, sondern nur seiner Seele. Seine Seele kann sich nach dem Tod sauber ablösen und in das göttliche Reich der Ideen zurückkehren.



Veranschaulichung der Urbilder-Abbilder-Theorie

Exkursion

Was hat eine Tropfsteinhöhle mit Philosophie zu tun? Genau das fragten wir uns auch, als uns unsere Kursleiter das Ausflugsziel eröffneten. Die Lösung lautete: Platons Höhlengleichnis! Doch beginnen wir von vorn. Am Dienstag, den 3. September, machten wir uns nach dem Morgenplenum auf den Weg nach Buchen zur Eberstadter Tropfsteinhöhle. Diese wurde im Jahre 1971 zufällig durch eine Sprengung entdeckt. An der Höhle angekommen, warfen wir einen flüchtigen Blick auf die Ausstellung, bevor wir hineingingen und uns mit Illusionen beschäftigten. So gab es z. B. einen zweidimensionalen Papierdrachen, der uns bei richtiger Betrachtung dreidimensional erschien. Auch ein gedruckter Kreis, bei dem es so aussah, als würde er sich drehen, faszinierte uns.

Danach gab es von unserer Schülermentorin eine Art Schattentheater in der Höhle zu sehen, bei der wir mit Phantasiefiguren konfrontiert wurden, von denen wir alle vermuteten, dass sie

reale Dinge verbildlichen. Anschließend gingen wir aus der Höhle heraus, um die praktische Phase zu beenden und zur Theorie zu kommen: Wir bekamen Platons Texte zu seinen drei schon oben genannten Gleichnissen.



Ein abstraktes Wanga-Wanga in der Höhle

Gerade das Höhlengleichnis fanden viele von uns sehr spannend, da es doch sehr zum Nachdenken anregte. Wir Menschen entsprechen viel zu oft den Gefangenen in der Höhle, denn auch wir sind des Öfteren in unseren gewohnten Strukturen gefangen und setzen daher zu selten unseren Verstand ein, um zu einer Einsicht zu gelangen. Der Ausflug war ein voller Erfolg, da wir das Höhlengleichnis und die Illusionen in einer authentischen Umgebung behandeln konnten. Hinzuzufügen wäre, dass es wirklich wichtig ist, sich öfter einmal mit Fragen zu beschäftigen wie: Was ist eigentlich die Wahrheit? Wie kommen wir zur Einsicht? Denn wer sagt uns denn, dass wir nicht ebenso beschränkt sind wie die Höhlenbewohner und unsere Welt nicht eigentlich ganz anders aussieht? Dass unsere Erde nicht auch nur eine große „Höhle“ ist? Deshalb ist es wichtig zu philosophieren, über unseren Tellerrand hinüberzublicken und nicht alles nur als gegeben hinzunehmen.

Aristoteles

THOMAS ANDREAS KÖNINGER

Aristoteles, ein Schüler von Platon und Lehrer von Alexander dem Großen, war ein berühmter Philosoph im 4. Jh. in der Antike. Doch Aristoteles konnte nicht mit der metaphysischen und auch nicht mit der erkenntnistheoretischen

Ansicht seines Lehrers übereinstimmen, denn Aristoteles glaubte, dass man seinen Sinnen wirklich vertrauen, also mit den Sinnen die Umwelt wahrnehmen kann. Platon dagegen glaubte, dass die Umwelt mit dem Verstand wahrgenommen werden kann. Jedoch waren sie sich einig, dass Stoff, Form, Ursache und Zweck die „4 Gründe des Seienden“ sind.

Aristoteles schrieb über 400 Bücher zu unterschiedlichsten Themen, wie zum Beispiel über Logik, Rhetorik, Naturwissenschaften oder Metaphysik, wobei nur ein kleiner Teil heute noch erhalten ist.

Seine Ansicht der Zeit war, dass die Zeit eine Abfolge von Augenblicken ist, die staccato aufeinander folgen, eine Abfolge von sogenannten „Jetztten“. Ein Jetzt gibt keine Zeit an, zwei „Jetztte“ stellen einen Zeitverlauf dar. Außerdem zählt nur die Seele die Zeit und Zeit ist abhängig von Bewegung. Nicht viele Philosophen waren mit ihm der Meinung, dass die Zeit das Maß für Bewegung und für die Ruhe ist, denn einige Philosophen gingen davon aus, dass keine Zeit vergeht, wenn etwas ruht, doch Aristoteles hatte eine plausible Erklärung dafür. Wenn wir nicht denken oder uns nicht bewusst ist, dass wir denken, passiert keine Veränderung und dann kommt es uns so vor, als wenn keine Zeit vergehen würde. Es vergeht aber trotzdem Zeit.

Zu diesem Thema haben wir einen BattleRap geschrieben zwischen Aristoteles und seinem Lehrer Platon. Ein BattleRap ist ein Rap, in dem zwei Gruppen oder Personen das Dissen pflegen. Wir achteten neben der kreativen Arbeit vor allem darauf, dass die philosophische Grundlage während der interpretierten dichterischen Umsetzung nicht verloren geht.

Achilles und die Schildkröte

LORENZ HÖPPNER

Im Zuge unserer Arbeiten über das Thema Zeit haben wir uns auch mit Gedankenexperimenten beschäftigt. Dabei behandelten wir neben anderen das Gedankenexperiment des Philosophen Zenon von Achilles und der Schildkröte. Die Aufgabenstellung ist dabei Folgende:

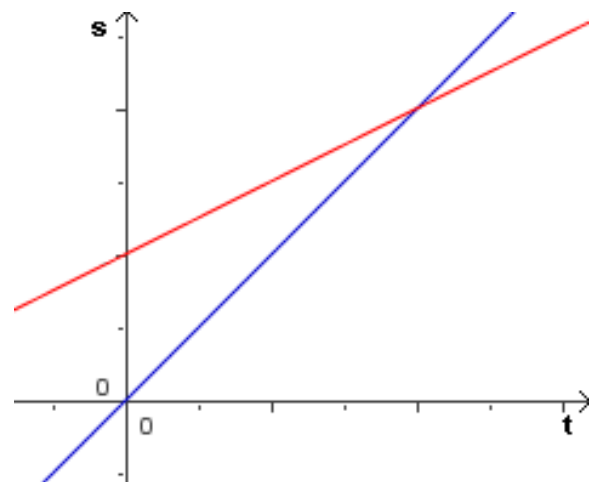
Achilles und die Schildkröte treten in einem Wettrennen gegeneinander an. Die Schildkröte bekommt dabei einen Vorsprung. Die Frage zu diesem Experiment lautet: Wer gewinnt?

Nun darf sich die Schildkröte eines Vorsprungs erfreuen, der die Frage nach dem Sieger ein wenig erweitert. Stellen wir uns vor, die Schildkröte bekommt einen Vorsprung von 20 Metern, während Achilles bei 0 startet. Achilles bewegt sich im rennenden Zustand mit einer Geschwindigkeit von 5 m/s fort, das Reptil hingegen kann sich „nur“ mit 2 m/s dem Ziel annähern.

Das Rennen startet. In der ersten Sekunde legt Achilles fünf Meter zurück, die Schildkröte zwei. Nach zwei Sekunden ist Achilles bereits eine Strecke von zehn Metern gerannt, sein Renngegner vier.

In der fünften Sekunde besitzt die Schildkröte eine Entfernung von 30 Metern gegenüber dem Startpunkt und einen Vorsprung von fünf Metern zu Achilles. Die Differenz zwischen Achilles und dem Reptil verkleinert sich folglich immer weiter. Doch wie lange?

Nach elf Sekunden ist Achilles bereits 55 Meter gerannt, die Schildkröte jedoch nur 52 Meter. Also überholt Achilles die Schildkröte zwischen der zehnten und elften Sekunde. Hier folgt noch eine vereinfachte grafische Darstellung. Am Schnittpunkt beider Geraden überholt Achilles (blau) die Schildkröte (rot).



Grafische Darstellung des Wettlaufs

Der Gedanke, den Zenon verfolgte, war, dass die Schildkröte das Rennen gewinnen wird. Hierfür

führte er folgenden Beweis an:

Achilles muss zunächst so weit laufen, bis sich der Abstand der Schildkröte zu Achilles halbiert hat, dann muss er so weit laufen, dass sich der restliche Abstand wieder halbiert hat usw. Somit muss das Reptil gewinnen. Zenon hielt die Menge an Zeit, die Achilles für das Überholen benötigt, mit dieser Erklärung für unendlich.

Mit Brüchen ließe sich dies folgendermaßen darstellen:

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} + \frac{1}{32} + \dots = \infty$$

Diese Annahme würde zu dem Schluss führen, dass die Schildkröte gewinnt.

Da diese Reihe aber nach einigen Gliedern zu extrem kleinen Zahlen führt, muss es einen Punkt geben, an dem Achilles seinen Gegner überholt.

Insgesamt lässt sich dies auf die Zeit übertragen, Zeit ist also nicht nur die Summe winziger Augenblicke.

Praktische Philosophie

Friedrich Nietzsche

MELISSA BAUER

Friedrich Nietzsche war ein Philosoph, Autor und Kritiker der Kirche des 19. Jahrhunderts. Er ist vor allem durch die aggressive Rhetorik in seinen Werken sowie die ausdrucksstarken Metaphern erkennbar und sein anschaulicher Schreibstil ließ einige von uns erschauern.

Um Nietzsches Verständnis von Zeit zu erarbeiten, las der Kurs einige Seiten aus seinem bekannten Werk „Also sprach Zarathustra“. Dieser Teil des Werkes handelt von Zarathustra, einem Gottesungläubigen, der mit Tieren spricht und glaubt, erleuchtet worden zu sein. Zarathustra spricht von einem „ewig rollenden Rad des Seins“, auf welchem Kugeln rollen. Damit meint Nietzsche die Kugeln der Existenz von Lebewesen und Gegenständen. Diese Kugeln rollen auf dem „Rad des Seins“ im Kreis und passieren immer wieder eine Art „Markierung des Seins“, was bedeutet, dass diese Lebewesen

oder Gegenstände zu diesem Zeitpunkt existieren bzw. leben. Nietzsches Theorie lässt sich an folgendem Schaubild visualisieren:

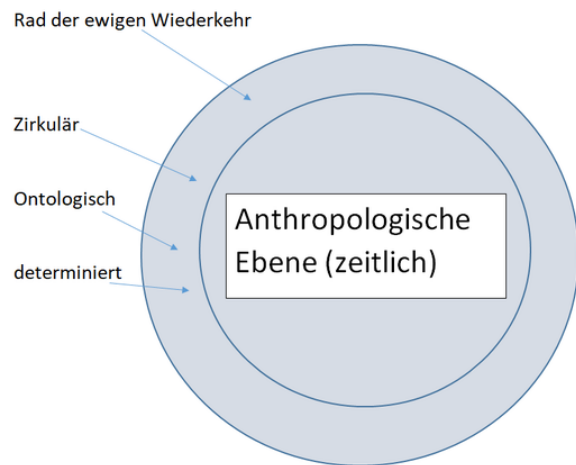


Schaubild zum Rad der ewigen Wiederkehr

Tod

JONNE MEIXNE

Nachdem wir es bei den Philosophen oft mit Ewigkeit oder Wiedergeburt zu tun hatten, haben wir uns anschließend auch eine Weile mit dem Tod beschäftigt, genauer, mit der Frage, ob wir Angst vor dem eigenen Tod haben, da Endlichkeit für den Menschen die wohl relevanteste zeitliche Komponente beinhaltet.

Bevor wir genauer darüber nachdachten, gaben wir auf einem Strahl an, ob Angst vor dem Tod für uns begründet oder unbegründet ist. Nachdem wir also eine erste Meinung besaßen, sprachen wir in der Gruppe darüber, was für die Angst vor dem Tod spricht, zum Beispiel, dass es einem Angst bereitet, die Kontrolle zu verlieren. Was andererseits gegen eine solche Angst spricht, wäre der Gedanke, dass entweder nichts mehr ist, also nichts mehr gefühlt werden kann oder es ein Leben nach dem Tod gäbe und dann die Angst unbegründet wäre.

Bei dem Gespräch ist eine sehr tiefgründige Stimmung entstanden – nicht zuletzt deswegen, weil der Tod doch etwas Unverständliches und Unvermeidliches ist – die uns vor allem beim Schreiben des Textes sehr geholfen hat. Nachdem wir eine grobe Übersicht über die Aspekte des Todes gewonnen hatten und vor allem über die Angst vor diesem, haben wir

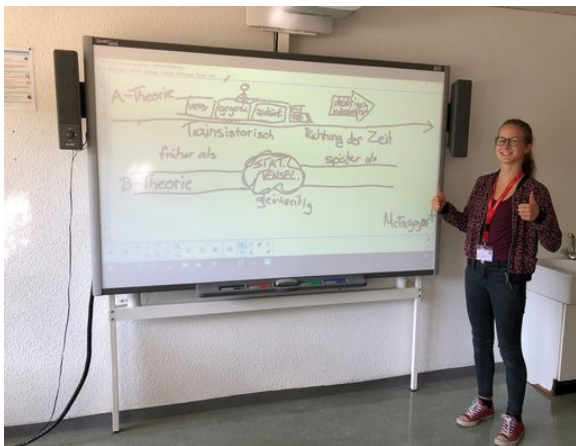
einen inneren Monolog verfasst, bei dem uns inhaltliche Freiheit gegeben wurde, was durch den persönlichen Zugang zur Thematik notwendig war.

Als wir unsere Texte fertig geschrieben und uns selber mehr mit unseren Ansichten auseinandergesetzt hatten, positionierten wir uns erneut auf dem Strahl, allerdings so, dass der Unterschied zwischen der Meinung vor dem Monolog und der nach dem Monolog erkennbar war.

Bei vielen sind die Abweichungen sehr gering gewesen, außerdem tendierte insgesamt die Meinung stark dazu, dass eine Angst vor dem Tod unbegründet ist. Danach haben wir in der Gruppe die Abweichungen analysiert und darüber gesprochen, wie wir persönlich den Tod sehen und was für uns zu den Argumenten für die jeweilige Position zählte.

Präsentationstechniken

FRANKA SPECKLE



Präsentationsschulung

Bei der Präsentationsschulung beschäftigten wir uns mit einem Thema, das normalerweise nicht zwingend mit der Philosophie in Verbindung gebracht wird, was jedoch nicht bedeutet, dass es keine wichtige Rolle spielt. Durchaus nimmt die Art und Weise, wie man die durch das Philosophieren erlangten Ergebnisse präsentiert, einen zentralen Punkt im Prozess des Philosophierens ein. Nicht zuletzt sollte uns dieses Zwischenthema auch auf die Rotations- und Abschlusspräsentationen vorbereiten und

dabei ein organisiertes und professionelles Auftreten garantieren.

Zudem enthielt die Einheit einige wichtige Inhalte, die auch im späteren Schulleben von Bedeutung sein können. Immer wieder ist dort die Fähigkeit zu präsentieren erforderlich, wobei die jährlichen GFS dies auch relevant für die Notengebung machen.

Daher lag der Schwerpunkt bei unserer Bearbeitung dieses Themas unter anderem auf den verschiedenen visuellen Arten des Präsentierens der Inhalte und den dabei zu beachtenden Punkten sowie Vorteilen, Nachteilen und häufig auftretenden Fehlern.

Systematisch wurde mit den Vorbereitungen zu einer Präsentation begonnen. Dabei wurde beachtet, welche Vorüberlegungen erforderlich sind, die darauffolgende fachliche Vorbereitung wurde vorgenommen, ebenso wie die abschließende Ausarbeitung.

Der Sprecher muss seiner Präsentation Struktur verleihen und dabei einige Fragen beantworten, wobei der Zuhörer im Mittelpunkt steht. Natürlich muss das Interesse des Zuhörers geweckt werden, jedoch dürfen die Inhalte nicht lediglich das bereits vorhandene Wissen widerspiegeln.

Bei der fachlichen Vorbereitung dreht es sich hauptsächlich um die Hilfsmittel einer Präsentation, also ob die Rahmenbedingungen stimmen, welche Visualisierungselemente benötigt werden und welche der (höchstwahrscheinlich) zu vielen Informationen tatsächlich notwendig sind. Die Ausarbeitung umschließt schlussendlich das Zusammenstellen der Inhalte sowie der abschließenden Präsentation.

Welchen Weg man nun wählt, um die Inhalte zu präsentieren, ist individuell der Person selbst überlassen, wobei man bei den verschiedenen Arten durchaus die Vorteile und Nachteile beachten muss. Eine Präsentation mithilfe des Tageslichtprojektors, des Flipcharts, einer Moderationswand oder einer PowerPoint bringen je positive wie auch negative Aspekte mit sich. Beispielsweise kann der Tageslichtprojektor durch seinen Ruf als Standardgerät Langeweile verursachen, wobei die aufgelegten Folien durchaus abwechslungsreich gestaltet werden können. Ein Flipchart ist zum einen nicht im-

mer vorhanden, zum anderen bietet sich hierbei die Möglichkeit während der Präsentation übergangene oder vergessene Inhalte zu ergänzen. Eine Moderationswand beansprucht eine lange Vorbereitungszeit, kann allerdings viel Attraktivität mit sich bringen, da sie nicht häufig zum Einsatz kommt. Eine PowerPoint-Präsentation kommt zwar fast immer professionell und strukturiert an, kann den Ersteller jedoch zu komplizierten Hintergründen oder schwer zu lesenden Schriften verleiten. Schon anhand dieser kleinen Beispiele erkennt man, dass die Kunst des Präsentierens ein Komplex für sich ist.

Und dabei wurde bisher nur ein Blick auf das Visuelle der Präsentation geworfen, wobei die Art und Weise, wie sie dargestellt wird, fast noch entscheidender ist. Der Sprecher sollte möglichst vom ersten Augenblick an die Zuschauer in seinen Bann ziehen und deren Interesse wecken. Hilfreich können dabei Zitate, Beispiele oder Bilder sein. Zudem soll der Zuschauer erkennen, dass der Sprecher weiß, wovon er ihnen erzählt. Das Thema sollte ihm bekannt sein und die Inhalte gut abgespeichert. Eine klare Gliederung unterstützt dies. Geachtet werden muss auf die angemessene Lautstärke, das Sprechtempo sowie die Pausentechnik.

Mimik, Gestik und Haltung können auch einiges verraten. Steht die Person mit verschränkten Armen da, wirkt sie abweisend und die Zuhörer könnten sich mit der Zeit unwohl fühlen. Zu vermeiden sind ebenso zu offene Haltungen, die manchmal schon in Richtung Drohung oder Herausforderung gehen, was ebenso wenig zum Wohlbefinden der Zuhörer beiträgt. Das Wichtigste dabei ist allerdings stets, ruhig zu stehen und die Zuhörer nicht durch nervöses Gezappel oder wild gestikulierende Hände abzulenken.

Der Referent nimmt eine Rolle ähnlich eines Spiegels zur Präsentation an. Vertritt der Sprecher seine Rolle gut und leitet den Zuschauer ruhig, strukturiert und freundlich durch die Inhalte, so könnte auch eine mangelhaft erstellte Folienabfolge positiv in Erinnerung bleiben. Ebenso gilt dies auch umgekehrt, weswegen am besten auf beides mit Präzision zu achten ist.

Abschließend kann gesagt werden, dass eine gute Präsentation einige Vorbereitungszeit er-

fordert. Diese legt den Grundstein, der ausschlaggebend für die visuelle Präsentation und das Auftreten des Sprechers ist.

Persönlich versuchten wir Teilnehmer diese Gesichtspunkte in Dreiergruppen in unseren Präsentationen umzusetzen, um sowohl bei den Rotations- als auch bei den Abschlusspräsentationen einen strukturierten und professionellen Einblick in unsere Arbeit der zwei Wochen zu geben. Die oftmals komplizierten Inhalte der philosophischen Texte sowie unsere Diskussionsrunden brauchten eine Struktur, um verständlich vorgestellt zu werden.

Im Allgemeinen wird in der Philosophie diese Fähigkeit des Präsentierens oftmals gebraucht, weswegen uns die Präsentationsschulung einige wichtige Lektionen und neues Wissen mit auf den Weg geben konnte.

Fazit

FRANKA SPECKLE

Was werden wir am Ende der beiden Wochen überhaupt erreicht haben? Diese Frage wurde sich in unserem Kurs von Anfang an nicht gestellt, denn es war durchgehend klar, was uns die beiden Akademiewochen bringen würden.

Vielleicht hatte sich manch einer vor dem Kurs mit Philosophie beschäftigt, den ein oder anderen Text gelesen oder in der Schule selbst diskutiert ... Doch so intensiv und ausführlich, wie wir uns auf der Sommerakademie mit dem Thema Zeit beschäftigten, hatte das keiner zuvor getan. Denn zur Philosophie selbst gehört so vieles mehr als nur ein komplizierter Text und Gedanken zu der Frage nach dem Sinn des Lebens.

In den beiden Wochen hatten wir einiges bewältigen müssen. Denn viele gängige Vorurteile zur Philosophie wurden auf den ersten Blick bestätigt – die Texte von Augustinus, Aristoteles, Platon und vielen Weiteren konnten nicht nur aufgrund ihrer Inhalte, sondern auch durch ihre Sprache den Geist stark beanspruchen. Was womöglich schwer klingen mag – und dies an mancher Stelle sicherlich auch so war – konnte uns allerdings so vieles mitgeben wie davor schon lange nichts mehr.

Natürlich findet man Philosophie oft in der Antike oder in anderen vergangenen Zeitaltern – dort war sie schließlich „Mode“. Doch die Philosophie darf weder als ausgestorben gelten noch darf das Philosophieren beerdigt werden. Denn auch noch heute kann es bei so Vielem helfen.

Ein einfaches Beispiel: das Diskutieren.

Grundlage für das Leben in unserer Gesellschaft ist die Fähigkeit zu diskutieren. Denn alles ist in Bewegung, alles in ständiger Neuplanung. Man muss philosophieren, um mithalten zu können. Bringt man sich nicht ein, werden die eigenen Wünsche oft nicht beachtet. In unserer Gesellschaft, wird u.a. erwartet seine Handlungen rechtfertigen zu können oder aber auch für seine Überzeugungen zu kämpfen, nicht zuletzt mit Worten. Wir müssen also immer wieder andere von unseren Meinungen und Ideen überzeugen, um erfolgreich zu sein. In jedem Lebensbereich. Und kann es da schaden, wenn man sich in diesem Gebiet genauer auskennt? Wohl kaum. Und das lehrt uns die Philosophie; anhand der *Fünf Säulen des Philosophierens* kann man in jeder Diskussion seine eigenen Argumente perfektionieren und die des anderen auch einmal kritisieren. Wenn uns alleine diese Vorstufe der Philosophie, die Basis des Folgenden, so viel im Leben bringen kann, was vermag dann erst das folgende Wissen für eine Macht haben?

Wer denkt, dass die Philosophen vergangener Jahrzehnte und Jahrhunderte weniger interessant seien, der hätte mit uns den Kurs besuchen sollen. Manche Texte, die sich in winziger Schrift über mehrere Seiten ziehen und einem zu Beginn wie ein endloser Ozean erscheinen mögen, können schlussendlich die gesamte Lebenseinstellung ändern. Die eigene Weltanschauung wird hinterfragt: Ist man mehr Empirist oder Rationalist? Oder wird für Kants goldener Mittelweg plädiert? Fragen und Überlegungen, die anfangs unverständlich sind, werden mit der Zeit aber immer drängender und logischer. Jeder sollte in seinem Leben immer wieder innehalten und sich fragen, was die eine oder andere Handlung für einen Sinn hat. Denn ist es nicht genau diese Fähigkeit, das tiefgründigere Nachdenken bzw. die Selbstreflexion, die uns Menschen ausmacht und von

anderen Lebewesen unterscheidet? Ebenso wie, dass wir die Möglichkeit besitzen, mithilfe unseres Gehirns, unseres Verstands, neue Ideen zu entwickeln, bevor es überhaupt die Mittel gibt, diese in der Praxis umzusetzen. Jegliches Arbeiten unseres Verstands basiert unwiderruflich auf der Befähigung zu philosophieren, dem Einsatz der Vernunft, um die Monotonie des Alltags sowohl zu hinterfragen, als auch aus ihr auszubrechen.

Womöglich existieren wir alle auch gar nicht, der eigene Körper ist längst zerfallen und nur das Gehirn wird in einem Tank von Computern gesteuert, unser gesamtes Leben simuliert – wer weiß? Die Philosophie kann hierbei den Reiz bieten, über solche Gedankenexperimente nachzudenken.

Natürlich tauchten wir in unserer Kursarbeit hauptsächlich in das Empfinden und Betrachten der Zeit ein: Wird die Subjektivität oder die Objektivität unterstützt? Und wie sieht es mit der Frage nach Endlichkeit und Unendlichkeit aus? Sterben wir und verschwinden wir für immer; werden wir wiedergeboren, kehren in ein Leben zurück oder lebt lediglich unsere Seele weiter? Fragen über Fragen, Gedankenverknüpfungen sind dabei unvermeidlich.

Was soll der Reiz daran sein?, könnte jetzt gefragt werden. Was soll so besonders daran sein, sich mit seltsamen Überlegungen die Zeit zu vertreiben?

Und wiederum kann dies simpel beantwortet werden. Das Philosophieren ist durchaus kein infantiler Zeitvertreib. Es ist ein Komplex, dessen Verständlichkeit oftmals unerreichbar scheint. Doch gerade das ist das Faszinierende daran. Das Suchen nach einer Lösung, wo es doch keine eindeutige gibt.

Natürlich kann versucht werden, sich in seinem Leben lediglich mit Fragen zu beschäftigen, auf die es klare Antworten gibt. Doch Fragen, die keine eindeutige Lösung haben, sind stets unvermeidlich. Und dennoch über ein mögliches Ergebnis nachzugrübeln, in großer Runde zu diskutieren oder selbst niederzuschreiben, ist offensichtlich verlockend. Warum sollte man das Leben annehmen, wie es einem vorgelegt wird? Wenn man es hinterfragt, selbst verrückte Möglichkeiten in Betracht zieht, könnte es

am Ende wiederum viel verständlicher sein. Es kann neue Erkenntnis erlangt werden. Denn egal wie absurd oder bizarr mancher Gedankengang ist, der Prozess, der dabei durchlaufen wird, ist immer belehrend. Jede Überlegung kann eine andere Betrachtungsweise eines Problems oder einer einfachen Tatsache aufzeigen und man kann auf einfachem Weg neues Wissen erlangen.

Selbstverständlich kann der Mangel einer eindeutigen Lösung auch manchmal zu Resignation oder Unzufriedenheit führen. Dennoch kann auch dieser Fall sich positiv auswirken. Beispielsweise bei der Frage nach dem Tod. Niemand kann darauf Antworten geben, wissenschaftliche Erklärungen sind, wenn überhaupt vorhanden, löchrig. Hingegen ist dem Philosophen keine Grenze gesetzt. Mithilfe des Geistes kann das Unmögliche hinterfragt oder sich vorgestellt, kann eine persönliche, individuelle Antwort gefunden werden. Höchstwahrscheinlich mag Letztere nicht auf alle zutreffen, doch eine Übereinstimmung mit sich selbst hat bisweilen Wunder bewirken können.

Und solche Themen sollen langweilig sein? Niemand kann dies behaupten und gleichzeitig zugeben, dass er, wie jeder schon einmal, über den Sinn des Lebens nachgedacht oder die Endlichkeit unseres Seins in Frage gestellt hat.

Es kann erkannt werden, dass Philosophie weitaus mehr ist, als man auf den ersten Blick sieht und auch ein Text von Aristoteles, der einem zunächst wie ein halber Roman erscheint, hat selbstverständlich seine guten Seiten – strukturierte Gedankengänge, die sich mit Themen rund um unser Sein und das Sein um uns herum beschäftigen. Überlegungen, von denen einige auch in Zukunft noch aktuell sein werden.

Unser Kurs

Ann-Christin aka Annchribert Ebenfalls bekannt als #D´Angkrischdien und Befürworterin von #Wir sind abgehoben. Als Tänzerin und Sängerin bei „Obst, Obst, Obst!“ oder bei „Muab Hcsrik!“ dabei. Leider auch: Dumm, dümmer, Ann-Christin – genau, vollkommen richtig – #AnniAndFran-

ka(Hate)LoveForLife. Fragte mindestens einmal am Tag: „Kommst du noch mit hoch?“ Hat der Meinung mancher nach eine #komische Lache, die man bei #Schlofkob oder bei den #Sprachübungen für die Präsis zu hören bekommt. Technisch versiert. Oft als #Zitatesammlerin und als #das filmende und fotografierende rote iPhone unterwegs. Antreiberin von #Selfietime. Namensproblematiken sind unvermeidlich: LaurA, LoRenz, Ann-kath äh christin, (ist schon kompliziert). Verblüfft bei #Kirschen oder Kürrrrschen??? Stellte bei der Präsi sehr viele Fragen – nicht immer vorteilhaft. #Draußen am Boden liegen mit Thomas im Hintergrund – immer spaßig und #witzige Fotos entstehen! Bei einem (beinahe) Mordattentat warf Annchribert #einenApfel auf Thomas.

Inga aka Ingbert Ingbert und Annchribert waren zusammen die #snapchatgiiiirls („Oh scheiße, guck mal, ich seh da VOLL scheiße aus!“), Sie war unser #bravogirl und verlieh jederzeit bereitwillig ihre große Auswahl an Buntstiften. Um auf die Junior Akademie gehen zu können, sagte sie sogar den Handballkader ab!!! Sie war immer überzeugend und gab gute Denkanstöße. Ingbert gab sich viel Mühe bei schriftlichen Arbeiten („Mein Text ist super, stimmts?“) und lieferte sich nebenbei einen Kleinkrieg mit Thoberts Wasserflasche.

Matteo aka Mattbert Er erkundigte sich oft nach interessanten philosophischen Fragestellungen. Eine beliebte Frage von ihm war auch: Wo ist die Schokolade? Er gibt gerne ehrliche Kritik (Das war ja gar nicht soooo schlecht) und erwartet sehnlichst die Publikation seines noch (!) unveröffentlichten Hauptwerkes. Mattbert ist selbstbewusst (Höre ich da etwa Kritik raus!?) und stellte Vieles in Frage. Er war stets für einen Witz zu haben „Das war Ironie!“ – „Achso, ja, hab ich nicht verstanden“. Darüber hinaus mag er die Philosophie und bringt sich oft konstruktiv ein (#Philosophyforever). Er ist ein guter Redner und hat seine Rhetorik gern auch in den Debatten eingesetzt. #StarkeRhetorik.

Jonne aka Jonnbert Seine Meinung ist die einzig Richtige! – Wohl der geborene Philosoph. Er lebt die Philosophie – das ist wohl eine gute Lebenseinstellung. Dafür bin ich geistig größer #(un)gesundes Selbstbewusstsein;) Brachte uns dazu, in der nächsten Klassenarbeit eine Personenbeschreibung zu schreiben. Erinnernte ebenso an „Du taugst nichts mein Junge, du taugst nichts!“ – Simon (Begeisterter Schauspieler) – Besaß immer wieder englische Motti „Take it easy“, „Hello teacher tell me whats my lesson ...“ Steckte uns alle mit dem Zauberwürfel-Fieber an, war #Zauberwürfelmeister und konnte Zauberwürfel in unter einer Minute lösen nur #DieseScheißMitteLassenSichNichtDrehen ließ ihn verzweifeln. Er lachte über: Bruda warum machst du dieese? Geht Ewigkeiten nicht in Whats-App – PIIIIIEEEEKKKKKSSSS. Manchmal kam der Psychater raus: Ahaaaaa ein Kääääääääänguruu. Jonbert sah das aber objektiv. Musste ins #Krankenhaus und hatte Probleme wie #jetztSchmeckt-MeinBrötchenNichtMehr. #wollteabgehobenaltstshirtmotto.

Tim aka Tibert Für Tim ist Ruhe der beste Ton. Er ist sehr kompetent und geordnet – perfekt zum Erklären und von allen als #MisterAnDenLippenGehangen gelobt. In der Ruhe liegt die Kraft – „ja.ge“? Er verblüffte mit krassen philosophischen Theorien und war stets die Ruhe in Person. Wahrscheinlich wird dieser #Denker ein #zukünftigerPhilosoph, der #Philosoph 4ever.

Laura aka Labert Laura Stock aus Stein oder auch eLiS war immer für einen Spaß zu haben, besonders für unsere Kursspiele, sowie #Obst. Es war ja vorauszusehen, dass #Labert labert, aber dass sie soooo viel labert, hätten wir nicht erwartet. Momentan hat sie ihre politische Phase/Farbe – anders jedoch ihre grüne Haarfarbe. Wie wir während der Sommerakademie herausfanden, kann man Philosophie anders als #Physik nicht lernen, sondern nur leben. #TrampolinAufDerHand – #ne?

Melissa aka Melbert Die „kleine Maus“ aus dem #TeamNeckarsulm hatte immer „voll

Ahnung und den Durchblick“. Sie war ebenfalls unsere Präsentationsqueen und brachte uns immer mit Aussagen wie „Hä, das sind Fingernägel?“ zum Lachen. Ihre Lachanfällschwelle war sogar niedriger als der Mariannengraben, auch oft aufgrund Jonnberts „Das is richtig.“ Sie brachte immer genau das auf den Punkt, was alle anderen dachten. Das allgemeine Spiel #Piks wurde durch Melberts Antwort „miau“ erweitert. Außerdem half sie uns immer mit #cooleTafelbilder. #Wir sind abgehoben.

Pauline aka Paubert Unsere #LautLauter-Pauline und #SchnellSchnellerPauline sagte über sich selbst: „ICHREDE-NICHTLAUTODERSCHNELL!!!“. #Insofern hat sie die perfekte Hörbuchstimme, welches vielleicht auch an den #Känguruchroniken („hier sind wir jetzt, unterhalte uns“) und ihrer Liebe zu den Büchern zu erkennen war. Ihr Name #BestesKänguru4ever wurde ihr von Jonnbert und Labert gegeben. Durch ihre gute Laune, hatte sie stets Übereifer bei jedem Spiel. An ihren Lieblingsausrufen „hui“ und „uff“ war immer sofort ihre Stimmung zu erkennen. Sie überzeugte außerdem mit ihrem Gesangstalent, hauptsächlich mit dem Lied „mad world“: Hello teacher tell me what’s lesson ...

Eva aka Evbert Mit der Trampolinspringerin #Gefährlich GefährlicherEva sollte man sich lieber nicht anlegen, denn hinter der ruhigen und lieben Außenschale verbarg sich ein richtiger #Judoprofi. Oft erschreckte Evbert uns mit ihrem Kampfgeschrei, das bei #NinjaMitReflexen deutlich zu hören war. Das Zeichentalent hatte einen fixierenden Blick und ein diabolisches Grinsen (#einschüchternd). Auf einmal kam ein Piek in den Bauch und bei ihr hatte jeder Gegenstand seinen eigenen Spruch. Kurz gesagt: „Wir sind zwar klein, aber fies und gemein!“. War pfeilschnell und gefährlich, wies jedoch selbst auf #AchtungDaStehtEinTee hin. #WirSindAbgehoben.

Thomas aka Thobert Thooooooooooooooooomas war #DieGuteSeele des Kurses. Ließ durch seinen Dialekt (#Schloofkapp) Lachtränen

entstehen. Sagte #IchHalteMichImmerAnRegeln, war aber der Meinung: „Da entsteht neues Läääben.“ Dialekt muss sein! – Bearbeitete #DenArschtoteles beim #draußen am Boden liegen mit Angrischdien. Manchmal mit interessanten #Frisuren im Kurs. Stellt sich nicht wie #derSpanier vor, sondern #halloichbinderherrköniger. Oft #sensibel wollte aber dazulernen: „#Sag“. War beim #SpielmitderPlane aufgedreht ebenso bei #AnniThomasFrankaGruppenarbeit. Verblüffte uns mit den Worten „Ich wärd Organist!“ Und sagte bei Hitze: „Ich glaube ich mach mich mal frei.“ #abgehobenmitThomas.

Franka aka Frabert Ist #Der, Kommaprofi. War mit #Ironie und #aufgeschürftemKnie im Kurs. Übernimmt gerne die Führung bei Diskussionen – diktatorisch oder sehr autoritär. Besaß verrückte Ninjarufe wie #Hai-zung und #Ka-Tsching. War die Einzige, die die #SprachübungenFürDiePräsis ohne riesigen Lachanfall bewältigen konnte;) Das Alter Ego Jack war immer mit im Kurs anwesend #tötetdasschweinvergießtseinblut, #jagtjagtjagtdasschwein – #Natürlich lustig. War begeistert bei „Obst, Obst, Obst“ dabei, kam aber immer mit #Kürschen an – es heißt Kirschen! Reagierte oft mit JESUS! #englischausgesprochen. Hatte immer #den Apfel im Kurs (#FrankaHatHunger) und saß am längsten beim Essen noch dran: Schnell essen – was ist das? War darum auch schnell aus dem Kursraum verschwunden #„Kurs vorbei – Tschüss!Essen!“ Hatte hin und wieder mit modernen Dilemmata zu kämpfen: „Soll ich den Apfel jetzt essen oder nicht?“ Musste mit anderen Vorurteilen kämpfen wie: „Wir müssen das Foto jetzt nochmal machen, weil Franka zu eitel ist.“ Wegen #Volleyball oft zu spät. Verwendete die #DeutlichsteAus-sprache und unterstützte auch #WirSind-Abgehoben.

Lorenz aka Lobert Auch bekannt als Lorentz (Laubert) und war so souverän, dass ich auch einen Staubsauger von ihm kaufen würde. Bei den Präsentationen mit „Sapere aude – Das haben wir die letzten zwei Wochen gemacht, ich weiß nicht, ob sie das

auch tun ...“ frech und herausfordernd dabei. Überraschte uns des Öfteren: „Hä du hast ne Internetseite?“, „Ja klar.“ „Hä du hast ein eBook.“ – „Ja klar ...“ War zwar ein #Genie endete jedoch mit „Ja und das ist dann so“ oder ... und ... joah. Legendär mit: „Die Ausländer sagen ja immer alle ...“ und redet über den Klimawandel wenn's gar nicht passt. Unterstützer von #WirSindAbgehoben.

Tiziana aka Tizbert Toller Ruf bei #ZeitFür-Veränderung und die #BesteSportmentorin!!! Brachte als #Süßigkeitenfee und #Teelieferant die letzte benötigte Energie mit – immer heiß ersehnt. „Wie ist das denn jetzt genau?“ Wir konnten immer in letzter Sekunde unsere Klammern loskriegen: Wie geht's Dir, Tizi? – Gut – Hier die Wäscheklammer. Erschreckte mit #Ninjarufe. War die coolste Schülermentorin der Akademie zusätzlich zum #coolstenKurs.

Alexander aka Abert Begegnete uns nie mit einer drohenden oder herausfordernden Haltung, hatte manchmal dieses unglaublich demotivierende Grinsen. „Am Ende der Akademie werdet ihr nicht mehr so lachen.“ Legendärer Sadist der Kursspiele und immer begeistert dabei: „Obst, Obst, Obst!“ und „Hier ein gekochtes und ein rohes Ei“ oder „Das Spiel hab ich im Fernsehen gesehen!“. Hatte objektiv betrachtet einen sehr guten Musikgeschmack und war immer für Buchempfehlungen zu haben (Aber Abert!). Seltsamerweise immer sehr optimistisch mit dem Zeitplan, nur das „HA!“ verängstigte ihn. Und er ist schuld an den ... bert-Namen.

Farina aka Fabert Unterbrach das Zauberswürfelieber durch jähes Entreißen ebendieser, zog zudem die Fäden des Kurses im Hintergrund und war nicht nur Alex' #Lieblingsfarina. Hatte immer verrücktere und lautere #Spiele auf Lager – war selbst aber leider kein Talent beim #Ninja-Spiel. Brachte – voll den süßen – Drachen mit zu Platon und übernahm hin und wieder die Rolle der #Ersatzmami und war Hüterin der Methodenblätter. #Das Gewissen, das uns daran erinnerte, zu arbeiten.

Kurs 6 – Fotografie



Vorwort

DIE KURSLEITER

Fotografie ist in der heutigen Zeit allgegenwärtig: Im Jahr 2016 wurden jeden Tag etwa 350 Millionen Bilder alleine bei Facebook hochgeladen. Das heißt aber nicht, dass jedes dieser Bilder wirklich sehenswert ist. Im Gegenteil: Schnell hat man sein Handy gezückt und einen Schnappschuss für die „Ewigkeit“ festgehalten. Doch wie schafft man es, sehenswerte bzw. qualitativ hochwertige Fotos zu machen, die mehr Aufmerksamkeit als einen schnellen Like in einem sozialen Netzwerk erzeugen? Dafür sind nicht nur besondere Fähigkeiten bei der Auswahl der Motive und der Handhabung der Kamera wichtig, sondern auch die Nachbearbeitung der Bilder am Computer.

Mit genau diesen Themen befasste sich der dies-

jährige Fotografie-Kurs unter der Leitung von Anna Jungblut, Dr. Daniel Jungblut und Helena Buchenau. Wir begleiteten dabei unsere elf Teilnehmer und Teilnehmerinnen auf ihren ersten Schritten hin zu professionellen Fotografen. Dabei wurden einige Speicherkarten, aber auch analoge Filme, vollgeknipst. Letztere haben wir in einer Dunkelkammer selbst entwickelt und anschließend auf Fotopapier gebracht. Insgesamt entstanden erstaunliche Bilder und tolle Projektergebnisse. Viele Bilder wurden dafür noch einer Schönheitskorrektur am Computer unterzogen und sorgten dann für den gewissen Wow-Effekt.

Unser Kurs wuchs schnell als Team zusammen und zog gemeinsam über das Schulgelände am Eckenberg, um auf Motivjagd zu gehen. Am meisten staunten wir Kursleiter aber, als der Fotografie-Kurs trotz anfänglicher Motivations-

schwierigkeiten den dritten Platz beim Sportfest erzielte.

In unserer Dokumentation haben wir die wichtigsten Ergebnisse unseres Kurses in zwei Abschnitten zusammengefasst: Im ersten Teil der Dokumentation finden Sie all das, was unser Kurs inhaltlich rund um das Thema der Fotografie gelernt hat. Im zweiten Teil stellen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer einige ihrer durchgeführten Fotoprojekte vor. Wir hoffen, dass Sie beim Lesen mehr über Ihre Kamera lernen und sich vielleicht auch die eine oder andere Anregung für das nächste eigene Foto holen werden.

Unser Kurs

Aikko war besonders originell beim Fotografieren. So schoss er einige verrückte Bilder wie zum Beispiel die Makroaufnahme einer Mülltonne, die viele Besucher bei unserer Präsentation verwunderte. Auch bereicherte er den Kurs mit seinen Kommentaren und war immer für eine Diskussion zu haben.

Alex verzauberte unsere Plakate mit seiner wundervollen Schrift und schreckte auch nicht davor zurück, ein Referat mit mathematischem Tiefgang zu halten. Trotz Problemen bei der Handschuhwahl in der Dunkelkammer aufgrund seiner großen Hände entwickelte er schöne Bilder. Auch ansonsten brachte er mit Fynn kreative Fotos zustande.

Barbara zeigte sich die ganze Zeit als sehr kamerascheu und ging am Sportfest mit Anna den Deal ein, einmal fotografiert zu werden und dann nie wieder. Dieses Abkommen hielt aber nicht sehr lange. Zudem war sie immer nett und hilfsbereit und sorgte mit ihrer liebevollen Art für ein angenehmes Kursklima.

Clara zeigte sich äußerst kreativ und motiviert bei der Suche nach einem Schlachtruf für das Sportfest. So hatte sie auch im Kurs gute Ideen und war stets für ein originelles Fotoprojekt bereit. Sie erwies sich als wie dafür geborene Wassertropferin.

Fynn tauchte selbst beim Bergfest mit seinen orangenen Crocs auf und auch seine Rechtschreibung war *längendehr*. Er trug mit seinem Humor zur Erheiterung des gesamten Kurses bei und war für jeden Spaß zu haben.

Henrike zeigte ihr Talent im Organisieren, indem sie einen großen Teil unseres Kurs-T-Shirts designte, und gehörte zu den kreativen Köpfen. Sowohl bei der Theorie als auch bei der Praxis war sie immer begeistert dabei, musste sich aber ab und zu Auszeiten nehmen, in denen sie in der Luft meditierte.

Johannes „isch“ ein wahrer Schwabe. Er konnte so Dialekt sprechen, dass es nicht für jeden leicht verständlich war. Er war immer mit seiner analogen Kamera unterwegs, auch nachdem Daniel und er seinen Farbfilm kaputt gemacht hatten. Dennoch sah man ihn immer gut gelaunt und motiviert seinen neuen Film vollknipsen.

Leo engagierte sich bei der Entstehung eines Logos für unser Kurs-T-Shirt und ist sehr geschickt im Umgang mit *Inkscape*. Er war immer super drauf und steckte uns mit seiner guten Laune an, aber leider verputzte er unsere Gummibärchen zusammen mit Fynn und Aikko in Rekordzeit.

Marlene war ebenfalls kreativ, was das Kurs-T-Shirt anbelangt, und verfasste unseren Spruch *#allesimfokus*. Allerdings ließ sie uns beim Wikingerbootfahren schon früh im Stich, da sie „ertrank“. Sie war für jedes Fotoprojekt zu begeistern und half uns, die Welt auf den Kopf zu stellen (siehe Kapitel *Perspektivwechsel*).

Melanie war unser Sonnenschein. Mit ihrer ruhigen Art sorgte sie für ein entspanntes Kursklima, auch wenn sie sich immer ungern fotografieren lassen wollte und schnell das Weite suchte, wenn Anna mal wieder ihre Kamera zückte.

Mika hat ein ausgeprägtes Talent für Bildbearbeitung, und mit seinen verrückten Ideen entstanden viele einzigartige Bilder, unter anderem der *Tonnen-Mika* und das *Aikko-Bild*. Den Kurs bereicherte er mit sowohl hilfreichen als auch witzigen Kommentaren.

Unsere Kursleiter

Anna war immer mit ihrer Kamera am Start und versuchte stets, Bilder von uns zu schießen. Aber nicht alle Teilnehmer waren dafür zu haben. Für uns stand sie den ganzen Tag in der Dunkelkammer, um die Entwicklung der analogen Bilder vorzubereiten und durchzuführen. Anna motivierte uns immer mit ihrem fröhlichen Wesen.

Daniel konnte uns selbst komplizierte Sachverhalte gut und verständlich erklären. Mit seinen umfangreichen PowerPoint-Präsentationen brachte er uns die Theorieinhalte des Kurses näher. Auch mit seinen Kenntnissen am Computer war er uns bei der Bildbearbeitung eine große Hilfe und bescherte uns immer viel Spaß beim Lernen.

Helena versorgte uns immer liebevoll mit Tee und war eine großartige Schülermentorin. Leider fiel sie beim Sportfest krankheitsbedingt aus, sodass wir „nur“ den dritten Platz erreichten. Zum Glück war sie bei der Siegerehrung wieder fit und zeigte allen, dass der Foto-Kurs den coolsten Flieger hatte. Sie stand uns immer mit guten Ratschlägen in allen Bereichen zur Seite.

Aufbau einer Spiegelreflexkamera

MIKA ALKABETZ

Die meisten Bilder, die wir im Kurs geschossen haben, stammen von Spiegelreflexkameras, denn diese haben viele Vorteile, was größtenteils an ihrem Aufbau liegt. Bevor man ein Foto schießt, fällt das Licht (Abbildung 1, gelber Strahl) durch das Objektiv, das man in der linken Hälfte der Abbildung sieht. Das Objektiv besteht aus vielen Linsen, die einen ausgewählten Bereich des Bildes scharfstellen. Durch die Bewegung der Linsen verändert sich der Bildausschnitt. Das eintreffende Licht wird dabei von den Linsen umgedreht, sodass das Bild auf dem Kopf stehend vom Sensor aufgenommen wird. Im Objektiv befindet sich zudem die Blende – ein größenverstellbares Loch, das mit unserer Pupille im Auge zu vergleichen ist. Anschließend trifft das Licht auf den Spiegel und

wird von da aus in das Prisma weitergeleitet, welches das Bild wieder richtig herum dreht, sodass es durch den Sucher in das Auge des Fotografen gelangt. Dadurch sieht dieser genau das Bild, das auch die Kamera aufnehmen würde. Es wird, im Gegensatz zu Kameras mit elektronischem Bildschirm oder Sucher, kaum Akkuleistung verbraucht, wenn man nicht gerade ein Foto schießt. Auch lassen sich Langzeitbelichtungen über mehrere Minuten hinweg bewerkstelligen.

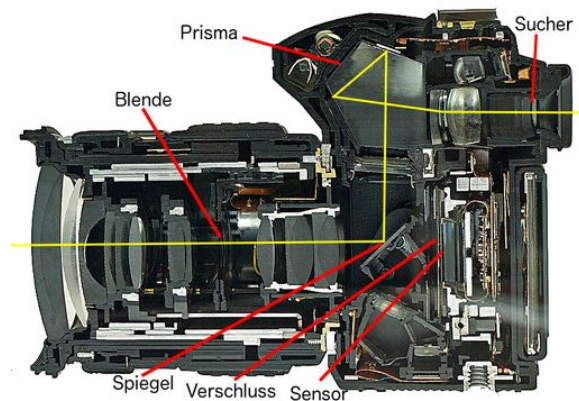


Abbildung 1: Eine aufgeschnittene Spiegelreflexkamera.¹

Wird der Auslöser gedrückt, klappt der Spiegel hoch und verursacht dabei das klassische Klick-Geräusch. Die Blende schließt sich auf den eingestellten oder durch die Kamera ermittelten Blendenwert, und der Verschluss – ein mehrteiliger Vorhang – geht entsprechend der eingestellten Belichtungszeit kurz auf, um gerade genug Licht auf den Sensor zu lassen, dass ein schönes Bild entsteht. Mit dem Motivrad, das sich auf den meisten Kameras auf der Oberseite befindet, lassen sich die Kameraeinstellungen entsprechend der Wünsche des Fotografen anpassen.

Belichtungsparameter

AIKKO WIETHOFF

Die *Belichtungsparameter* entscheiden über die Helligkeit des aufgenommenen Bildes und können an der Kamera eingestellt werden. Es gibt

¹ Abb. basierend auf: E-30-Cutmodel, Wikimedia-User Hanabi123, CC BY-SA 3.0

drei verschiedene dieser Parameter: die *Blendenzahl*, den *ISO-Wert* und die *Verschlusszeit*.

Die Blende bestimmt, wie viel Licht auf den Sensor fällt sowie die *Schärfentiefe*. Die Blende ist im Objektiv verbaut und besteht aus einer Anordnung von Lamellen, durch welche die Größe der Blendenöffnung bestimmt wird und somit die am Sensor eintreffende Lichtmenge. Wie im vorherigen Kapitel erwähnt kann man diesen Vorgang mit der menschlichen Pupille im Auge vergleichen: Wenn man sich in einem dunklen Raum befindet, öffnet sich die Pupille, um das wenige vorhandene Licht gut aufnehmen zu können. Bei Tageslicht hingegen verkleinert sich die Pupille, damit nicht zu viel Licht einfällt. Die Größe der Blendenöffnung und damit die *Blendenstufe* berechnet sich durch den Quotienten aus Brennweite f und der Blendenzahl. Der Schritt von einer Blendenstufe zur nächsten ist die Multiplikation der Blendenzahl mit dem Faktor $\sqrt{2}$. Dabei reduziert sich die Fläche der Blendenöffnung um die Hälfte, wodurch die durchfallende Lichtmenge halbiert wird. Hierbei bedeutet eine kleinere Blendenzahl eine größere Blendenöffnung.

Der zweite durch die Blende beeinflusste Faktor ist die Schärfentiefe. Sie bestimmt, welcher Bereich im Bild scharf zu sehen und wie unscharf der Hintergrund bzw. Vordergrund ist. Je weiter die Blende geöffnet ist, desto geringer ist der Bereich der Schärfentiefe. Das bedeutet, dass nur ein kleiner Bereich um das an fokussierte Objekt scharf abgebildet wird (Abbildung 2, oben). Wenn man also eine Landschaft fotografieren will, verwendet man idealerweise eine kleine Blendenöffnung (große Blendenzahl), damit das gesamte Bild scharf dargestellt wird (Abbildung 2, unten). Fotografiert man hingegen eine Blume, so möchte man meist die Blume scharf gestellt und den Hintergrund unscharf haben, daher verwendet man eine große Blendenöffnung (kleine Blendenzahl). Typische Blendenstufen sind dabei $f/1,4$, $f/2$, $f/2,8$, $f/4$, $f/5,6$, $f/8$, $f/11$, $f/16$ und $f/22$, wobei f für die Brennweite (focal length) steht.

Ein weiterer Parameter zur Belichtung ist der *ISO-Wert* (ISO: International Standardization Organization). Dieser Wert gibt die Lichtempfindlichkeit des Sensors bzw. des Films bei der



Abbildung 2: Oben: Blende $f/2$, Verschlusszeit $1/1000$ s, ISO-Wert: 100. Durch die offene Blende wird der Hintergrund unscharf. Unten: Blende $f/22$, Verschlusszeit $1/8$ s, ISO-Wert: 100. Durch die geschlossene Blende wird das Motiv durchweg scharf abgebildet.

analogen Fotografie an und ist somit auch ein wichtiger Faktor für die Belichtung des Bildes. Ein höherer ISO-Wert bedeutet eine größere Lichtempfindlichkeit. Das ist praktisch, wenn in dunklen Lichtsituationen, wie zum Beispiel in einer Kirche, ein korrekt ausgeleuchtetes Bild erstellt werden soll, ohne die Blendenzahl oder die Verschlusszeit zu verändern. Bei einer Verdoppelung des ISO-Wertes ist der Bildsensor doppelt so sensibel für Licht, d. h. für eine gleichbleibende Belichtung kann man bei der Verdopplung des ISO-Wertes die Blendenzahl um eine Stufe vergrößern. Allerdings hat ein hoher ISO-Wert auch einen Nachteil: Je höher der ISO-Wert ist, desto stärkeres *Bildrauschen* tritt auf. Bildrauschen bedeutet, dass die Bildinformation mit einem zufälligen Rauschsignal überlagert ist und somit die Qualität sinkt (Abbildung 3). Da sich dies auf das Endergebnis teilweise stark auswirkt, sollte prinzipiell mit einem möglichst niedrigen ISO-Wert gearbeitet



Abbildung 3: Blende $f/10$, Verschlusszeit $1/2000\text{ s}$, ISO-Wert: 6400. Störendes Bildrauschen ist in diesem Bild deutlich zu erkennen.

tet werden. Ab wann Bildrauschen im Bild als störend empfunden wird, hängt jedoch auch stark von der verwendeten Kamera ab. Typische ISO-Werte sind 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1600 und 3200, wobei moderne Kameras auch mit deutlich höheren Werten sowie vielen Zwischenstufen arbeiten können.

Der dritte und letzte Parameter ist die *Verschlusszeit* bzw. *Belichtungszeit*: Sie entscheidet, wie lange das Licht auf den Sensor fällt. Der Verschluss befindet sich in der Kamera vor dem Bildsensor und öffnet sich beim Auslösen für die eingestellte Zeit. Dabei bedeutet eine längere Belichtungszeit ein helleres Bild. Wenn eine sehr kurze Belichtungszeit eingestellt wird, entstehen kaum *Verwacklungen* bzw. *Bewegungsunschärfe*. Es muss darauf geachtet werden, dass das Bild am Ende nicht über- oder unterbelichtet ist (Abbildung 4). Um bei langen Belichtungszeiten verwacklungsfreie Bilder zu schießen, benötigt man ein Stativ.

Alle drei Parameter sind maßgeblich an der Bildkomposition und Helligkeit beteiligt und können im manuellen Modus der Kamera unabhängig voneinander eingestellt werden. Die gleiche Helligkeit des Bildes entsteht beispielsweise bei Halbierung der Belichtungszeit und gleichzeitiger Verringerung der Blendenzahl um eine ganze Stufe oder der Verdoppelung des ISO-Werts. Die Belichtungsparameter können entweder alle selbständig geändert werden oder man überlässt der Kamera einzelne Einstellungen. Dabei legt man meist zwei der Parameter fest und lässt den dritten durch eine Belich-



Abbildung 4: *Oben*: Ein unterbelichtetes Bild erscheint zu dunkel. *Unten*: Ein überbelichtetes Bild erscheint zu hell.

tungsmessung der Kamera automatisch bestimmen. Dies kann über das sogenannte Motivrad eingestellt werden.

Motivrad, Betriebsarten und Autofokus

ALEXANDER LIENHART

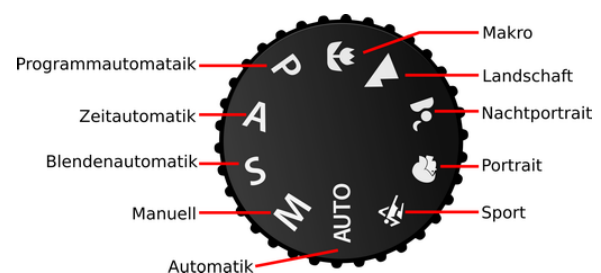


Abbildung 5: Das Motivrad.²

Das Motivrad (Abbildung 5) einer Spiegelreflexkamera gibt uns die Möglichkeit, schnell und einfach die Einstellungen der Kamera zu

²Abb. basierend auf: Shutter priority mode, Wikimedia-User Athepan/Mehdi, CC BY-SA 2.5

ändern. Dabei werden vor allem die drei *Belichtungsparameter* beeinflusst, um die Kamera auf Motiv, Anlass und Belichtungssituation anzupassen. Das Motivrad kann in drei Bereiche eingeteilt werden: Zunächst gibt es die *Automatik-Modi*, bei denen je nach Anlass automatische Voreinstellungen in der Kamera einprogrammiert sind. Gekennzeichnet sind diese durch kleine Symbole auf dem Motivrad. Aufzuföhren wäre beispielsweise der *Portrait-Modus*, die *Makroaufnahme*, die *Sportaufnahme* und der *Vollautomatik-Modus*. Diese Modi eignen sich für Einsteiger, um gute Bilder zu schießen, jedoch überlässt man der Kamera größtenteils die Entscheidung über die Bildkomposition.

Für Fortgeschrittene sind die halbautomatischen Modi empfehlenswert. Hierbei kann man zwei der Belichtungsparameter manuell einstellen. Die Kamera wählt anschließend automatisch den dritten Parameter aus. Somit ist das Bild in den meisten Fällen korrekt belichtet. Bei üblichen Spiegelreflexkameras gibt es für jeden Belichtungsparameter einen halbautomatischen Modus. Die *Programmautomatik*, abgekürzt P, lässt den Fotografen den *ISO-Wert* frei wählen und stellt dafür *Blende* und *Verschlusszeit* automatisch ein. Bei der *Blendenautomatik* (T, Tv, S) kann die Verschlusszeit variiert werden, damit man vor allem Langzeitaufnahmen korrekt belichten kann. Der wohl wichtigste Modus ist jedoch die *Zeitautomatik* (A, Av), diese gibt dem Fotografen die Möglichkeit die Blende manuell einzustellen und somit den Bereich der Schärfentiefe – also die Bildkomposition – maßgeblich zu beeinflussen. In manchen Situationen eignet sich auch der *manuelle Modus*, in dem man alle drei Belichtungsparameter selbst einstellen kann.

Um dem Fotografen weitere Möglichkeiten zur Bildaufnahme bzw. Bildgestaltung zu bieten, wird bei den meisten Kameras zwischen verschiedenen *Betriebsarten* (*Drives*) gewählt. Hier kann beispielsweise zwischen Einzelbild und Serienbild, Selbstauslöser oder Fernauslöser gewählt werden. Letzterer bietet sich beispielsweise bei Gruppenbildern oder bei der Verwendung eines Stativs an.

Eine weitere wichtige Einstellmöglichkeit ist der *Autofokus*. Wichtig hierbei ist zu erwäh-

nen, dass es keinen Einfluss auf das Ergebnis hat, ob ein Bild manuell oder automatisch fokussiert wurde. Der Autofokus dient lediglich als technisches Hilfsmittel, welches oftmals gut funktioniert und somit den Fotografen maßgeblich unterstützen kann. Jedoch gibt es auch Situationen, in denen dies nicht gelingt.

Bei der automatischen Fokussierung (AF) unterscheidet man zwischen dem *Kontrast-AF* und dem *Phasenvergleich-AF*. Der mit deutlich mehr Nachteilen behaftete Kontrast-AF wird hauptsächlich von Handykameras und Systemkameras verwendet. Auch Spiegelreflexkameras verwenden diese Technik, jedoch nur wenn man im sogenannten *Live-View-Modus* fotografiert, also eine Voransicht auf dem kleinen Bildschirm der Kamera betrachtet anstatt durch den Sucher zu schauen. Auf Grundlage dieses Bildes sucht die Kamera automatisch oder nach manueller Markierung eines Bildbereiches nach möglichst großen Helligkeits- bzw. Kontrastunterschieden im Bild. Anschließend wird der Fokus so weit verschoben, bis die gewählten Bereiche scharf gestellt sind. Um zu wissen, wann diese tatsächlich am schärfsten sind, muss der Fokus über den Idealwert hinaus bewegt werden. Erst im Anschluss kann wirklich scharf gestellt werden.

Viele Kameras verwenden darüber hinaus eine Motiverkennung, beispielsweise für Gesichter, sodass die Kamera immer auf mögliche Gesichter im Bild scharf stellt. Die Kamera benötigt dabei mehr Zeit, um zum einen die vielen Messungen durchzuführen und zum anderen den Fokus mechanisch zu justieren. In unserem Kurs haben wir deshalb gelernt, den Live-View-Modus zu vermeiden und stattdessen den Sucher zu verwenden. Beim Fotografieren durch den Sucher wird beim Fokussieren der Phasenvergleich-AF verwendet. Dieser führt nach Betätigen des Auslösers lediglich eine AF-Messung durch. Danach kann sofort scharfgestellt und das Bild gemacht werden. Diese Technik beruht auf eigens für diesen Zweck in der Kamera verbaute Autofokus-Sensoren, die sich unterhalb des beweglichen Spiegels befinden. Durch die Sensoren werden Kanten auf dem Motiv erkannt. Wenn eine Kante nicht übereinander liegt, also unscharf ist, wird die automatische Fokussierung akti-

viert. Diese misst den Abstand der noch unscharfen Konturen zueinander und berechnet daraus den Wert, wie stark die Fokus-Linsen im Objektiv noch verschoben werden müssen, damit die Kante im Fokus liegt. Außerdem verbraucht dieses System weniger Rechenleistung der Kamera, wodurch Strom gespart wird. Der Phasenvergleich-AF ist unterteilt in den *Single-AF* (AF-S) und den *Continuous-AF* (AF-C). Der Single-AF weist die beschriebenen Vorteile auf, er ist schnell und zuverlässig bei der Fokussierung von sich nicht bewegenden Objekten. Somit eignet er sich beispielsweise für Portrait-, Makro, oder Landschaftsaufnahmen. Wie sich bereits vom Namen ableiten lässt (engl. continuous = kontinuierlich), setzt der Continuous-AF nach einem bestimmten Zeitabschnitt den Fokus erneut. Dabei wird grundsätzlich dieselbe Messung wie beim Phasenvergleich-AF durchgeführt. Zusätzlich kann die Position eines bewegten Objektes „vorhergesagt“ werden. Deswegen wird diese Art von Autofokus beispielsweise in der Sportfotografie verwendet. Sie eignet sich auch für andere Anlässe, bei denen trotz Bewegungen im Motiv der Fokus richtig liegen soll.

Funktionsweise von Objektiven und ihre Fehler

MELANIE HAAG

Objektivtypen



Abbildung 6: Verschiedene in unserem Kurs verwendete Objektive.

Ein großer Vorteil von Spiegelreflexkameras ist, dass man nicht nur die zuvor erwähnten Kameraeinstellungen anpassen, sondern auch die

Objektive wechseln kann. Da kein Objektiv für alle Anwendungen optimale Eigenschaften hat, gibt es eine Vielzahl verschiedener Objektivtypen (Abbildung 6). Abhängig davon, welchen Bildwinkel ein Objektiv besitzt, unterscheidet man u. a. zwischen *Weitwinkel*-, *Normal*- und *Teleobjektiv*. Das Normalobjektiv nimmt einen Bildwinkel auf, den auch ein Mensch mit den Augen wahrnehmen kann. Das Weitwinkelobjektiv kann einen besonders weiten Winkel aufnehmen, was ungefähr dem Winkel entspricht, den ein Mensch mit den Augen wahrnehmen kann, wenn er den Kopf stark hin und her bewegt. Bei einem Teleobjektiv hingegen ist der Winkel, der von der Kamera eingefangen werden kann, gering. Dafür lassen sich Objekte stark vergrößert darstellen. Zudem unterscheidet man zwischen Objektiven mit *Festbrennweite* und *Zoomobjektiven*. Es gibt viele Objektive mit einer Festbrennweite, mit denen nicht näher an ein bestimmtes Objekt herangezoomt werden kann. Der Vorteil solcher Objektive liegt aber darin, dass diese für die vorhandene Brennweite exakt optimiert sind und so eine maximale Bildqualität ermöglichen. Zoomobjektive haben im Gegensatz zu Objektiven mit Festbrennweite den Vorteil, dass die Brennweite variabel ist, d. h. man kann an das gewünschte Objekt näher heranzoomen und muss nicht näher an das Objekt heranlaufen.

Optik

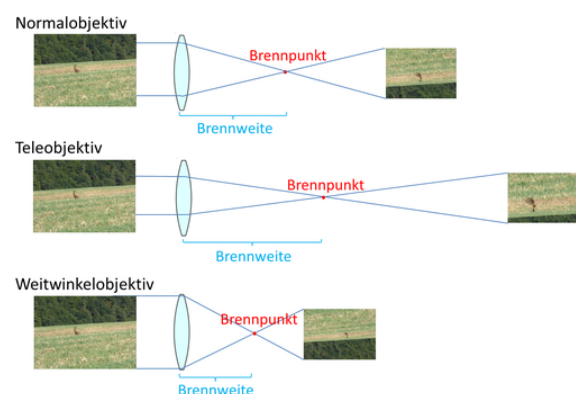


Abbildung 7: Einfluss der Brennweite auf die Bildkomposition.

Eine der wichtigsten Eigenschaften eines Objektivs ist die Brennweite. Sie beschreibt den Abstand zwischen der Linse und dem Brenn-

punkt der Linse, also dem Punkt, an dem sich die von der Linse gebrochenen Lichtstrahlen schneiden (Abbildung 7). In Zoomobjektiven, bei denen man die Brennweite verstellen kann, sind viele Linsen verbaut, die sich gegeneinander verschieben lassen und die man als *Linsensystem* bezeichnet. Dadurch verändert sich der Brennpunkt des gesamten Linsensystems und damit auch die Gesamtbrennweite des Objektivs.

Schärfentiefe und Fokus

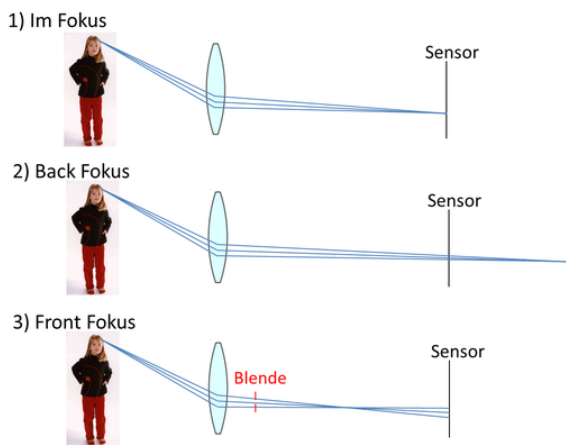


Abbildung 8: Zusammenhang zwischen Blende und Schärfentiefe.

Die Schärfentiefe gibt an, wie weit ein Bereich noch scharf abgebildet wird, der nicht im Fokus liegt. Sind alle Gegenstände in einem Bild scharf abgebildet, spricht man dann von einer großen Schärfentiefe. Ist das gewünschte Objekt im Fokus, so erscheint es scharf, denn die von einem Punkt des Objektes ausgesendeten Lichtstrahlen werden an der Linse im Objektiv so gebrochen, dass sie auf einem Punkt auf dem Sensor auch zusammentreffen (Abbildung 8.1). Ist der Fokus falsch gesetzt, so ist das gewünschte Objekt unscharf. Beim Back Fokus liegt der von der Kamera an fokussierte Punkt hinter dem Objekt, und alles, was vor dem Fokuspunkt liegt, erscheint unscharf, denn diese Punkte werden so an der Linse gebrochen, dass die Lichtstrahlen erst hinter dem Bildsensor wieder zusammentreffen und einen scharfen Punkt ergeben würden. Dort, wo der Bildsensor hingegen ist, treffen die Lichtstrahlen leicht versetzt auf, und der Punkt wird im Verhältnis

gesehen größer, als er in Wirklichkeit ist. Dadurch verschwimmen dicht nebeneinander liegende Punkte miteinander und wirken unscharf (Abbildung 8.2). Beim Front Fokus liegt der Fokuspunkt hingegen vor dem eigentlichen Objekt, und alles, was hinter dem Fokuspunkt liegt, wird unscharf abgebildet, da hier die Lichtstrahlen vor dem Bildsensor zusammentreffen und danach wieder auseinanderlaufen, sodass auch hier die Lichtstrahlen leicht versetzt auf dem Bildsensor auftreffen (Abbildung 8.3).

Durch das Verschieben der Linse lässt sich der Fokuspunkt aber auch verändern, da die auf die Linse treffenden Lichtstrahlen dann anders gebrochen werden. Aber auch mithilfe der Blende kann man die Schärfentiefe beeinflussen. Hat die Blende eine kleine Öffnung, so werden einige Lichtstrahlen von ihr aufgehalten und es fällt weniger Licht auf den Sensor. Die Punkte verschwimmen jetzt nicht mehr so stark und das Bild ist auch in nicht an fokussierten Teilen recht scharf. Ist die Blende jedoch weit geöffnet, so gelangen mehr Lichtstrahlen auf den Bildsensor, die Bildpunkte verschwimmen wieder stärker und die nicht an fokussierten Punkte erscheinen unscharf.

Objektivfehler



Abbildung 9: Bei der Vignettierung sind die Ecken im Bild deutlich abgedunkelt.

Natürlich sind auch Objektive nie ganz fehlerfrei, nur nimmt der Betrachter oft die kleinen Makel nicht richtig wahr, sondern nur die wirklich auffälligen, wie z. B. die *Vignettierung*. Die Vignettierung zeichnet sich dadurch aus, dass

der Rand und besonders die Ecken eines Bildes deutlich dunkler wirken (Abbildung 9). Dieser Effekt kommt daher, dass der Bildsensor einer Kamera immer rechteckig, das Objektiv, durch das das Licht fällt, aber rund ist. So gelangt auf die Mitte des Bildsensors mehr Licht als auf den Rand und an die jeweiligen Ecken. Um diesen Objektfehler auszugleichen, muss man die Blendenzahl erhöhen, sodass die Blendöffnung klein ist.

Bei der *Verzeichnung* unterscheidet man zwischen der tonnenförmigen und der kissenförmigen Verzeichnung. Der Abbildungsmaßstab ist hierbei nicht für das gesamte Bild konstant, wodurch das Bild entweder zur Bildmitte oder zum Bildrand hin verzogen erscheint. Nimmt die Vergrößerung zu den Rändern hin zu, so spricht man von einer kissenförmigen Verzeichnung, verkleinert sich der Maßstab hingegen zu den Rändern des Bildes hin, so spricht man von einer tonnenförmigen Verzeichnung. Dies fällt dabei besonders bei Motiven auf, die eigentlich gerade Linien aufweisen, die auf dem Foto dann aber verkrümmt erscheinen.



Abbildung 10: Der Lens Flare Effekt.

Ein anderer recht häufig auftretender Fehler ist der *Lens Flare*. Hierbei wird das Licht, wenn es in einem bestimmten Winkel auf das Objektiv trifft, so an den darin enthaltenen Lin-

sen gebrochen, dass es zu Reflexionen kommt, die dann als helle Lichtflecke auf dem Bild zum Vorschein kommen (Abbildung 10). Die Anzahl der Lichtflecke entspricht dabei meistens der Anzahl der verbauten Linsen und die Form wird durch Blendenlamellen charakterisiert. Der Lens Flare tritt meist bei Gegenlicht auf, und es reicht oft, die Kamera nur ein Stückchen zu bewegen, sodass der Einfallswinkel des Lichtes verändert wird und keine Reflexionen an den Linsen auftreten. Er lässt sich auch durch Hilfsmittel wie z. B. Streulichtblenden reduzieren. Allerdings können Lens Flares auch als künstlerischer Effekt eingesetzt werden.

Bei der *chromatischen Aberration* handelt es sich um einen Farbfehler, der besonders an Objekträndern rote, grüne, gelbe oder blaue Farbsäume hervorruft. Dieser Fehler entsteht durch die unterschiedlich starke Brechung der verschiedenen Farben an den im Objektiv verbauten Linsen. Man kann sich das so vorstellen wie bei einem Prisma. Auch hier wird das zunächst weiß erscheinende Licht in die verschiedenen Spektralfarben zerlegt, da jede Lichtfarbe eine unterschiedliche Wellenlänge besitzt und damit auch unterschiedlich stark gebrochen wird. Auch bei den Linsen in der Kamera wird das Licht aufgrund der verschiedenen Wellenlängen unterschiedlich stark gebrochen, wodurch sich unterschiedliche Brennweiten für das verschiedenfarbige Licht ergeben und es somit versetzt auf den Bildsensor auftritt.

Bildsensor und Bayer-Matrix

MARLENE KLEEFELD

Der Bildsensor einer Spiegelreflexkamera befindet sich hinter dem beweglichen Spiegel und dem Verschlussvorhang, wo sich bei analogen Kameras der Film befindet. Er nimmt das Bild auf, indem er unterschiedliche Helligkeitsstufen wahrnimmt und Pixel für Pixel speichert. Beim Aufnehmen eines Bildes fällt das eintreffende Licht auf den Sensor, der grundsätzlich nur verschiedene Helligkeitsstufen wahrnehmen kann. Deswegen liegt vor ihm die *Bayer-Matrix* (Abbildung 11) – ein Filter, der nur das Licht entsprechender Wellenlängen und somit Farben durchlässt.

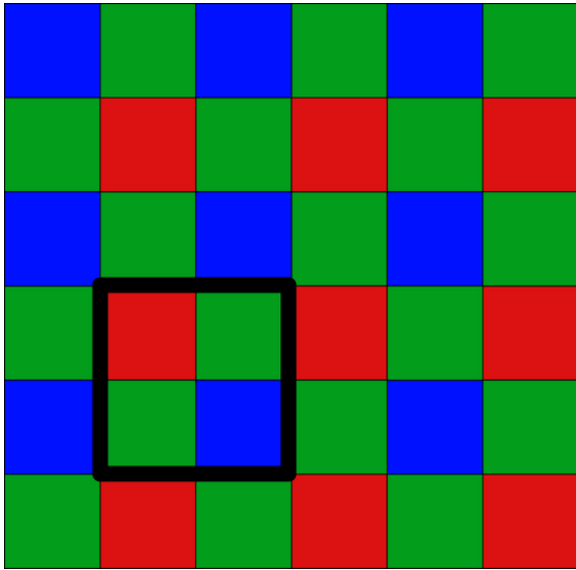


Abbildung 11: Die Bayer-Matrix. Je ein rotes, ein blaues und zwei grüne Felder bilden einen Bildpunkt, auch Pixel genannt. Je mehr Pixel ein Sensor hat, desto höher ist seine Auflösung. Je größer ein einzelner Pixel gebaut ist, desto geringer ist üblicherweise das Bildrauschen.

Es gibt viele verschiedene Größen von Sensoren, beispielsweise den *Vollformat-* bzw. *Kleinbildsensor* oder den *APS-C-Sensor*. Von der Größe des Sensors hängt die Qualität des Bildes ab. Je größer der Sensor, desto besser ist die Qualität, da dadurch die Auflösung höher ist und zudem das Bildrauschen vermieden werden kann. Der APS-C Sensor hat mit einer Größe von 22,2 mm x 14,8 mm folglich eine schlechtere Qualität als der Kleinbildsensor mit einer Größe von 36 mm x 24 mm. In Smartphones ist beispielsweise ein deutlich kleinerer Sensor verbaut als in einer Spiegelreflexkamera. Der Sensor einer Profi-Spiegelreflexkamera ist etwa 35-mal so groß wie der eines Handys, was natürlich auch daher kommt, dass ein Handy deutlich kleiner ist als eine große Spiegelreflexkamera.

Fast alle Bildsensoren arbeiten heutzutage mit der oben erwähnten Bayer-Matrix, einem rasterförmig aufgebauten Farbfilter. Diese besteht zu 50 % aus grünen, zu 25 % aus roten und zu 25 % aus blauen Filtern. Das sind die Farben aus dem RGB-Farbsystem (siehe nächster Abschnitt) und somit genau die Farben, die unser Auge wahrnehmen kann. Die Verteilung dieser Anteile entspricht etwa der Verteilung der *Zapfen* (Rezeptoren für die Farbwahrnehmung) im

menschlichen Auge. Der Erfinder dieser Matrix war der Amerikaner Bryce E. Bayer, welcher seine Erfindung im Jahre 1975 patentieren ließ und diese auch nach sich benannte.

Je nachdem, aus welchen Farben das eintreffende Licht zusammengesetzt ist, filtert die Bayer-Matrix diese Lichtwellen, die auf den Sensor treffen. Die durchgelassenen Lichtwellen „überlagern“ sich und ergeben dann die Farben, die wir wahrnehmen. Besteht das Licht aus roten und grünen Lichtwellen, so nehmen wir beispielsweise eine gelbe Farbe wahr. Besteht das Licht aus allen drei Farben (Rot, Grün, Blau), so ist das Licht, das auf den Sensor trifft, weiß.

Farbsysteme

BARBARA ENGLERT

In unserem Kurs haben wir uns neben dem RGB-Farbsystem auch mit weiteren Farbsystemen beschäftigt. Das *subtraktive Farbsystem* (Abbildung 12, links) ist eine der bekanntesten Farbmischungen, da zum Beispiel Wasserfarbkästen, die man aus dem Kunstunterricht kennt, oder auch Farbdrucker nach diesem System funktionieren. Die Grundfarben Magenta, Cyan und Gelb reflektieren dabei nur das Licht entsprechender Farbe, das restliche Licht wird absorbiert.

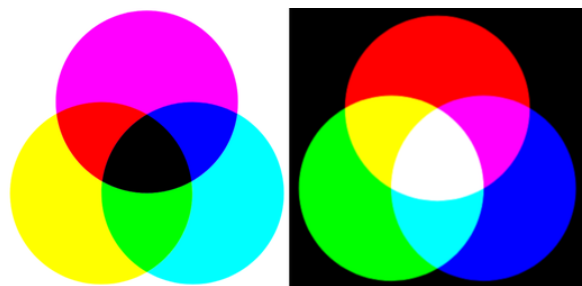


Abbildung 12: Subtraktive und additive Farbmischung.³

Je mehr Farbpigmente man miteinander mischt, desto dunkler wird der Farbton. Mischt man alle drei Grundfarben, erhält man Schwarz. Dies gelingt aber nur, wenn man exakt die richtigen Farbnuancen verwendet. Benutzt man beispielsweise rote, gelbe und blaue Wasserfarben,

³ Abb.: Wikimedia, links: Wikimedia-User ToBeFree, gemeinfrei; rechts: Wikimedia-User Quark67, CC BY-SA 3.0

erhält man statt Schwarz einen dunkelbraunen Farbton. Wenn man stattdessen nur zwei Grundfarben miteinander mischt, erhält man die Grundfarben der *additiven Farbmischung* (Abbildung 12, rechts): Rot, Blau und Grün.

Das additive Farbsystem ist das Gegenteil des subtraktiven Farbsystems. Mischt man farbiges Licht, so geschieht dies additiv. Je mehr Grundfarben man mischt, desto heller wird es, bis man schließlich weißes Licht erhält. Schwarz erhält man, wenn man keine Farben hat, also wenn kein Licht vorhanden ist. Vor allem in der Technik ist diese Art der Farbmischung bekannt, da jegliche Bildschirme, unter anderem Handys, Laptops und Fernseher, damit arbeiten. In den Displays sind winzige Lämpchen in den Grundfarben des additiven Farbsystems verbaut. Um beispielsweise einen gelben Farbpunkt zu erzeugen, gehen ein rotes und ein grünes Lämpchen an und ein gelber Farbeindruck entsteht. Da unser menschliches Auge Rezeptoren für rotes, grünes und blaues Licht besitzt, die sogenannten Zapfen, dienen diese drei Farben als Grundfarben für das additive Farbsystem, das daher auch als *RGB-Farbsystem* bezeichnet wird. Allerdings gibt es viele verschiedene Farbnuancen, die sich in ihrem Rot-, Grün- und Blauanteil unterscheiden. Daher verwendet ein Computer üblicherweise für jede Grundfarbe 256 Helligkeitsstufen, mit denen er den Anteil der jeweiligen Farbe regulieren kann. Es gibt 256 Helligkeitsstufen, da in einem Byte die Zahlen von 0 bis 255 gespeichert werden können. Dadurch kann der Computer mit etwa 16,8 Millionen verschiedenen Farbtönen mehr Farben darstellen, als das menschliche Auge wahrnehmen kann.

Da bei der Nachbearbeitung von Fotos oftmals die Helligkeit oder auch die Sättigung der Farben angepasst werden soll, lassen sich die Farben des RGB-Farbmodells in das sogenannte *HSV-Farbmodell* (Abbildung 13) umrechnen. Dabei unterscheidet man zwischen dem *Farbton* (englisch: hue), der *Farbsättigung* (englisch: saturation) und der *Helligkeit*, beziehungsweise dem *Helhwert* (englisch: value). Dieses Farbsystem lässt sich als Kegel darstellen, der sich nach oben hin öffnet. Jeder Farbton wird durch einen Punkt innerhalb des Kegels repräsentiert: Dabei kann man den Farbton variieren, indem

man den Winkel des Kegels ändert. So liegt Rot bei 0° , Grün bei 120° und Blau bei 240° . Die Sättigung wird durch den Radius bestimmt. Ein großer Radius bedeutet, dass die Farbe sehr gesättigt ist, das heißt, der Farbton wird kräftiger. Dabei erzeugt 0 % Farbsättigung ein Grau, 100 % bedeutet, dass die Farbe sehr gesättigt ist. Die Helligkeit wird durch die Höhe des Kegels reguliert. Je weiter man sich der Spitze nähert, desto dunkler wird der Farbton. Die volle Helligkeit von 100 % liegt dementsprechend oben auf dem Kegel, die Spitze ganz unten entspricht reinem Schwarz. Möchte man nun beispielsweise die Helligkeit eines Bildes ändern, muss man entsprechend nur den Wert der V-Koordinate im HSV-Farbraum anpassen, wofür Bildbearbeitungsprogramme wie GIMP einen entsprechenden Schieberegler zur Verfügung stellen.

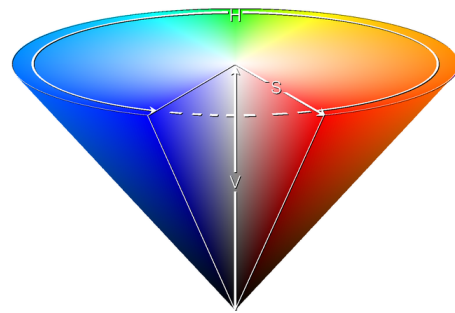


Abbildung 13: Das HSV-Farbmodell.⁴

Bildspeicherung

FYNN JANSON

Ein digitales Bild, wie es von Kameras aufgenommen wird, besteht aus vielen kleinen Bildpunkten, den *Pixeln*. Jeder Pixel hat eine eindeutige Farbe, die im oben erklärten RGB-Farbsystem codiert wird. Dabei wird für jeden Farbkanal (Rot, Grün und Blau) eine Zahl zwischen 0 und 255 gespeichert. Hier ein Beispiel für ein dunkles Lila. In unserem gebräuchlichen Zahlensystem, dem Dezimalsystem, würde diese Farbe durch die Zahlen 60, 10, 60, codiert werden. In diesen Fall steht dann die erste 60 für den Rotanteil, die 10 für den Grünanteil und die zweite 60 für den Blauanteil. Um die RGB-Farben in einem Bild ausfindig zu ma-

⁴Abb.: Wikimedia, HSV cone, Wikimedia-User (3ucky(3all, CC BY-SA 3.0

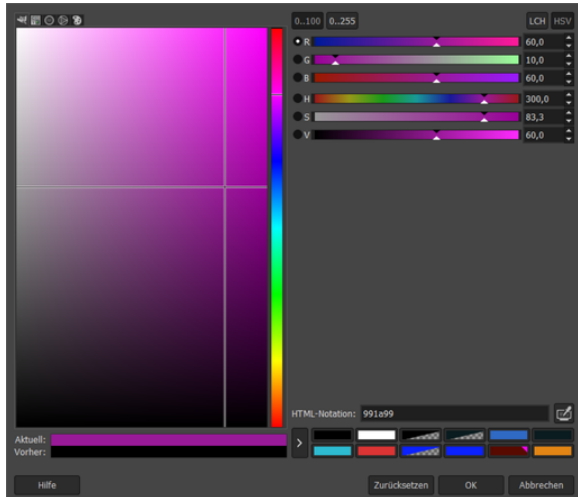


Abbildung 14: Die Farbauswahl im Bildbearbeitungsprogramm GIMP.

chen, kann man den sogenannten *Farbwähler* benutzen (Abbildung 14).

Da der Computer nur „Strom ein“ und „Strom aus“ kennt, kann dieser nicht unser Zahlensystem mit zehn Ziffern verwenden. Daher verwendet er das Binärsystem mit nur zwei Ziffern, der 1 und der 0. Als Beispiel ist die Umrechnung einer Binärzahl in das Dezimalsystem in Abbildung 15 zu sehen. Nach dem Umrechnen ins Binärsystem liegt der Binärcode 001111000000101000111100 für das oben gezeigte Lila vor.

0	1	1	0	1	0
$0 \cdot 2^5$	$1 \cdot 2^4$	$1 \cdot 2^3$	$0 \cdot 2^2$	$1 \cdot 2^1$	$0 \cdot 2^0$
032	116	18	04	12	01
0	16	8	0	2	0

= 26

Abbildung 15: Beispiel für eine Umrechnung vom Binärsystem ins Dezimalsystem.

Damit der Computer bei solch einem Zahlenblock die Zahlen für Rot, Grün und Blau noch auseinanderhalten kann, teilt er solche Zahlen in *Bits* und *Bytes* ein. Ein Bit ist eine Ziffer, also eine 1 oder 0. Hängt man acht solcher Bits aneinander ergibt sich ein Byte, diese bestehen dementsprechend aus acht Binärziffern und können $256 = 2^8$ verschiedene Zahlen darstellen, die beispielsweise für eine Farbe stehen. Somit stehen im RGB-System 256 Werte pro Farbkanal zur Verfügung und die Farbe jedes einzelnen Bildpunktes (Pixel) wird durch einen 24-stelligen Binärcode dargestellt. Um

aus vielen verschiedenen Pixeln ein Bild zu erzeugen, müssen diese noch korrekt, d. h. an die richtige Stelle, geordnet werden. Dazu speichert der Computer einen sogenannten *Header* ab (Abbildung 16). In diesem steht u. a. das Dateiformat sowie die Breite und Höhe des Bildes in Pixeln. Um in bestimmten Situationen Speicherplatz zu sparen (z. B. bei Schwarz-Weiß-Bildern) kann die Codierung abgekürzt werden. Außerdem wird noch angegeben wie man die ganzen Pixel anordnet, also ob man sie von rechts nach links und von oben nach unten oder anders auslesen muss. Je nachdem wie das Bild entstanden ist, steht zum Beispiel auch noch dabei, mit was für einer Kamera es geschossen wurde, wem diese gehört oder welche Belichtungsparameter bei der Aufnahme des Bildes verwendet wurden.



Header Ausschnitt:

```
111111111011000111111111100001011011011
00000001000101011110000110100101100110000
0000000000000100100100101010000000000001
00000000000000000000000000000001100000000
00000111100000001000000100000011000000000
00000000...
```

Pixelfarben:

```
...01000011110001001010010000001111101011
10101010011110101000011110001001101001001
00100000111001011000100111001111001111010
11100110001010111001010110110011100001100
0110110101100001101001100110000110...
```

Abbildung 16: Auszug des Headers (rot) und der Bilddaten (blau) des oben gezeigten Bildes im Binärcode.

Dateiformate

CLARA HOLM

Um Dateien – in diesem Fall Bilddateien – zu speichern, gibt es verschiedene Formate. Die

meisten Bild- und Textprogramme haben eigene Dateiformate, in denen die Bilder oder Texte dann zum Beispiel weiterbearbeitet werden können. Ein Beispiel dafür ist das Dateiformat XCF des Bildbearbeitungsprogramms GIMP, auf das wir später noch genauer eingehen werden. Im Format XCF werden beispielsweise die vorgenommenen Bildbearbeitungsschritte sowie verschiedene Bildebenen mitgespeichert. Die wichtigsten Bilddateiformate sind jedoch JPG, RAW und PNG. Wir haben uns mit den verschiedenen Vor- und Nachteilen und den Verwendungszwecken von den einzelnen Bildformaten beschäftigt. Das am häufigsten verwendete und kompatibelste Bildformat ist *JP(E)G* (Joint Picture Expert Group). Es wird häufig zum Scannen und Einlesen von Fotos aus der Digitalkamera verwendet. Das Format komprimiert Bilder, indem es benachbarte Pixel zu Blöcken zusammenfasst, die dann kompakt gespeichert werden. Es unterstützt zudem das volle RGB-Farbspektrum mit einer Farbtiefe von 24 Bits und ist auch ideal für Bilder mit geringer Auflösung im Internet geeignet. Beim Komprimieren kommt es allerdings zu Verlusten von Bildinhalten. Die zusammengefassten Pixelblöcke sind bei näherem Betrachten einfarbiger Flächen deutlich zu erkennen. Außerdem gibt es keine Möglichkeit zur Speicherung von transparenten Hintergründen.

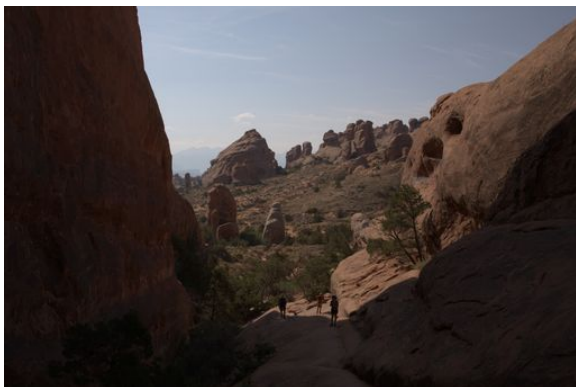


Abbildung 17: Das RAW-Bild vor der Bearbeitung, bei dem Details der im Schatten liegenden Bereiche nicht erkennbar sind.

Wenn man Bilder im *RAW-Format* abspeichert, werden alle Bildinformationen, die der Kamerasensor aufnimmt, in unbearbeiteter Form in die Datei geschrieben, ohne dass die Bilder noch auf der Kamera bearbeitet und komprimiert

werden. Deshalb wird das Format auch Rohformat genannt (raw = roh). Man hat dann viele Möglichkeiten, die Bilder nachzubearbeiten und Details in sehr hellen oder dunklen Bereichen besser sichtbar zu machen (Abbildungen 17 und 18), da viel mehr unterschiedliche Farben gespeichert werden können. So hat man die Kontrolle darüber, was wie deutlich auf den Bildern zu sehen sein soll. Dadurch, dass die Bilder unkomprimiert gespeichert werden, brauchen sie aber mehr Speicherplatz und Rechenzeit. Außerdem braucht man zum Bearbeiten spezielle Nachbearbeitungsprogramme und es gibt viele unterschiedliche kameraspezifische RAW-Formate. Für das Nachbearbeiten von RAW-Dateien haben wir unserem Kurs die freie Software *Darktable* verwendet, auf die wir im nächsten Abschnitt noch etwas ausführlicher eingehen.

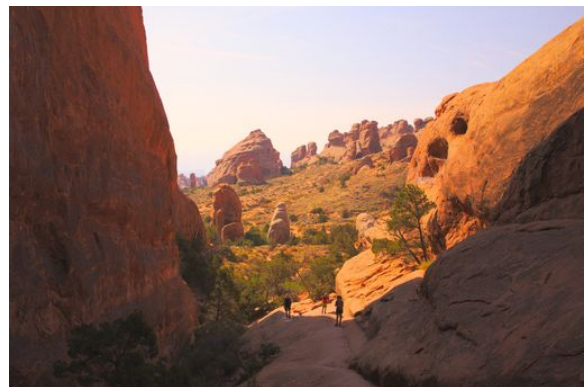


Abbildung 18: Das mit Darktable bearbeitete RAW-Bild, bei dem man nun die im Schatten liegenden Bereiche deutlich besser erkennen kann. Es wurden dazu u. a. die Helligkeit und Sättigung erhöht sowie die orangene Farbe des Bildes verstärkt.

Für verlustfreie Komprimierung von Bildern sollte man das *PNG-Format* (Portable Network Graphics) benutzen. Man kann damit kleine Dateien wie zum Beispiel Logos, Icons und kleine Bilder bei bleibend hoher Qualität nutzen und weiterverarbeiten. Deswegen ist das Format auch im Internet weit verbreitet. Von dem Format wird ebenfalls das volle RGB-Spektrum mit knapp 16,8 Millionen Farben unterstützt und die Bilder können mit transparentem Hintergrund gespeichert werden. Außerdem ist mit dem Format Interlacing möglich, wodurch beim Laden einer Grafik im Internet der schnelle Aufbau eines Vorschaubilds möglich ist.

Bildbearbeitung

HENRIKE MENTZ

Für die Nachbearbeitung unserer Bilder benutzen wir im Kurs die Programme *GIMP* (für JPG-Bilder) und *Darktable* (für RAW-Bilder). *GIMP* (GNU Image Manipulation Programm) ist ein kostenloses Open Source Bildbearbeitungsprogramm für Rastergrafiken, dessen Funktionsumfang sich an dem proprietären Programm *Adobe Photoshop* orientiert. *GIMP* beinhaltet viele Funktionen, die man zum Beispiel zum Entfernen oder Hinzufügen von Aufschriften, zur Farbveränderung, oder um den Hintergrund eines Bildes durch einen anderen zu ersetzen, benutzt. Im Folgenden werden einige dieser Funktionen vorgestellt.



Abbildung 19: Der Werkzeugkasten in GIMP.

Ein wichtiges Tool ist der sogenannte *Klonstempel*. Mit ihm lassen sich kleine Bildausschnitte in andere hineinkopieren, um damit etwa Flecken auf der Linse, Menschen oder Aufschriften wegzuretuschieren. Um den Klonstempel zu benutzen, muss man ihn zuerst in dem Werkzeugkasten (Abbildung 19) auswählen. Dann kann man die Größe der Auswahl des Bildausschnittes sowie die Deckkraft wählen. Anschließend klickt man auf den zu kopierenden Bereich und drückt gleichzeitig die Steuerung-Taste auf der Tastatur. Danach fährt man mit gedrückter Maustaste über den Bereich, den man verändern möchte. Der kopierte Bereich sollte idealerweise einen ähnlichen Hintergrund und eine vergleichbare Helligkeit wie der Bereich haben, den man retuschieren möchte. Zur Reduzierung der harten Kanten des überschriebenen Bereiches kann der *Weichzeichner* verwendet werden. Diesen kann man ebenfalls im Werkzeugkasten auswählen – unter dem Symbol ei-

nes Tropfens. Damit das Ergebnis nicht zu verschwommen wirkt, sollte man eine kleine Größe auswählen. Man fährt mit dem Weichzeichner lediglich mit gedrückter linker Maustaste über die weichzuzeichnenden Bereiche. Eine andere Möglichkeit, harte Kanten nach dem Klonen zu entfernen, ist der *Heil-Operator*. Ihn kann man auch im Werkzeugkasten auswählen – er hat die Form eines gekreuzten Pflasters. Man wendet ihn genauso wie den Klonstempel an. Der Unterschied zwischen beiden Werkzeugen liegt darin, dass sich der Heil-Operator an der Umgebung und Struktur des zu überschreibenden Bereiches orientiert. Für kleinere Verbesserungen kann man den Heil-Operator auch anstelle des Klonstempels verwenden. Um ein Bild auf einen Ausschnitt zu reduzieren, benutzt man in *GIMP* das *Zuschneiden-Tool*. Dabei können die Seitenverhältnisse des Originalbildes beibehalten werden, indem man – nach dem Auswählen des Tools – ein Kreuz bei *Fixiert Seitenverhältnisse* setzt. Anschließend zieht man mit der Maus ein Rechteck in dem Bild, während man die linke Maustaste gedrückt hält. Der Inhalt des Rechtecks markiert den gewünschten Ausschnitt des Bildes. Bei Bedarf kann man den Bildausschnitt noch verändern, bevor man das Bild durch einen Doppelklick zuschneidet.

Um nur einen Teil des Bildes auszuwählen gibt es verschiedene Möglichkeiten, die zum Beispiel dafür eingesetzt werden können, den Hintergrund eines Bildes durch einen anderen zu ersetzen. Zur Verfügung stehen u. a. die *rechteckige Auswahl*, die *elliptische Auswahl*, die *freie Auswahl* sowie der *Zauberstab*. Die rechteckige und elliptische Auswahl funktionieren beide ähnlich: Man wählt das Werkzeug aus und zieht mit gedrückter Maustaste den Bereich, den man auswählen will. Bei der freien Auswahl, zieht man die Auswahl frei Hand, fährt also einmal um beispielsweise das Objekt herum. Der Zauberstab wählt Bereiche mit ähnlichem Farbton aus, wobei man dafür einen Schwellwert für die Empfindlichkeit einstellen kann. Ist der Schwellwert hoch eingestellt, haben die dann ausgewählten Farben größere Unterschiede als bei einem kleinen Schwellwert.

Darktable ist ein kostenloses Bildbearbeitungsprogramm, mit dem man RAW-Dateien bearbeiten kann. Es stellt dabei eine Alternati-



Abbildung 20: Die Dunkelkammer von Darktable beim Bearbeiten eines Bildes.

ve zu dem proprietären Programm *Lightroom* dar. Darktable gliedert sich in zwei Bereiche: den *Leuchttisch* und die *Dunkelkammer* (Abbildung 20). Auf dem Leuchttisch kann man Bilder importieren und diese dann individuell sortieren. In der Dunkelkammer kann man beispielsweise Farbtöne, Kontrast, Helligkeit oder Schärfe im Bild anpassen. Wir benutzten dieses Programm vor allem, um solche Änderungen am gesamten Bild durchzuführen, und nicht wie bei GIMP, um Details zu verändern. Danach exportierten wir die Bilder als JPG und bearbeiteten sie gegebenenfalls mit GIMP weiter.

Cyanotypie

LEO NEFF

Bevor wir mit der analogen Fotografie anfangen, entwickelten wir Bilder mit der sogenannten *Cyanotypie*, einer Vorstufe der analogen Fotografie. Hierbei lernten wir schon einmal das Prinzip, wie man aus einem Negativ ein Positiv erzeugen kann.

Die Cyanotypie erfand der Naturwissenschaftler John Herschel im Jahr 1842. Es war das dritte Verfahren zum Herstellen stabiler Bilder, es wird häufig zum Abbilden von Blättern und Pflanzen verwendet.

Für die Herstellung solcher Bilder braucht man keine Kamera, sondern eine Negativfolie (Abbildung 21, oben) eines Bildes und ein dickes Papier, das mit dem gelblichen Stoffgemisch aus den Chemikalien *Ammoniumeisencitrat* und *Kaliumhexacyanoferrat* beschichtet ist. Legt man die Folie auf das Papier und es trifft UV-Licht darauf, so reagieren die beiden Stoffe



Abbildung 21: Oben: Negativfolie. Unten: Mittels Cyanotypie hergestelltes Positivbild.

miteinander (Abbildung 22) zum wasserunlöslichen Farbstoff *Eisenhexacyanidoferrat*, welcher auch *Berliner Blau* genannt wird (Abbildung 23). An den Stellen, die auf der Folie schwarz oder dunkel sind, bleibt das noch nicht reagierte Stoffgemisch bestehen, weil kein UV-Licht darauf trifft. Diese Stellen erscheinen am Ende weiß oder hellblau. Nach dem Belichten muss das Papier ausgewaschen werden, damit das noch reaktive Stoffgemisch beim Betrachten unter Sonnenlicht nicht nachträglich reagiert. Zum Schluss muss das abgewaschene Papier trocknen (Abbildung 21, unten).



Abbildung 22: Das grünliche Ammoniumeisencitrat und das rote Kaliumhexacyanoferrat, die als Stoffgemisch gelb erscheinen, reagieren unter UV-Licht zum blauen Eisenhexacyanidoferrat.

Der wesentliche Unterschied zwischen der Cyanotypie und der analogen Fotografie besteht darin, dass man für die Cyanotypie ein be-

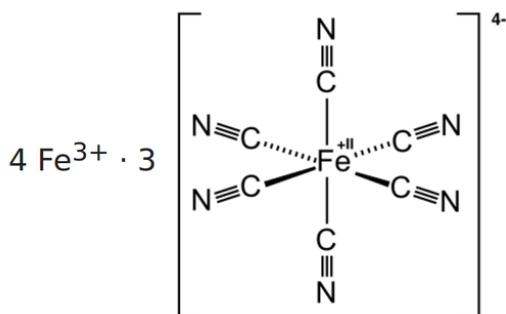


Abbildung 23: Die Strukturformel des Eisenhexacyanidoferrats.

reits geschossenes und auf eine Folie negativ gedrucktes Bild benötigt, während man bei der analogen Fotografie eine Kamera braucht. Außerdem erscheinen die Ergebnisse der Cyanotypie im Farbton *Berliner Blau*, während die Bilder bei der analogen Fotografie je nach Film schwarz-weiß oder farbig sein können.

Analoge Fotografie

JOHANNES FUCHS



Abbildung 24: Ein analoger Film mit 12 Bildern und ISO-Wert 200.

Neben der digitalen Fotografie haben wir uns in unserem Kurs auch mit der analogen Fotografie beschäftigt. Dabei hat diese gegenüber der Digitalfotografie einige Nachteile. So können die fotografierten Motive nicht sofort auf einem eingebauten Bildschirm betrachtet werden, da die Bilder nicht auf einem Sensor mit Speicherkarte gespeichert werden. Stattdessen befinden sie sich auf einem lichtempfindlichen Film, welcher später im Fotolabor entwickelt werden muss. Deswegen muss beim Fotografieren mit der analogen Technologie sehr genau auf die Belichtungszeit, die Blende und

den Bildausschnitt geachtet werden. Es stehen pro Film außerdem nur eine begrenzte Anzahl an Aufnahmen zur Verfügung, beispielsweise 12, 24 oder 36. Auf dem eingelegten Film ist zudem der ISO-Wert, also die Lichtempfindlichkeit des Films (Abbildung 24), festgelegt, welcher auch an der Kamera eingestellt werden muss, damit die automatische Belichtungsmessung korrekt funktioniert. Gängige ISO-Werte sind ISO 100, 200 und 400. In unserem Kurs wurde mit Schwarz-Weiß-Filmen gearbeitet, da diese später in der Dunkelkammer einfacher entwickelt werden können. Beim Einlegen des Filmes in die Kamera ist darauf zu achten, dass möglichst wenig des Filmstreifens aus der Filmdose gezogen wird und möglichst schnell der Filmkammer-Deckel der Kamera geschlossen wird, damit nicht zu viele Bilder von der maximalen Anzahl des Films vorbelichtet werden.

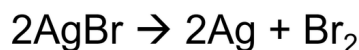


Abbildung 25: Die Reaktionsgleichung beim Belichten des Films.

Durch das Belichten entsteht auf dem Film ein *latentes Bild*, d. h. das Bild wird erst nach dem Entwickeln auf dem Filmstreifen sichtbar. Beim Einwirken von Licht entsteht zunächst elementares Silber aus dem Silberbromid, mit dem der Film beschichtet ist (Abbildung 25). Der „volle“ Film muss wieder zurück in die Filmdose gespult werden. Dies geschieht je nach Kameramodell manuell oder automatisch. Der Film wird in der Dunkelkammer zum Entwickeln komplett ohne Licht aus der Filmdose genommen und auf eine Spule gewickelt. Diese wird in eine lichtdichte Entwicklerdose eingesetzt, in der die weiteren Schritte der Filmentwicklung durchgeführt werden.

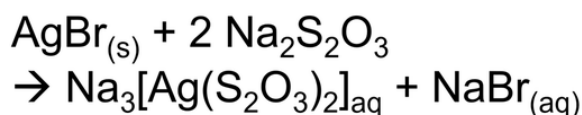


Abbildung 26: Die Reaktionsgleichung beim Fixieren des Films.

Entwickelt wird der Film mit einem Reduktionsmittel, in unserem Fall *4-Aminophenol*. Dabei wird dort, wo Silberkristalle bei der Belichtung entstanden sind, Silberbromid zu ele-

mentarem Silber reduziert. Bei der Reduktion nimmt ein Stoff Elektronen von einem anderen Stoff (dem Reduktionsmittel) auf, der dabei selbst oxidiert. Auf diese Weise wird das eigentliche Bild sichtbar gemacht. Nun muss das Bild noch fixiert, also die verbliebenen Silberionen ausgewaschen werden, damit der Film im Licht nicht weiterreagieren kann (Abbildung 26).



Abbildung 27: Entwickelter Filmstreifen mit Negativen.



Abbildung 28: Negativ und Positiv eines Schwarz-Weiß-Bildes.

Der Fixierer beinhaltet *Natriumthiosulfat*, der mit den Silberionen aus dem Silberbromid eine wasserlösliche Verbindung bildet. Durch das abschließende Wässern wird diese Verbindung ausgewaschen. Man erhält sogenannte Negativstreifen (Abbildung 27), auf welchen die unterschiedlichen Grautöne invertiert (umgekehrt) sind, so werden zum Beispiel alle weißen Flä-

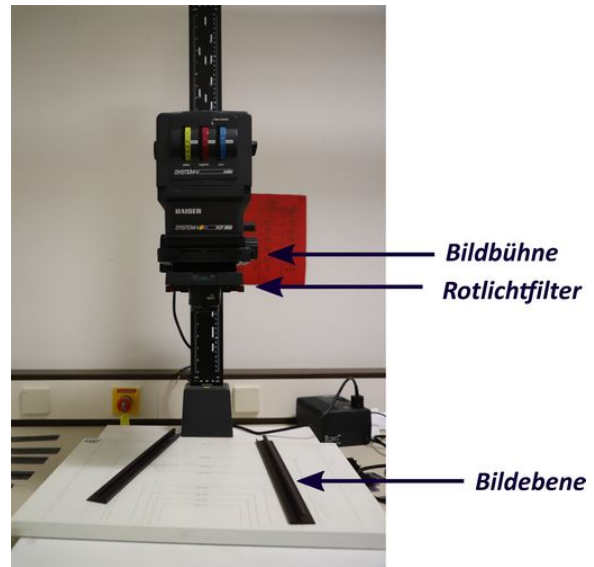


Abbildung 29: Vergrößerer zum Belichten des Fotopapiers. In die Bildbühne wird der Negativstreifen eingelegt. Durch eine darüber liegende Lampe wird das Negativ auf die Bildebene projiziert und die Graustufen beim Durchtritt durch das Negativ invertiert.

chen auf dem Negativstreifen schwarz dargestellt.

Um aus den Negativ-Bildern (Abbildung 28, oben) ansehbare Positiv-Bilder (Abbildung 28, unten) zu machen, müssen die Negative mit einem *Vergrößerer* (Abbildung 29) auf lichtempfindliches *Fotopapier* belichtet werden, was in verschiedenen Größen verlustfrei möglich ist. Dazu wird der Negativ-Streifen in den Vergrößerer in der Dunkelkammer eingelegt. Dies kann bei Schwarz-Weiß-Aufnahmen bzw. Schwarz-Weiß-Vergrößerungen bei Rotlicht erfolgen, da das Fotopapier darauf nicht reagiert. Danach wird das Bild auf die gewünschte Größe vergrößert und scharfgestellt. Vor die Lampe des Vergrößerers wird zum Scharfstellen und Vergrößern ein Rotfilter geschoben, damit das Fotopapier nicht sofort mit dem Licht reagiert. Dieser wird für kurze Zeit entfernt, um das Bild zu belichten.

Nach dem Belichten wird das Fotopapier, genauso wie der Filmstreifen, mit Entwickler und Fixierer entwickelt. Dazu wird das Fotopapier in Wannen mit den Chemikalien gelegt. Nach dem abschließenden Wässern wird das Papier getrocknet.

Fotoprojekte

All das Hintergrundwissen über die Funktionen von Kameras und die Möglichkeiten der Bildbearbeitung hilft beim Erstellen von Fotografien. So überlegten sich die Teilnehmer selbst kreative Fotoprojekte mit unterschiedlichsten Schwerpunkten: Wie man verschiedene Objekte besonders gut fotografiert, wie man selbst (ohne Nachbearbeitung) mehrfach in einem Bild auftauchen kann oder auch wie Menschen und Gegenstände durch Bildbearbeitung zum Schweben gebracht werden können. Einige dieser Fotoprojekte haben wir im folgenden Teil unserer Dokumentation für Sie zusammengestellt.

Perspektivwechsel

CLARA HOLM

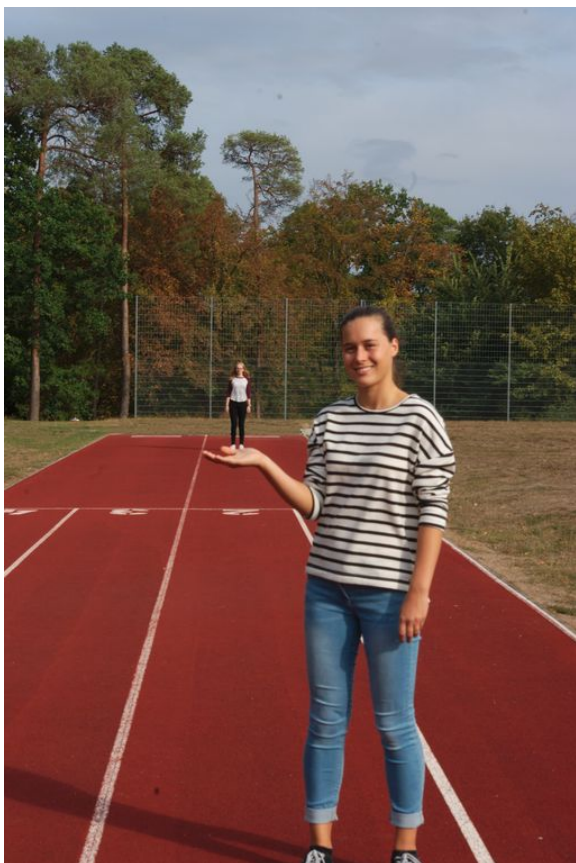


Abbildung 30: Eine Person steht auf den Händen einer anderen Person.

Beim Perspektivwechsel geht es darum, beim Fotografieren so die Perspektive zu wechseln,



Abbildung 31: Perspektivwechsel durch Drehen des Bildes.

dass ein Bild mit unrealistischen Größenverhältnissen oder Betrachterperspektiven entsteht. Dies kann den Betrachter austricksen oder an der eigenen Wahrnehmung zweifeln lassen.

Zum Beispiel kann man mit dem Perspektivwechsel kleine Dinge im Verhältnis zu anderen riesig oder große Dinge klein erscheinen lassen. Man kann aber auch ein Auto auf ein Skateboard parken oder die Welt wortwörtlich auf den Kopf stellen. Das wird dadurch erreicht, dass man beim Fotografieren die Perspektiven im Bild verschiebt.

In unserem Kurs haben wir viel mit dieser Technik experimentiert: Beispielsweise haben wir eine Person als Zwergin auf den Händen einer anderen stehen lassen (Abbildung 30), indem sie weiter hinten stand als die andere. Oder wir haben den Horizont gedreht, dadurch dass wir uns falsch herum auf eine Bank gelegt und das Bild anschließend gedreht haben (Abbildung 31).

Bild im Rahmen

ALEXANDER LIENHART



Abbildung 32: Bild im Rahmen.

Abbildung 32 zeigt einen unserer Kursteilnehmer; naja, sagen wir einen Teil von ihm. Es ist wortwörtlich im Rahmen unserer praktischen Kursarbeit entstanden. Dieses Fotoprojekt ist ein schönes Beispiel dafür, dass eine gute Idee und etwas Kreativität für ein tolles Ergebnis sorgen können. Zur Bildaufnahme wird lediglich eine Kamera, ein Stativ und ein Bilderrahmen benötigt. Um den „unsichtbaren Effekt“ zu erlangen, ist zusätzlich ein Bildbearbeitungsprogramm notwendig. Der erste Schritt der Bildentstehung ist die Motivwahl. Zu beachten ist hierbei, die Person in einen möglichst spannenden Hintergrund zu setzen. Anschließend wird die Kamera mit Hilfe des Stativs aufgestellt und somit der Bildausschnitt bestimmt. Durch das Stativ ist außerdem eine verwacklungsfreie Aufnahme garantiert. Aus dieser Perspektive werden nun zwei Bilder gemacht; ein Bild mit der Person, wobei diese den Rahmen vor sich hält, und ein Bild ohne sie. Nach diesem Schritt

kommen wir zur Bildbearbeitung. Dabei wird das Bild mit der Person zuerst als Ebene definiert. Anschließend wird die Innenfläche des Rahmens ausgewählt und ausgeschnitten. Im nächsten Schritt fügt man den Hintergrund als Ebene unter das bereits vorhandene Bild, so dass der Bereich im Bilderrahmen durch das Motiv – in diesem Fall den Basketballkorb – gefüllt wird.

Schwebende Menschen

JOHANNES FUCHS



Abbildung 33: Schwebende Kursteilnehmerin.

Um Personen, wie in unserem Fall eine Kursteilnehmerin, schweben zu lassen (Abbildung 33), werden ebenfalls zwei Bilder benötigt, die denselben Bildausschnitt zeigen, wofür wiederum ein Stativ verwendet werden muss. Die beiden Bilder werden nicht im Automatik-Modus, sondern im manuellen Modus der Kamera aufgenommen, sodass Blende und Belichtungszeit identisch eingestellt werden können. So ist sichergestellt, dass die Bilder nicht unterschiedlich belichtet werden. Auf einem der Bilder befinden sich eine oder mehrere Personen, die auf einem Stuhl sitzen oder liegen. Das zweite Bild wird ohne Personen und Gegenstände aufgenommen. Die Bilder können nun in GIMP bearbeitet werden: Beide Bilder werden jeweils als eine eigene Ebene im Bildbearbeitungsprogramm GIMP geöffnet. Es ist darauf zu achten, dass das Bild mit den Personen und Gegenständen als obenliegende Ebene definiert ist und ein *Alphakanal* zugewiesen wird, damit diese Ebene transparent gemacht werden kann. Mit dem Radierer werden die Gegenstände, aber

nicht die Personen, „wegradirt“. Es erscheint an diesen Stellen das Bild der zweiten Ebene. Aufgrund derselben Perspektive der beiden Bilder *verschwinden* die Gegenstände und es scheint, als ob die Personen schweben würden. Dieser Effekt nennt sich auch *Levitation*.

Lichtspiele

BARBARA ENGLERT

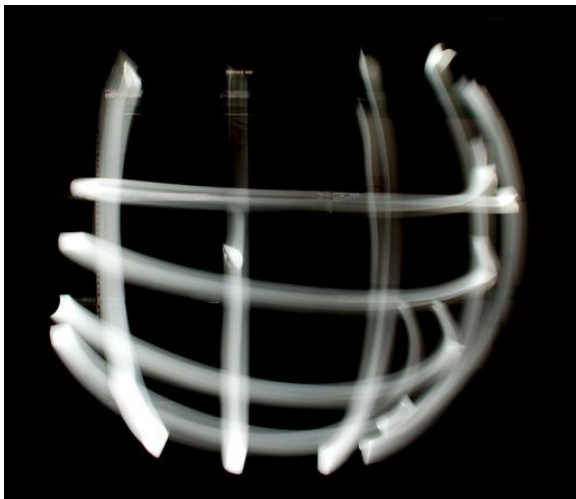


Abbildung 34: Bild mit Karomuster.



Abbildung 35: Mit GIMP nachbearbeitetes Bild.

Auch ohne viel Aufwand kann man originelle Bilder machen, wie zum Beispiel unsere *Lichtspiel-Fotos*. Dafür benötigt man lediglich ein Stativ, eine Taschenlampe und natürlich eine Kamera. In einem dunklen Raum haben wir eine Langzeitbelichtung zwischen 15 und 30 Sekunden eingestellt und die Kamera auf ein Stativ gesetzt, damit das Bild nicht verwackelt. Nun haben wir mit einer Taschenlampe vor der Kamera diverse Formen wie Kreise und Linien in die Luft „gezeichnet“. Dabei kann man kreativ sein. Wir haben uns unter anderem für ein Karomuster entschieden (Abbildung 34).

Außerdem haben wir einige Bilder noch im Nachhinein mit GIMP bearbeitet, sodass das Licht nicht mehr weiß, sondern blau und lila erscheint, was einen fast schon magischen Eindruck erzeugt (Abbildung 35).

Langzeitbelichtung im Hellen

LEO NEFF

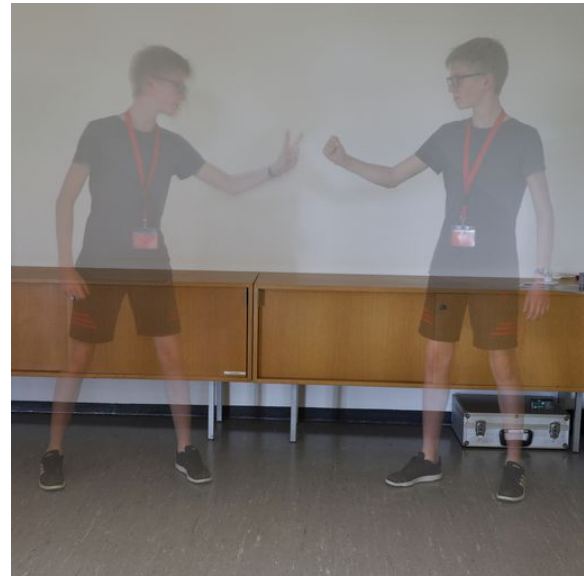


Abbildung 36: Ein Kursteilnehmer spielt *Schere, Stein, Papier* gegen sich selbst.

Neben den Lichtspielen haben wir auch andere Effekte mit Hilfe von Langzeitbelichtungen erzeugt. Um doppelt und durchsichtig zu erscheinen (Abbildung 36) haben wir eine Belichtungszeit von 20 Sekunden eingestellt. In den ersten neun Sekunden muss eine Position eingenommen werden, in den nächsten zwei Sekunden wird in eine andere Position gewechselt und in der restlichen Zeit muss man wieder ruhig stehen bleiben. Damit das Bild nicht verwackelt, muss zwingend ein Stativ verwendet werden. Zudem braucht man einen Graufilter, auch ND-Filter (Neutraldichte-Filter) genannt. Dieser wird vorne auf das Objektiv geschraubt und wird verwendet, wenn man eine sehr lange Belichtungszeit in einer hellen Umgebung einstellen möchte. Je nach angegebenem Wert des Filters kann man die berechnete Belichtungszeit der Kamera um einen bestimmten Faktor vergrößern, ohne dass das Bild dabei überbelichtet wird.

Langzeitbelichtung im Dunklen

MELANIE HAAG



Abbildung 37: Während die Kamera 30 Sekunden lang belichtete, wurden mehrfach Blitzgeräte ausgelöst.

Für dieses Fotoprojekt (Abbildung 37) trafen wir uns an einem Abend noch einmal mit Stativen und mehreren Blitzern. Zuerst wurden an der Kamera besonders lange Belichtungszeiten von bis zu 30 Sekunden eingestellt, der Blitz der Kamera ausgeschaltet und schon konnte es losgehen. Wir suchten uns einen relativ dunklen Ort und stellten dort unsere Kamera mit dem Stativ auf. Während die Kamera dann 30 Sekunden belichtete, liefen wir Kursteilnehmer mit den Blitzern umher und blitzten immer wieder einige Gegenstände an. Dabei musste darauf geachtet werden, dass nicht direkt in die Richtung der Kamera geblitzt wurde, sondern nur auf die Gegenstände, die das Licht dann zur Kamera warfen. Diese angeblitzten Stellen sind auf dem Foto als helle Stellen zu sehen, da sie, wenn auch nur für einen kurzen Moment, hell erleuchtet waren.

Makrofotografie

MARLENE KLEEFELD

Die Makrofotografie ist eine Art der Fotografie, die sich darauf konzentriert, dem Betrachter durch extreme Vergrößerung des Motivs einen neuen Blickwinkel auf ganz alltägliche Dinge zu geben (Abbildung 38). Hierbei können auch sonst nicht so schöne Dinge einen interessanten Effekt erzeugen und beeindruckend wirken. Grundsätzlich fotografiert man bei der Makro-



Abbildung 38: *Abfalleimer*. Ein Beispiel dafür, dass mit der Makrofotografie auch Objekte, denen normalerweise nicht so viel Aufmerksamkeit geschenkt wird, spannend aussehen können. Man erkennt den Abfalleimer nicht, aber das Bild hat trotzdem etwas Interessantes und Spannendes an sich – wenn man es weiß und auch, wenn man unwissend ist.

fotografie mit einem Makroobjektiv, mit dem man eine sehr geringe Schärfentiefe und einen sehr hohen Zoomeffekt erlangen kann. Auch die Naheinstellungsgrenze ist sehr gering. Dies bedeutet, dass sich das Motiv sehr nah am Objektiv befinden und der Fokus trotzdem noch gut platziert werden kann.



Abbildung 39: *Hummel auf einer Sonnenblume*. Die Struktur der Flügel und die Härchen der Hummel sind gut erkennbar, der Hintergrund jedoch nicht, er ist unscharf und verschwommen. Dadurch wird der Blick des Betrachters automatisch zum Hauptmotiv „gelenkt“, auf dem der ganze Fokus liegt.

Beim Fotografieren stellt man die Blendenöffnung sehr groß ein. Dadurch werden der Hintergrund und auch die Umrisse unscharf, nur der kleine fokussierte Bereich wird scharf und detailliert abgebildet. Zarte Konturen und fei-

ne Strukturen kommen so sehr gut zur Geltung. Beispielsweise fotografiert man bei der Makrofotografie kleine Insekten in der Natur (Abbildung 39). Man kann aber auch Miniaturfiguren (Abbildung 40) oder Ähnliches beliebig platzieren, sodass diese riesig bzw. lebensecht erscheinen. Der Abbildungsmaßstab ist oft 1:1, das heißt, dass das fotografierte Objekt auf dem Bildsensor genauso groß abgebildet ist, wie es auch in der Natur groß ist.



Abbildung 40: *Miniaturfigur in der Natur*. Dadurch, dass der Hintergrund und zum Teil auch schon die Umrisse der Figur unscharf sind und wirklich nur der Oberkörper, also ein sehr kleiner Teil, scharf abgebildet ist, tritt die Person noch mehr in den Vordergrund.

Timelapse

AIKKO WIETHOFF

Bei der *Timelapse-Fotografie* wird eine Reihe von Bildern in regelmäßigen Abständen aufgenommen, um einen Zeitrafferfilm zu erzeugen. Durch die Aufnahme der Bilder im Sekundenraster und das Abspielen mit 25 bis 30 Bildern pro Sekunde entsteht der Zeitraffer-Effekt. Zur Aufnahme benötigt man ein Stativ oder eine bewegliche Plattform, um die Kamera darauf zu positionieren. Außerdem braucht man einen internen oder externen Timer, der die Auslösung steuern kann. Üblicherweise stellt man die Belichtungsparameter manuell ein und verändert sie über die Zeit nicht. Dabei kann es aber zu Problemen bei starken Helligkeitsveränderungen (Tag und Nacht) kommen. Wenn man Bewegungsunschärfe durch Langzeitbelichtungen erreichen möchte, ist ein Graufilter

von Nutzen. Als Motive kommen langsame Bewegungen wie die von Wolken, Gruppen von Menschen oder Tieren in Frage. Ziel ist es, eine langsame Veränderung schnell darzustellen. Hat man die Bilder mit der Kamera aufgenommen, muss man diese in einer Software zu einem Film verarbeiten. Man kann nach Belieben Musik oder andere Geräusche hinzufügen.

Wassertropfen

HENRIKE MENTZ



Abbildung 41: *Oben*: Wassertropfenbild vor der Bearbeitung. Hierbei wurde eine blaue Plastikwanne verwendet. *Unten*: Wassertropfenbild nach der Bearbeitung.

Bei diesem Bild (Abbildung 41), auf dem ein ins Wasser fallender Wassertropfen hochspritzt, brauchten wir sehr viele Anläufe, bis ein passendes Bild dabei war. Dafür ließen wir Wassertropfen in eine Schüssel mit Wasser fallen, um diese zu fotografieren. Anschließend bearbeiteten wir das Bild noch. Für die genaue Dosierung des Wasser benutzten wir hierbei eine Spritze. Damit wir bei allen Bildern genau den gleichen Bildausschnitt aufnehmen konnten, setzten wir zudem ein Stativ ein. Die

Schale platzierten wir auf einem Tisch und stellten das Stativ so ein, dass die Kamera nur auf einen Teil des Beckens ausgerichtet war. Wir fokussierten manuell auf einen Punkt und ließen den Wassertropfen auch immer so exakt wie möglich auf diesen Punkt fallen.

Das Ganze fand in einem dunklen Raum statt, der für den Moment der Bildaufnahme durch ein externes Blitzgerät beleuchtet wurde. Dabei mussten wir als Belichtungszeit eine 1/250 Sekunde einstellen – die *Blitzsynchronisationszeit* unserer Kamera. Die Blitzsynchronisationszeit ist die kürzeste Belichtungszeit, bei der der Verschlussvorhang einmal ganz geöffnet ist. Man muss darauf achten, damit nicht auf einem Teil des Bildes der Verschlussvorhang zu sehen ist, wenn der Blitz sein Licht abgibt, da dieser nur für winzige Bruchteile einer Sekunde hell leuchtet.

Nach vielen Versuchen hatten wir letztendlich das Bild (Abbildung 41, oben) auf der Kamera. Damit das Foto den oben abgebildeten Farbton erhielt, bearbeiteten wir es noch mit GIMP (Abbildung 41, unten). Dazu veränderten wir den Farbton, verringerten die Farbsättigung etwas und erhöhten die Helligkeit.

Schwarz-Weiß-Bilder

FYNN JANSON



Abbildung 42: Schwarz-Weiß-Bild, bei dem nur ein Teil farbig gelassen wurde.

Für ein Schwarz-Weiß-Bild mit einem teilweise farbigen Bereich eignet sich ein auffälliges, farbiges Objekt, beispielsweise die Drohne (Abbildung 42), vor einem passenden Hintergrund.

Man markiert im Bild dann zunächst das entsprechende Objekt und invertiert die Auswahl, sodass man die Sättigung in diesem Bereich soweit herunterstellen kann, dass er Schwarz-Weiß erscheint.

Die Bluescreen-Technik

MIKA ALKABETZ



Abbildung 43: Unsere Schülermentorin vor einer blauen Matte – unserem Bluescreen.



Abbildung 44: Die Matte wird mit dem Bildbearbeitungsprogramm GIMP ausgeschnitten.

Die Bluescreen-Technik ist eine einfache Möglichkeit für interessante Fotomontagen. Dabei stellt man einen Gegenstand oder eine Person vor einen möglichst einfarbigen Hintergrund (vorzugsweise hellblau oder grün, da diese Farben an sich relativ selten vorkommen) und nimmt ein Bild davon (Abbildung 43) auf. Dann kann man in einem Bildbearbeitungsprogramm den Gegenstand ausschneiden (Abbildung 44) und auf einen beliebigen Hintergrund kopieren (Abbildung 45).



Abbildung 45: Die fertige Fotomontage – unsere Schülermentorin beim Fliegen.

Man kann ihn auch etwas mit dem Hintergrund verschmelzen lassen, zum Beispiel verschwindet der linke Flügel etwas in der Wolke. Diese Technik kennt man beispielsweise von der Wettervorhersage im Fernsehen, wenn der Moderator vor einer bewegten Wetterkarte steht, die vollautomatisch und live in den grünen oder blauen Hintergrund eingesetzt wird.

Nachwort

DIE KURSTEILNEHMER

In den zwei Wochen der Science Academy haben wir sehr viel Neues über die Fotografie gelernt. So können wir jetzt alle mit den manuellen Modi unserer Kameras fotografieren. Während der Kursarbeit kam der Spaß nie zu kurz und für ausreichend Verpflegung war immer gesorgt. Wir hatten stets genug Zeit, das Gelernte in zahlreichen Fotoprojekten umzusetzen und hierbei unserer Kreativität freien Lauf zu lassen. Mit hochwertigen Kameras und zusätzlichen Gestaltungsmöglichkeiten ausgestattet, konnten wir unter Top-Bedingungen schöne Fotos schießen. Sicherlich wird jetzt die eine oder andere Spiegelreflexkamera unter dem Weihnachtsbaum 2018 liegen.

Unsere Kursleiter und unsere Schülermentorin standen uns während der Kursarbeit immer zur Seite, egal mit welchem Anliegen wir zu ihnen kamen. Rückblickend war es eine schöne und lustige Zeit, die uns in Zukunft immer in Erinnerung bleiben wird. Hierfür möchten wir uns ganz herzlich bedanken. Und vergesst nicht, immer alles schön im Fokus zu behalten!



Abbildung 46: *Unser Kurs am Sportfest.* Dieses Gruppenfoto wurde mit einer analogen Spiegelreflexkamera fotografiert, in unserer Dunkelkammer entwickelt und anschließend digitalisiert.

Kursübergreifende Angebote und weitere Veranstaltungen

Die Akademietür

THOMAS KÖNINGER

Am ersten Tage gleich nach dem Abendessen sollte die Akademie beginnen. Doch wir gingen runter zur Sportanlage. Uns fiel dort gleich auf, dass zwischen zwei Bäumen eine verschlossene Holztür mit Rahmen befestigt war. Das sah schon etwas seltsam aus, mitten in der Landschaft eine Tür ohne Wände links und rechts, aber Jörg interpretierte das so: „Die Akademie ist nicht hinter verschlossenen Wänden, sondern von allen Seiten offen.“ Dann war es verständlich und eine ziemlich coole Idee. Jörg öffnete die Tür, und dahinter verbarg sich ... die Akademie! Zwei spannende, unvergessliche, großartige, lustige, nie vergessende Wochen! Jörg und Monika traten durch die Tür, und wir alle 72 Teilnehmer und Teilnehmerinnen folgten und wurden zusammen mit allen anderen von der Akademieleitung per Handschlag sehr herzlich begrüßt. Jetzt waren wir in der Akademie!

Theater-KüA

EVA HANKÓ

Neun Proben. Ein 82-seitiges Stück. „Der Herr der Fliegen“ von William Golding in einer Theaterfassung von Nigel Williams. 15 schauspielbegeisterte Teilnehmerinnen und Teilnehmer und ein Theaterpädagoge haben sich dieser Herausforderung gestellt.

Wir haben damit angefangen, den Text zu lesen, die Rollenwünsche zu notieren – und ganz viel Text des Stückes zu streichen. Es fielen Rollen weg und neue Rollen entstanden, sodass am Ende aus dem bekannten Buchklassiker das Theaterstück „Darwins Kinder“ wurde.

Im Laufe der Proben haben wir festgestellt, dass es einige ziemlich witzige Rollen gab. Eine

davon war die Erzählerin „Wiktoría Pedia“. Ihr Text bestand aus dem Wikipediaartikel zu dem Theaterstück. Wie ein Gespräch mit ihr nach der Akademie verlaufen könnte: „Und, was hast du bei der Science Academy gelernt? – Ich kann jetzt den Wikipediaartikel eines Buches auswendig, das ich nie gelesen habe!“



Das entstandene Theaterstück handelte von einer Gruppe Jugendlicher, die als Teil einer Fernsehshow auf einer Insel ausgesetzt werden. Ein eingeschleuster Maulwurf begleitet die Jugendlichen, damit dem Zuschauer auch nichts entgeht.

Die Gruppendynamik unter den Jugendlichen verändert sich in dieser ungewöhnlichen Situation schlagartig. Es bilden sich zwei verschiedene Gruppen. Eine ist interessiert an Zusammenhalt und Vernunft, die andere an Jagd, Gewalt und Herrschaft über die Insel. Die Suche nach einem wilden Tier beschäftigt die beiden Gruppen, und die Gewalt erringt die Oberhand.

Der TV Zuschauer wird von einem Moderator, einem Erzähler und der Produzentin durch das Programm geführt und über die Quoten und Werbeeinnahmen informiert, die gemeinsam mit der Gewalt unter den Jugendlichen ins unermessliche steigen. Die Frage, die sich durch das Theaterstück zieht ist: Wie lange dauert es heutzutage eigentlich, bis wir endlich

einmal abschalten und uns nicht mehr von den Medien beherrschen lassen?

Die Suche nach den richtigen Requisiten war auch wichtig und eine lustige Angelegenheit. Bei jeder Probe haben wir ein Hütchen als Muschelhorn benutzt, aus dem „da finde ich noch was Passenderes“ wurde allerdings nichts – bei der Aufführung haben wir mit dem in Papier eingewickelten Hütchen gespielt.

Die Theater-KüA hat uns allen sehr viel Spaß gemacht. Wir haben gemeinsam viel gelacht und etwas erreicht, worauf wir alle stolz sein können. Dadurch sind wir zu einer tollen Gruppe zusammengewachsen und wir werden uns immer mit einem Lächeln an diese KüA zurück-erinnern. Für diese tolle Zeit sind wir unserem KüA-Leiter Thorsten Feldmann sehr dankbar und freuen uns auf ein baldiges Wiedersehen!

Übrigens schaffte es unser KüA-Leiter Thorsten, bei unserer ersten Probe in der Turnhalle eine Türklinke herunterzudrücken, unter der leider eine Alarmanlage hing. Diese fing dann auch sofort an laut zu piepsen. Während wir alle auf der Bühne warteten und uns fragten, was es mit dem Geräusch auf sich hat, kam unser KüA-Leiter mit dem piepsenden grünen Kästchen in der Hand auf uns zu. Nachdem wir die Sporthalle verlassen und die Blicke der Sportler auf uns gezogen hatten, musste nun der piepsende Thorsten quer über den Campus zum AL-Büro laufen, um die Alarmanlage wieder zum Schweigen zu bringen.

Eine schöne Erinnerung wird auch unser Ritual bleiben. Das Musikstück war der Marsch der US-Marines, den wir in Deutschland als das Lied „Alle Kinder lernen lesen“ kennen. Zum Beginn jeder Probe saßen wir auf der Bühne und sangen gemeinsam dieses Kinderlied, das wir noch aus Kindergartenzeiten kannten, und das uns nun immer an die Theater-KüA der Sommerakademie 2018 in Adelsheim erinnern wird.

Musik-KüA

BÉRYL GREB, LEA SALOME
MARQUARDT

Eines der größten kursübergreifenden Angebote war die Musik-KüA. Über 20 Teilnehmende

entschieden sich dazu, im Orchester der Science Academy 2018 unter der Leitung von Elisabeth und Johannes Kohlmann mitzuwirken.

Neben der ungewöhnlichen Besetzung des Orchesters war auch der sehr begrenzte Zeitrahmen für die Proben eine Herausforderung, der wir uns gestellt haben.



Das bedeutete für uns, nahezu täglich die Mittags-KüA-Schiene mit Musizieren zu verbringen. In dieser Zeit war es uns nicht möglich, andere KüAs zu besuchen. Zu Beginn wirkte dieser Aspekt fast etwas abschreckend, allerdings war uns bereits nach der ersten Probe klar, dass wir nicht auf dieses Orchester verzichten wollten.

Elisabeth und Johannes hatten drei Stücke aus dem Genre der Filmmusik für uns vorbereitet. „Tale as old as Time“ aus „The Beauty and the Beast“ von Alan Menkan war uns bereits nach dem ersten Anspielen bekannt. „The Yule Ball“ (Patrick Doyle), auch „The Potter Waltz“ genannt, war schon etwas anspruchsvoller, und wir verbrachten einige unserer Mittagspausen damit, alleine an für uns schwierigen Stellen zu arbeiten. Auch wenn das Stück anfänglich etwas langsamer gespielt wurde, gelang es uns doch, bis zum Hausmusikabend das Originaltempo zu erreichen.

Unser drittes und längstes Stück, der Main Title aus „Die Glorreichen Sieben“ von Elmer Bernstein, war uns zunächst völlig unbekannt und stellte eine echte Herausforderung dar. Eine Besonderheit in diesem Stück waren die zwei kleineren Trompeten-Soli. Nach den anfänglichen Orientierungs- und Rhythmusproblemen schafften wir es, am Hausmusikabend das Publikum zu begeistern.

Insgesamt kann man sagen, dass das Orchester sehr konzentriert arbeitete und tatsächlich nie jemand bei einer Probe fehlte. Vermutlich nicht ganz umsonst waren wir laut Elisabeth „seit Jahren das disziplinierteste Orchester“.

Neben dem Orchester gab es die Möglichkeit, Ensembles zu bilden. Auch in diesen Proben wurden wir mit Rat und Tat von Elisabeth und Johannes unterstützt. Schnell entwickelte sich eine richtige musikalische Leidenschaft. Häufig ging die eine Stunde abends, die wir zum Proben hatten, viel zu schnell vorbei, sodass die Mittagspausen ebenfalls zum gemeinsamen Musizieren genutzt wurden. Ab und zu bekamen wir dabei sogar von neugierigen Teilnehmern, die nicht an der Musik-KüA teilnahmen, Besuch.



Als wir am Hausmusikabend unsere Ergebnisse vortragen durften und anschließend tosenden Applaus vom Publikum erhielten, war jedem klar, dass sich der Aufwand gelohnt hatte. Diese Erfahrung wiederholte sich auch, als wir am offiziellen Abschlussabend mit Eltern, Geschwistern, Verwandten und Freunden das Programm mitgestalten durften.

Die Musik machte also einen großen Teil dieser Akademie aus. Egal, ob im Ensemble oder im Orchester, wir hatten alle sehr viel Spaß. Sogar die eine oder andere Kursarbeit wurde unterbrochen, da viele von den Stücken einen Ohrwurm hatten und die anderen Kursteilnehmer daran teilhaben ließen.

Nochmals in großes Dankeschön an Elisabeth und Johannes für ihr Engagement und die Zeit, die sie investiert haben, um jedes einzelne musikalische Problem zu lösen!

Sport-KüA

MAGNUS TAJO HORNSTEIN

Sport am Morgen vertreibt Kummer und Sorgen: Das sahen am ersten Akademiemorgen auch sehr viele Teilnehmende so, weshalb sich um sieben Uhr etwa 20 Laufbegeisterte trafen, um mit Bernhard und Alex joggen zu gehen. Zunächst wurde eine Runde durch den Wald gerannt. Die besonders Sportlichen setzten noch eine weitere obendrauf. Aus dieser einen Extrarunde wurden im Laufe der zwei Wochen dann zwei. Als mit zweitägiger Verspätung unser Sportmentor Linus eintraf, waren wir alle hocherfreut, und viele waren direkt am nächsten Morgen beim Zirkeltraining dabei. Nach einem kurzen Aufwärmen auf der Tartanbahn ging es in der Halle direkt zur Sache. Wir stellten uns im Kreis auf und Linus machte eine Übung vor, welche wir alle nachahmten. Nach intensiven 30 Minuten konnten wir ausgepowert duschen gehen. Bis auf eine Ausnahme, bei der Johanna Zumba anbot, wechselten sich Joggen und Kraftzirkel morgens ab.

Jeden Nachmittag fanden sich genug Sportler zusammen, sodass einer Sport-KüA nie etwas im Wege stand. Direkt am zweiten Tag ging es mit Basketball los.



Maria stellte ein Training mit Spiel und Spaß für sowohl Erfahrene als auch für Anfänger auf. Zu Beginn gab es ein paar Wurfspiele, dann starteten wir aber direkt in ein Turnier mit 4 Teams, von welchem alle begeistert waren. Basketball gab es dann noch ein zweites Mal mit Linus.

Es herrschte große Freude, als wir erfuhren, dass es die Möglichkeit gab, an einem Nachmit-

tag den nahe gelegenen Tennisplatz zu nutzen. Der Leistungsunterschied der Sportler war zwar beträchtlich, letztendlich machte es aber auch denjenigen Spaß, die zum ersten Mal einen Tennisschläger in der Hand hielten.

Es wurden auch außergewöhnliche Sportarten wie Capoeira und Ringen angeboten. Diese wurden den Teilnehmern in der Kampfsport-KüA von Máté, Lutz und Adrian näher gebracht. Capoeira ist eine lateinamerikanische Kampfkunst, bei der zwei Sportler mithilfe von Drehtritten zu Musik gegeneinander kämpfen. Es hatten alle sehr viel Spaß daran, exotische Kampfkünste kennen zu lernen.

Außerdem durften natürlich Handball, Volleyball und Fußball nicht fehlen. Dabei wurde sich jeweils kurz aufgewärmt und dann die meiste Zeit mit Spielen verbracht. Diese KüAs waren gut besucht und ein paar Übermotivierten gingen bereits in der Mittagspause mit der jeweiligen Sportart an, weil sie einfach nicht genug bekommen konnten.

Ich selbst habe eine Fitness-KüA angeboten. Am Abend, nachdem ich bereits über mehrere Tage hinweg Werbung gemacht hatte, trafen sich 14 sportlich Motivierte, um das härteste Fitness-Training ihres Lebens zu absolvieren. Es standen verschiedene Stationen zur Auswahl, an denen man sich auspowern konnte. Immer eine Minute Training, 30 Sekunden Pause, und das zwei Mal pro Übung. Nach anstrengenden 45 Minuten hatten sich wirklich alle eine heiße Dusche verdient.

Zuletzt noch einen riesigen Dank an unseren Sportmentor Linus für die Organisation aller sportlichen Aktivitäten und seine ständige Rücksicht auf unsere Interessen.

Sportfest

LUKAS PFREUNDSCHUH

Am fünften Tag der Akademie stand das Sportfest an. Alle freuten sich darauf, sich mit den anderen Kursen zu messen. Vorher sah man noch den einen oder anderen trainieren, um bestens vorbereitet zu sein. Es wurde Kugelstoßen, Staffellauf, Weitspringen, Liegestützen und einiges mehr geübt, doch die Disziplinen waren anders als erwartet ...

Beim Papierfliegerweitwurf wurden die Flieger dreimal geworfen und die geflogene Strecke addiert. An der nächsten Station musste das Auto des Eckenberggymnasiums den Berg hochgezogen beziehungsweise hochgeschoben werden. Überraschenderweise ging das leichter als gedacht.

Eine weitere Disziplin war der Teebeutelweitwurf, welcher mit dem Mund ausgeführt wurde. Den Teebeutel vor dem Werfen nass zu machen, erwies sich als sehr gute Idee. Beim Skiing neben dem Schulteich musste auf einem Paar XXL-Skier gemeinsam eine bestimmte Strecke zurückgelegt werden. Das war lustig, da wir dabei öfters umfielen.

In der Sporthalle stellten wir uns bei den „Wikingern“ einer schwierigen und gefährlichen Herausforderung. Das Ziel war es, mit dem Wikingerbrett, Holzstäben sowie Thors Hammer über das wilde Meer zu rudern, ohne dabei zu ertrinken.

Hinter der Mensa wurde eine Menschenkette gebildet, um dadurch einen Reifen zu fädeln. Es war knifflig, weil man oft an diesem Reifen hängen blieb.



Die letzte Disziplin vor dem Finale war das „Laufende A“. Hier stellte sich der oder die jeweilige Schülermentor(in) in das hölzerne Sportgerät, und der Kurs musste damit eine bestimmte Strecke „gehend“ zurücklegen. Das war sehr lustig, denn das Gebilde drohte dabei ständig umzufallen. Glücklicherweise kamen alle mit dem Schrecken davon.

Trafen sich die Kurse während des Sportfestes, grüßte man mit folgenden Schlachtrufen: Die Fotografen riefen: „Was haben wir im Fokus? Den Sieg! – Was machen wir mit den Anderen?“

Wir lassen sie abblitzen!“, die Mathematiker antworteten mit: „1, 1, 2, 3! Mathe rennt an euch vorbei! – Bube, Dame, König, Ass! Mathe macht euch alle nass!“

Den Chemie/Technik-Kurs hörte man mit „Ihr geht unter und seht rot, wir sind gerettet in uns'rem Boot!“ über den Sportplatz. Schwerer zu verstehen war der Informatik-Kurs: „Ng serve, ng serve, ng serve, compiled successfully!“ „Zeit für Veränderung! – Unsere Zeit ist JETZT!“ konnte man von den Philosophen hören und mit passendem Schirm „Verticillium, Fusarium, Phytophthora – Die Killerpilze sind jetzt da! / Wer sind wir? Die Champignons! / Was machen wir? Gewinnen mit Reno!“ von den Biologen.



Beim Finale gaben wir nochmal alles. Mit einem Schwamm wurde Wasser aufgenommen, durch einen Hindernisparcours transportiert und am Ende in einem Eimer gesammelt. Der Kurs mit der größten Wassermenge gewann. Viele wurden dabei nass, was bei der Hitze sehr erfrischend war.

Beim anschließenden Grillfest spielten wir Karten, redeten mit Freunden, lachten und aßen viel. Am Ende halfen alle noch beim Abbauen und freuten sich aufs Bett.

Es war ein sehr schöner, lustiger und abwechslungsreicher Tag mit viel Kreativität, ausgezeichnetem Teamgeist und dem Grillabend als perfekter Ausklang.

Zeitung

LEONTINE FRANZ

Auf dem Campus des Eckenberg Gymnasiums waren wir von dem Rest der Welt ziemlich ab-

geschieden. Deshalb gab es die Zeitungs-KüA, die dazu diente, im morgendlichen Plenum die Akademie mit Nachrichten aus aller Welt zu versorgen. Bei der Vorstellung der Nachrichten war Kreativität gefragt, so wurde eine „Heute-Show“ erfunden oder es gab eine Runde „Fake News Raten“.

Doch sieben Uhr am Morgen kann ganz schön früh sein, vor allem, wenn gerade Ferien sind und man ein umfangreiches Akademieprogramm absolviert. Deshalb trafen sich zeitweise nur sehr wenige im LSZU 1 zum Zeitunglesen.

So machten Lena und die Schülermentorinnen und -mentoren im Plenum viel Werbung. Sie verwirrten und brachten uns mit erfundenen Falschmeldungen zum Lachen. Dies führte dazu, dass die KüA am nächsten Morgen gut besucht wurde – die Teilnehmerzahl war schon fast zweistellig.

Wir hatten dann auch viel Spaß beim Erfinden von Falschmeldungen und beim Suchen nach kuriosen Nachrichten. Man kann sagen, dass wir im Plenum zwar nicht immer die wichtigsten Nachrichten vorstellten, auf alle Fälle aber die lustigsten.

Tanzen

AMELIA MARCZYK

Die Tanz-KüA fand insgesamt dreimal in der Abendschiene statt. Unter der Leitung der beiden Schülermentorinnen Tiziana und Helena lernten wir ein paar Basics im Paartanz kennen. Dazu gehören zum Beispiel Discofox, langsamer Walzer und verschiedene Figuren. Ein wenig Lateinamerikanischer Tanz war ebenfalls dabei. Bei dem sollten wir unsere Hüften schwingen lassen, was sich als schwerer als gedacht herausstellte. Beim ersten Mal waren wir eine überschaubare Gruppe von vier Paaren, doch als wir dann begeistert Werbung für die Tanz-KüA gemacht hatten, war die Turnhalle die nächsten Male schon gut gefüllt und es gab sogar ein ziemlich ausgewogenes Geschlechterverhältnis. Es waren auch einige dabei, die bereits einen Tanzkurs gemacht hatten, doch auch für die war es nicht langweilig. Die Stimmung war immer sehr gut und das Gelernte konnten wir

dann gleich am Bergfest und am Abschlussabend nutzen. Ich bin mir sicher, dass auch die, die davor nie auf die Idee gekommen wären, es jetzt in Betracht ziehen, einen Tanzkurs weiter zu machen.

Jonglage

LINDA GULDEN, AILEEN ANTONIA
STRODA

Die Jonglage-KüA wurde von unserer Schülermentorin Helena angeboten.

Zunächst übten wir das Jonglieren mit einem Ball, anschließend mit zwei und ganz zum Schluss sogar mit drei Bällen.



Nach vielen Versuchen und dem Suchen unserer herabgefallenen Bälle hatten wir nach und nach den Dreh beziehungsweise den Wurf heraus. Danach zeigte uns Helena, wie man zu zweit jonglieren kann – die sogenannte Partner-Jonglage. Man jongliert dem Partner fünf Bälle abwechselnd zu. Die Schwierigkeit dabei ist, die Bälle nach dem Annehmen sofort wieder zum Partner zurück zu jonglieren.

Nach dem Ende dieser KüA-Schiene waren alle so begeisterte Jongleure, dass wir auch noch in unserer Freizeit jonglierten.

Volleyball

FRANKA SPECKLE

Freizeit. Die bekam man auf der Akademie nicht so häufig zu sehen. Dennoch schafften wir es irgendwie immer wieder, ein wenig Zeit für ein Treffen auf dem Beachplatz zu finden.

Egal ob bei Dunkelheit, mithilfe von im Sand steckender Taschenlampen oder bei der größten Mittagshitze – das Volleyball-Spielen wurde zur obersten Priorität.

Zum Beat von Schweizerrap wurde hart trainiert. Der Schwan entwickelte sich zum wohl schwierigsten Spielzug, in harter Konkurrenz mit dem Aufschlag, der anfangs nur selten im Feld landen wollte. Natürlich gab es Entschuldigungen für die Fehler: „Alles gut ... sie hat ein Pflaster.“ Oder jemand hatte nur versehentlich den falschen Spielzug angewandt. Spielzug M – er hatte eben gedacht, der Aufschlag würde ins Aus fallen. Spielzug A – die Annahme in Baggerstellung war dann doch ein wenig zu schwierig.

Das Prinzip der Rotation mit Flatatata war wohl am schnellsten verstanden, die Rotation konnte perfekt ausgeführt werden, das Flatatata blieb meist aus. Vielleicht hielten wir uns nicht immer an die Regeln und unsere Anfeuerungsrufe überschritten die vorgegebenen Lautstärke-Maxima, doch Spaß hatten wir.

Backen

Pralinen

LENA STÄBLE

Diese KüA unter der Leitung der Biologie-Kursleiterin Jana weckte bereits im Forum großes Interesse. Als sie im morgendlichen Plenum dann endlich vorgestellt wurde, war die Teilnehmerliste fast direkt im Anschluss schon voll. Diejenigen, denen es gelang, rechtzeitig einen Platz zu ergattern, durften sich den ganzen Tag auf den Abend in der Leiterküche freuen.

Nach einer kurzen Erläuterung der wichtigsten Knowhows, wie beispielsweise der Vorteile von Kuvertüre gegenüber Schokolade und der richtigen Nougatverarbeitung, durften wir uns in Zweierteams jeweils ein Rezept aussuchen und direkt loslegen. Bereits nach wenigen Minuten waren alle fleißig dabei, Kuvertüre im Wasserbad zu schmelzen, Mandeln zu hacken oder andere Zutaten abzuwiegen. Die Zeit verging wie im Flug und bald schon lagen auch die letzten Pralinen auf dem Backpapier.

Nun mussten wir nur noch eine Nacht warten, bis die Leckereien abgekühlt und fest geworden waren. Schon am nächsten Morgen durften wir dann direkt nach dem Plenum unsere fertigen Pralinen abholen, die wohl im einen oder anderen Kurs als zusätzliche „Nervennahrung“ dienten.

Backen mit Reno

RENO KRAHMER

Als leidenschaftlicher Marmorkuchenesser muss ich mir meinen Marmorkuchen häufig selbst backen. Also habe ich die KüA „Backen mit Reno“ angeboten.

Am Montag in der ersten Akademiewoche entstand der erste Kuchen, der vom Biokurs dankbar angenommen und schnell aufgegessen wurde.



Bei der zweiten Backaktion kamen neun Bäcker zusammen. Da wir die Gugelhupfform nicht fanden, wichen wir auf zwei Langkastenformen aus. Um die Kastenformen füllen zu können, stellten wir je einen hellen und einen dunklen Teig nach Anleitung her und mischten beide schließlich professionell zusammen.

Während der Backzeit, die übrigens niemand so richtig überwachte, besuchten die Teilnehmer andere KüAs. Aber zum Glück hatten drei Leute den Timer ihres Handys gestellt, sodass

wir die Kuchen nach optimaler Backzeit aus dem Ofen nehmen konnten. Einer wurde sogar mit Schokoladenglasur überzogen, während der andere nur leicht mit Puderzucker bestäubt wurde.

Am selben Abend noch wurden die Kuchen von Teilnehmern, die zufällig oder glücklicherweise im Erdgeschoss des LSZU II rechtzeitig vorbeikamen, aufgegessen. Sehr lecker!

Spiele und vieles mehr Binokel

MORITZ KLETT

An zwei Abenden wurde eine Binokel-KüA angeboten.

Binokel ist ein Kartenspiel, bei dem es darum geht, durch geschicktes Ablegen der Karten, möglichst viele Punkte zu machen.

Nachdem zu Beginn noch über die Aussprache diskutiert wurde – richtig: „Benoggl“ – ist der Abend sehr schön geworden. Die Atmosphäre war locker, auch wenn sich so mancher erst noch mit den Binokel-Karten bekannt machen musste.

In mehreren Gruppen saß man zusammen und spielte (oft auch erstmals) dieses urschwäbische Kartenspiel. Manch einer hatte kleinere, anderer größere Schwierigkeiten mit Reizen, Bedienen und Locken. Trotzdem war diese KüA mehr als gelungen, auch wenn es schon spät am Abend war.

Schach

RENO KRAHMER

Diese KüA zeichnete sich durch konzentriertes Spielen und spannende Partien aus.

Jeder Spieler war natürlich aufs Gewinnen aus und wollte nicht, dass die Partie von erfahreneren Spielern kommentiert wird. Ratschläge waren zwar gut gemeint, aber man wollte durch das eigene Spielen neue Erfahrungen sammeln.

So übten die Teilnehmer, Kombinationen, Mattbilder, Angriffsmuster und vieles mehr zu erkennen, wobei sie auch Rückschläge verkraften

mussten und schließlich aus ihren eigenen Fehlern lernten.

Toll waren nicht nur die interessanten und lehrreichen Partien bei vollkommener Stille, sondern auch das Design der Bretter und Figuren vor Ort.

Besonders faszinierend für die Teilnehmer der Schach-KüA war die Simultan-Geisterschach-Challenge von Danny gegen zwei weitere Teilnehmer. Er spielte mit dem Rücken zu den Brettern, stellte sich also die Figuren und deren Aufstellung im Kopf vor, sagte seinen jeweiligen Zug laut, damit ein Dritter genau diesen Zug auf dem Brett ausführen konnte. Seine Gegner teilten ihm ebenfalls mündlich ihre Züge mit.

Mit Bravour meisterte er die Challenge und gewann an beiden Brettern. Alles in allem hatten wir eine schöne entspannte Runde trotz größter Konzentration.

Black Stories

HENRIKE MENTZ

Abends spielten wir einmal „Black Stories“. Bei diesem Spiel errät man gemeinsam in der Gruppe auf der Grundlage von wenigen Informationen einen Unglücksfall, etwa einen Mord oder einen Unfall.

Dabei weiß nur der „Gebierter“, was genau passiert ist. Er darf die Fragen der anderen Teilnehmer nur mit „ja“ oder „nein“ beantworten. Hat die Gruppe, das „Ratevolk“, die Geschehnisse, die zum Unfall oder Tod der Person führten, rekonstruiert, wird der nächste Mitspielende zum „Gebierter“.

Für das Spiel teilten wir uns in drei kleinere Gruppen auf. Jede Gruppe bekam eine Edition von „Black Stories“, zum Beispiel die „Shit happens“-Edition, bei der das jeweilige Unglück recht absurd und somit sehr witzig für alle ist.

Das Interessante am Black-Stories-Raten ist, dass man am Anfang keinen blassen Schimmer davon hat, wie die Geschichte abgelaufen ist, es dann am Ende aber doch noch rausbekommt. Die KüA-Atmosphäre war recht locker und entspannt, obwohl doch jeder sehr gespannt war, was die Lösung des Rätsels sein wird.

Magic the Gathering

JONAS ARNDT

Die Magic-the-Gathering-KüA fand während der Akademie einmal statt. Dabei erhielten die Teilnehmer einen kleinen Einblick in die Regeln und konnten auch schon einige Partien spielen. Den Teilnehmern hat das Spiel bei sinistrierender Atmosphäre gut gefallen, sodass wir im schummrigen Licht sogar etwas überzogen haben. Um einen kleinen Eindruck davon zu gewinnen, werde ich kurz das Spielprinzip erklären: Magic the Gathering ist ein Sammelkartenspiel. Jeder Spieler hat dabei ein eigenes Kartendeck. Ziel des Spiels ist es, die Leben der Gegner, die am Anfang des Spiels gewöhnlicherweise 20 betragen, auf null zu bringen. Der Spieler, der das Spiel zuletzt überlebt, gewinnt.

Wir fanden Magic im Großen und Ganzen ein tolles Spiel, weil es viel mit Strategie zu tun hat, und zwar auch abseits des Spieltischs beim Bauen eines Kartendecks. Dort ist es nämlich erforderlich, genau die richtigen Kartenkombinationen zu verwenden und die Mechanismen, die durch verschiedene solche Kombinationen hervorgerufen werden können, gut zu verstehen. Jeder hat eine eigene Strategie, die spannend und überraschend ist, da sie auf ihre individuelle Art und Weise das Spiel beeinflusst. Das Tolle an Magic sind die unbegrenzten Möglichkeiten.

Zauberwürfel

ELENA FRANZISKA BUCHHOLZ

An einem Abend bot Rebekka eine Zauberwürfel-KüA an. Sie brachte 19 ihrer insgesamt 28 Zauberwürfel in verschiedensten Formen und Farben mit und es wurde direkt losgedreht, überlegt und teilweise auch an zu vielen Kombinationsmöglichkeiten verzweifelt.

Die Profis schnappten sich die schwierigeren Würfel und schraubten wie selbstverständlich daran herum, während ich mich als blutige Anfängerin etwas verloren fühlte und planlos an einem Würfel drehte. Mit Hilfe von unserer KüA-Leiterin konnte ich dann aber meinen ersten Zauberwürfel, einen pyramidenförmigen, angeblich besonders einfachen Würfel, lösen.

Ich bekam die richtigen Züge beim zweiten Versuch leider immer noch nicht selbst heraus, aber es war ein Erfolgserlebnis, überhaupt einmal einen Zauberwürfel gelöst zu haben.

Insgesamt waren wir eine lustige kleine Runde und neben Nachfragen, Erklären und Würfeln wurden interessante Gespräche geführt, sodass die Zeit viel zu schnell verging.

Improtheater

FRANKA SPECKLE

Natürlich hatte jeder so seine Vorstellungen, als wir zum ersten Mal bei Theater-Thorstens Impro-Theater erschienen. Aber mit dem tatsächlichen Geschehen schien dann doch niemand gerechnet zu haben.

Die KüA startete mit anfänglichem Unbehagen und den erwartungsvollen Gesichtern. Als wir jedoch schon dazu aufgefordert wurden, willkürlich Sätze aufzuschreiben, bei denen es von „Niemand hat vor, hier eine Mauer zu bauen“ bis hin zu „Ich will den Rosa-Glitzer-Einhornpulli anziehen“ alles gab, begannen die Ersten schon zu ahnen, dass diese KüA alles andere als normal verlaufen würde. Und schon begannen drei Flirtende in einer Kinoschlange, sich zu streiten, und an der russischen Grenze entwickelte sich ein Familienkrach um nichts Geringeres als den Drogenschmuggel.

Die beiden Abende, an denen die KüA angeboten wurde, waren einmalig. Wir bekamen exklusiven Besuch aus dem Totenreich und wurden über die verschiedensten Sterbe-Arten unterrichtet. Wer dachte, das wäre es gewesen, wurde eines Besseren belehrt: Es mussten noch einige wichtige Mordfälle vor Gericht besprochen werden. Die völlig überfordert wirkenden Angeklagten brauchten eine Weile, um ihre absurden Taten zuzugeben.

Wir waren uns einig: So viel Verrücktes auf einmal konnte man nur in Thorstens Impro-Theater-KüA zu sehen bekommen. Und somit eine Warnung an die kommenden Akademiejahrgänge: Wer schwache Nerven hat, Blut nicht sehen kann und etwas gegen ausgiebiges Lachen und dabei schmerzende Mägen hat, der sollte sich von dieser KüA fernhalten!

Capture the Flag

NIKLAS SEBASTIAN ABRAHAM

In einer der KüA-Schienen wurde das Geländespiel „Capture the flag“ angeboten.

Bei diesem Spiel gibt es zwei Teams mit jeweils einer Flagge. Diese muss sichtbar versteckt und vom gegnerischen Team gestohlen und zur eigenen Flagge gebracht werden. Mit eroberter Flagge hat dieses Team gewonnen.

Als alle die Spielregeln verstanden hatten, konnte es losgehen. Schnell hatten sich zwei Teams gefunden und die erste Runde wurde gespielt. Da die Begeisterung sehr groß war, entschied man sich für eine zweite Runde. In dieser Runde kamen dann weitere Spieler dazu. So füllte „Capture the flag“ eine kurzweilige KüA-Schiene.

Zentangle – zusammen zeichnen zur Zerstreuung

MAREIKE WALTER



Einmal während der zwei Wochen fand in der Abendschiene eine Zentangle-KüA statt. Beim Zentanglen geht es darum, eine Fläche auf Papier mit möglichst vielen verschiedenen Mustern zu füllen – jedoch alle nur mit schwarzem Fineliner gezeichnet.

Perfektion spielt dabei kaum eine Rolle. Beim Zentanglen wird einfach drauflos gezeichnet,

sodass am Ende ganz individuelle kleine Kunstwerke entstehen, die alle ihre eigene tolle Wirkung haben.

Und ganz nebenbei kann man sich bei dieser Art zu zeichnen auch noch ein bisschen entspannen, denn nicht umsonst trägt sie den Namen „Zen“tangle. Die Stunde ging viel zu schnell um, als dass wir alle unsere Werke hätten beenden können, aber Spaß hatten wir trotzdem beim Zeichnen.

Erste Hilfe

HENRY WACKER

Zweimal während der Akademiezeit wurde eine Erste-Hilfe-KüA angeboten. Da ich in meinem „echten Leben“ Sanitäter bei den Maltesern und auch im Schulsanitätsdienst aktiv bin, konnte ich den anderen Teilnehmenden Grundlagen der Ersten Hilfe zeigen. Auch Leute, die schon einen solchen Kurs belegt hatten, konnten zum Beispiel am Übungsdefibrillator noch Neues lernen.



Somit fanden sich an den beiden Terminen viele Neugierige ein, die lernten, wie sie Pflaster an Gelenken anbringen, Druckverbände bei stark

blutenden Wunden anlegen oder die stabile Seitenlage bei Bewusstlosigkeit durchführen können.

Jetzt wissen alle, was sie außer dem Absetzen eines Notrufs tun können, wenn das nächste Mal jemand in ihrer Nähe Hilfe benötigt.

Gender

ELENA FRANZISKA BUCHHOLZ

Die Gender-KüA war eine Mischung aus Lenas Präsentation ihres mündlichen Abiturs zum Thema Gender (= soziales Geschlecht) und einer angeregter Diskussion.

Als Einstieg ließ Lena uns typisch männliche und typisch weibliche Merkmale und Eigenschaften aufschreiben und diese anschließend dem biologischen oder dem sozialen Geschlecht zuordnen. Wir waren uns dabei erstaunlicherweise immer einig, obwohl es gesellschaftlich oft umstritten ist, ob bestimmte Eigenschaften biologisch bedingt oder doch eher sozial konstruiert sind.

Danach zeigte sie uns drei Zitate, die direkt für reichlich Diskussionsstoff, hauptsächlich zu den Themen „Rolle der Frau“ beziehungsweise „Gleichberechtigung von Mann und Frau in der Arbeitswelt“, sorgten. Die Diskussion, die sich später auch noch um die Beeinflussung der Berufswahl durch gesellschaftliche Normen sowie um den Sinn des „Girl's and Boy's Day“ und vieles mehr drehte, wurde immer wieder durch kurzen Input aus Lenas Präsentation zu Bereichen wie dem „Sozialkonstruktivismus“ und dem Phänomen des „Doing gender“ unterbrochen.

Sowohl die Diskussion als auch die Präsentation waren sehr interessant, sodass die Zeit wie im Flug verging.

Warum ist die Eisenbahn immer zu spät?

NIKLAS SEBASTIAN ABRAHAM

Wie der Name der KüA bereits sagt, ging es um die Deutsch Bahn und ihre sehr berühmten Verspätungen.

Ein früherer Kursleiter und Mitarbeiter der Deutschen Bahn erklärte uns freudig, wie das Zugsystem funktioniert und wo dessen Schwächen liegen. Durch diese kommt es dann zu Verspätungen. Zudem erläuterte er, was sich ändern würde, wenn man diese Probleme in den Griff bekäme.

Auch konnten wir viele Fragen zum allgemeinen System der Deutschen Bahn und zur Arbeit dort stellen. Dank der KüA erhielten wir einen umfassenden und humorvollen Einblick in das System der Deutschen Bahn.

Mathe mit Jörg

NICO HORSACK

In dieser KüA ging es vor allem um Kettenbrüche und ihre Bedeutung in der Näherung von Dezimalzahlen mit vielen oder sogar unendlich vielen Nachkommastellen.

Ein Beispiel dazu ist die Relation der Umlaufzeit verschiedener Planeten im Sonnensystem. Wenn man ein mechanisches Planetenmodell unseres Sonnensystems bauen wollen würde, das deren Umlaufzeiten um die Sonne richtig widerspiegelt, bräuchte man Zahnräder mit mehreren Millionen Zähnen, um die richtige Relation darstellen zu können.

Man kann sich diesem Verhältnis aber auch mit sehr viel weniger Zähnen erstaunlich gut nähern – mithilfe von Kettenbrüchen. In der KüA haben wir uns dieses Prinzip angeschaut und selbst Kettenbrüche aufgestellt oder zurückgerechnet. Außerdem haben wir mit Excel ein eigenes Programm zur Aufstellung von Kettenbrüchen geschrieben.

Erstaunlich daran ist, dass man vermeintlich aperiodische Zahlen wie die Quadratwurzeln der natürlichen Zahlen periodisch darstellen kann. Oder auch dass eine so „krumme“ Zahl wie die Eulersche Zahl auf einmal eine Struktur erkennen lässt.

Das Angebot hat mir und allen weiteren Teilnehmenden viel Spaß gemacht. Jeder konnte sich frei das erarbeiten, worauf er Lust hatte und was ihm Spaß machte.

Das Wunder Leben

JONATHAN NOTTER

Zur Abwechslung zu den sonst oft actionreichen und aktiven KüAs gab es montags in der zweiten Woche einen ruhigen, gelassenen Kinoabend. Gezeigt wurde der Naturdokumentationsfilm „Das Wunder Leben“ von David Attenborough.

Zu Beginn wurde erst einmal das Forum in einen „Kinosaal“ verwandelt, Sofas verstellt, Sitzsäcke geholt und selbstverständlich Süßigkeiten organisiert.

Eine Stunde lang konnte man Gorillababys, Schimpansen in freier Wildbahn und viele weitere beeindruckende Aufnahmen von Primatenarten bewundern. Bei diesen Bildern ist einige Male deutlich geworden, dass wir mit diesen Tieren doch mehr gemeinsam haben, als wir manchmal denken.

Viel beeindruckender waren jedoch die Natur- und Nahaufnahmen der Tiere. Bei diesen Kullissen wurde so manch einer aus dem Foto-Kurs neidisch. Einerseits bot die Doku eine atemberaubende Vielfalt an verschiedensten Urwaldbäumen und Pflanzen, andererseits Bilder und Videos von Tieren in ihrem natürlichen Umfeld, wie beispielsweise Schimpansen beim Nüsseknacken oder Gorillas beim Klettern und Spielen.

So erhielt man Einblick in die noch unveränderte und wunderschöne Natur. Nach knapp einer Stunde war die Dokumentation zu Ende. Alles in allem war es also eine beruhigende und entspannende Alternative zum sonst oft hektischen und vollgepackten Akademiealltag.

Wildhüten

PAULINE-MARIE KIENZLE, LEONTINE FRANZ

Da die Science Academy Mitglied im Word Wildlife Fond ist und auf dem Gelände des Landesschulzentrums für Umwelterziehung stattfindet, liegt ihr der Umweltschutz besonders am Herzen.

Um die Natur und insbesondere die Tiere besser schützen zu können, brauchen die Wissenschaftler erst einmal zuverlässige Daten zur

Auswertung. Doch das Erheben dieser Daten ist ein großes Problem. Viele Leute können die Tiere nicht richtig bestimmen und somit auch nicht richtig zählen. Deshalb lernten wir in zwei KüA-Schienen das Zählen einiger bedrohter Spezien.

Während unserer Ausbildung büffelten wir Regeln, knobelten über das richtige Zählen der Tiere und absolvierten bis zu sechs Prüfungen.

Das Zählen der Wildtiere erwies sich als äußerst anspruchsvoll. Manche Teilnehmer zerbrachen sich über eine Stunde lang den Kopf, bis sie die erste Prüfung erfolgreich ablegten. Die Freude über den Erfolg war dafür umso größer!

Klatschen mit Maria

RENO KRAHMER

Diese rhythmische KüA fand – leider einmalig – gegen Ende der Akademiezeit statt und wurde von Schülermentorin Maria geleitet.

Traditionell wird die Klatsch-KüA für jeden Akademiejahrgang angeboten, sodass schon sehr viele Teilnehmer mitklatschen konnten.

Es ging darum, verschiedene Rhythmen durch Klatschen mit den Händen, Schnipsen mit den Fingern oder Klatschen auf Brust oder Oberschenkel zu erlernen. Anfangs war man leicht überfordert, doch wie es so schön heißt: Übung macht den Meister! Hierbei wurden nicht nur die Hände, sondern auch der Kopf gefordert.

Am Ende der KüA haben wir die vier verschiedenen Rhythmen im Kanon geklatscht. Drei von Maria ausgewählte Teilnehmer durften mit ihr zusammen vor den anderen versuchen, den Kanon zu klatschen. Die Stimmung war super!

Themenabend

LORENZ HÖPPNER

Damit wir während der Akademie nicht nur Dinge lernten, die sich auf die Arbeit im Kurs beschränkten, fanden immer wieder Veranstaltungen statt, in denen uns andere Wissensbereiche nähergebracht wurden.

Sophia Jahns von der Universität Tübingen, die derzeit ihre Dissertation verfasst und unter

der Leitung von Frau Cederbaum an der Relativitätstheorie arbeitet, versuchte, uns diese Theorie ein wenig näher zu bringen.

Wir begannen mit einem kleinen Gedankenexperiment, in dem sich zwei Personen aufeinander zubewegen und sich zu einem festgesetzten Zeitpunkt treffen wollen. Frau Jahns erarbeitete mit uns, wie diese Bewegungen in einem Koordinatensystem abgebildet werden können.

Darauf basierend übertrugen wir auch das Licht in das Koordinatensystem, um anschließend einige Rechnungen – beispielsweise zur Entfernung von zwei Punkten – durchzuführen.



Als wir diese grundlegenden, aber notwendigen Schritte nachvollzogen hatten, stellte uns Frau Jahns das Zwillingsparadoxon vor. Das Paradoxon beschreibt den unterschiedlichen Verlauf der Zeit an zwei Orten, einem Raumschiff und der Erde. Person A bewegt sich mit Lichtgeschwindigkeit in diesem Raumschiff zum Sirius, während Person B auf der Erde wartet. Beide Personen sind beim Start des Experimentes gleich alt, doch durch die Verzerrung der Zeit wird Person B bei der Rückkehr zur Erde viel jünger sein als Person A. Diese unterschiedlichen Gleichzeitigkeiten für beide Personen veranschaulichten wir abermals in einem Koordinatensystem.

Zum Schluss gab es dann weiteren Raum, um Fragen loszuwerden. Sehr gut war, dass Frau Jahns ihre Thematik aufbauend erläuterte, denn so konnte jeder etwas Neues aus ihrem Vortrag mitnehmen.

Nach relativ kurzen, aber sehr interessanten eineinhalb Stunden verabschiedete uns Frau Jahns in die Bettruhe, schließlich erwartete uns am nächsten Tag wieder ein straffes Programm.

Dies verhinderte jedoch nicht, dass auf den Gängen während des Zähneputzens noch über das ein oder andere Detail diskutiert wurde.

Bergfest

VERENA REUTTER

Einer der Akademie-Höhepunkte war das Bergfest. Nach den gelungenen Präsentationen im Rahmen der Rotation am Vormittag wurde am Abend bereits die Halbzeit der Akademie gefeiert.

Das Bergfest-Organisations-Team bestehend aus Tony, Matteo, Ann-Christin, Marlena, Reno und Amelia hatte schon einige Tage zuvor mit der Planung begonnen, sodass ein sensationelles Programm auf die Bühne gezaubert wurde. Ganz konnten die Kursleiter beim Quiz, beim Pantomime oder beim Erraten von rückwärts abgespielter Filmmusik zwar nicht geschlagen werden, allerdings hatten die Teilnehmer beim Luftballonzerplatzen die Nase vorn.



Außerdem gab es noch einige Beiträge der Kursleiter. Michael und Stefan haben extra für uns die perfekte Präsentation gehalten und Thorsten einen Vortrag über die Bedeutung jedes einzelnen Buchstabens. Vielen Ank afür!

Zur Siegerehrung des Sportfests wurde es dann nochmal ernst. Die Schülermentorinnen und -mentoren haben mit ihren selbstgebastelten Flugzeugen die Entscheidung um einiges spannender gemacht, bis Silas seinen Mathematik-Kurs schließlich zum Sieg flog.

Die Ergebnisse des Sportfestes in aufsteigender Reihenfolge: Biologiekurs, Chemie/Technik-Kurs, Philosophiekurs, Fotografiekurs, Informa-

tikkurs und auf dem ersten Platz der Mathematikkurs.

Als ersten Preis gab es für die Mathematiker einen großen Obstkorb, für die Biologen als Trostpreis eine „Goldenen Banane“, alle anderen bekamen Süßes.

In sportlichem „Fair Play“ haben anschließend alle gemeinsam getanzt. Bei guter Stimmung und Partysnacks verging die Zeit wie im Flug und das Bergfest musste leider wie jeder schöne Abend viel zu schnell enden.



Das Wandern ist der Academyker Lust – der Wandertag

MAREIKE WALTER

Den Wandertag nutzten wir, um uns ein wenig von der ewigen Denkerie zu erholen und um an die frische Luft zu kommen. Nach dem morgendlichen Plenum sind wir in drei Gruppen losgewandert. Jede Wandergruppe hatte eine andere Route, aber alle dasselbe Ziel.

Für unsere Gruppe ging es, einmal Adelsheim verlassen, zunächst an Feldern entlang, bis wir an einer Holzhütte ankamen. Dort wartete eine kleine Stärkung. Diese bekamen wir jedoch erst, nachdem wir ein Lied vorgesungen hatten. Unter den Betreuern der Verpflegungsstation waren Johannes und Elisabeth, die Leiter der Musik-KüA, da wundert das ja niemanden. Wir entschieden uns also dazu, „O Tannenbaum“ zu singen und machten dann unsere wohlverdiente Pause.

Auf dem weiteren Weg nutzten wir anstelle einer Brücke eine Slackline, um den reißenden Fluss (plätschernden Bach) zu überqueren. Das

Problem war, dass Anna und Daniel, unsere Reiseführer, die Slackline nicht fanden. Erst als wir den Fluss bereits überquert hatten (letztendlich doch über die Brücke) entdeckten wir sie und balancierten letzten Endes dorthin, wo wir gerade hergekommen waren.



Nach weiterer zurückgelegter Wanderstrecke begannen wir unsere Füße zu spüren, sodass wir alle ziemlich froh waren, als wir am Mittag unser Ziel, einen Bauernhof, erreichten. Dort gab es in einer großen Scheune Mittagessen für alle. Wir konnten uns in Ruhe erholen und stärken, bevor wir schließlich den Rückweg antraten.



Da dieser nicht einmal halb so lang war wie der Hinweg, sind wir offenbar einen riesigen Umweg gelaufen, um zum Bauernhof zu gelangen. Das merkten wir allerdings erst, als wir bereits durch die Straßen von Adelsheim liefen. Entsprechend blieb noch etwas Zeit zur Entspannung, bevor wir uns am Spätnachmittag wieder in den Kursen trafen.

Hausmusikabend

LEO NEFF

Am vorletzten Tag der Sommerakademie feierten wir den Hausmusikabend, an dem die Musik-KüA allen anderen zeigen konnte, was sie innerhalb der zwei Wochen erarbeitet hatten. Vorgespielt hat nicht nur das „disziplinierteste Akademieorchester der letzten Jahre“, sondern auch die kleineren Ensembles.

Das Orchester eröffnete den Abend mit „Yule Ball“, einem Walzer aus „Harry Potter“. Durch den Abend geleitet haben uns Tony und Lorenz, die in der Musik-KüA sehr aktiv waren.



Anschließend spielten Lorenz und Lukas die „Sonate in D-Dur“ auf dem Klavier, bevor Pauline und Pauline am Cello und Leontine an der Klarinette die „Sonata in G-Dur – I. Allegro“ spielten. Kurz darauf sangen Lea und Samuel mit der Klavierbegleitung von Melissa das Lied „The Rose“ von Bette Midler. Da dieses Jahr viele Akkordeons an der Musik-KüA teilnahmen, gab es auch ein Akkordeonensemble, in dem Tony, Michael und Bio-Kursleiterin Patricia mitspielten. Zusammen führten sie die „Kleine Barock-Suite – Tempo di Menuetto“ von Franz Reinl vor. Abschließend spielten Hanna und Bérlyl auf der Querflöte „Rondeau in h-Moll“ und die „Sonata in G-Dur – IV. Gavotta“.

Auch Einzeldarbietungen durften nicht fehlen. So spielten Lukas, Bérlyl und Lorenz auf ihren Instrumenten. Zwischendurch sang Lea einen Teil aus „Phantom der Oper“. Nach ihr spielte Pauline auf dem Klavier vor und zum Schluss Leontine auf der Klarinette.

Das Orchester beendete den Abend mit den

Stücken „Beauty and the Beast – Tale as old as time“ und der Titelmelodie von „Die Glorreichen Sieben“ mit zwei Solostellen in der Trompete.

Den Hausmusikabend haben sowohl die Musizierenden als auch die Zuhörerinnen und Zuhörer sehr genossen.

Abschlussabend

THOMAS KÖNINGER, ADRIAN DIETZSCH

Nach gelungenen Abschlusspräsentationen, einem leckeren Buffet und etwas Zeit mit den Eltern ging es für uns Teilnehmende und unsere Familien zum Abschlussabend in die Turnhalle. Dort trafen auch die Schülermentorinnen und -mentoren, Kurs- und KüA-Leitende, AL-Assistenz und Akademieleitung ein. Begrüßt wurden wir von dem Orchester mit den „Glorreichen Sieben – Main Title“ von Elmer Bernstein. Danach folgte die Aufführung des Stückes der „Herr der Fliegen“, getreu unseres Akademiemottos „Fliegen“, inszeniert von der Theater-KüA unter der Leitung vom „Theater-Thorsten“, auch „Double T“ genannt. Ein großer Applaus für die gelungene Aufführung als Dank für die Darsteller und den KüA-Leiters, der gleichzeitig die Technik super im Griff hatte, blieb natürlich nicht aus.

Ein weiteres Mal folgte die Musik-KüA mit den Stücken „Beauty And The Beast – Tale as old as time“ von Alan Menke und „Harry Potter – The Yule Ball“ von Patrick Doyle. Man hörte das fleißige Üben der Stücke in jedem Takt heraus und die Töne klangen sehr voluminös, mit so einer vielfältigen Besetzung.

Darauf erfolgten die Danksagungen – auch an uns Teilnehmende. Jeder von uns bekam eine Frisbeescheibe mit dem Akademiologo und einen lieben Gruß von Monika und Jörg. Die Akademieleitung und die Assistenz versuchten, die Danksagungen so spannend, wie möglich zu gestalten, was ihnen auch gut gelang. Denn die Kurse wussten nicht, wann sie auf die Bühne gebeten wurden. Es wurde ein Lied angespielt, das mal mehr, mal weniger zum Thema des Kurs passte.

Die Schülermentorinnen und -mentoren hatten sich ebenfalls etwas Lustiges ausgedacht: Sie rannten, mit den von ihnen selbstgebauten Flugzeugen, lackiert in der jeweiligen Kursfarbe, auf die Bühne und erklärten dem Publikum die Regeln der diesjährigen Science Academy, die streng zu befolgen waren.



Im Chor „Liederkranz Adelsheim“ sangen einige Leiterinnen und Leiter abschließend für uns. Mit dem Lied „Danke“, bedankte sich der Chor mit gespielt ernster und trauriger Miene für die Zeit an der Akademie, für das Essen, die KüAs und alles andere. Nichts blieb vergessen. Auch nicht eine Danksagung an Platon und Kant.

Danach wurden die Eltern nach Hause geschickt, damit wir Teilnehmende noch bis tief in die Nacht feiern konnten.

Die Akademietür

THOMAS KÖNINGER

Wir waren im Sommer durch unsere Türe in die Akademie hinein gegangen, und am Abschlusswochenende mussten wir schließlich auch wieder hinaus. Nach der Übergabe der Zertifikate gingen wir wieder zur Tür. Jörg sprach noch ein paar Worte, dann wurden wir alle sehr herzlich von Jörg und Monika verabschiedet. Es war schon ein wenig traurig, jetzt wieder durch die Tür hinaus zu gehen. Aber Monika sagte, dass wir uns umdrehen sollten und sagte dazu: „Seht in diese Richtung. Da geht es für Euch weiter!“ Das war zunächst etwas witzig, weil da der Sportplatz war und dahinter standen hohe Bäumen, sodass unser „weiterer Weg“ scheinbar bald endete. Aber nur weil man nicht gleich sieht, wie es weitergeht, heißt da ja nicht, dass

der Weg endet. Wir wussten trotzdem, was Monika damit meinte, und es hatte eine schöne Bedeutung.

Die Akademie lag jetzt hinter uns, und bevor wir abgeholt oder von Theo an den Bahnhof gebracht wurden, verabschiedeten wir uns, auch unter Tränen, noch voneinander.

Danksagung

Wir möchten uns an dieser Stelle bei denjenigen herzlich bedanken, die die 16. JuniorAkademie Adelsheim / Science Academy Baden-Württemberg überhaupt möglich gemacht haben.

Finanziell wurde die Akademie in erster Linie durch die Stiftung Bildung und Jugend, die Hopp-Foundation, den Förderverein der Science Academy sowie durch den Fonds der Chemischen Industrie unterstützt. Dafür möchten wir an dieser Stelle allen Unterstützern ganz herzlich danken.

Die Science Academy Baden-Württemberg ist ein Projekt des Regierungspräsidiums Karlsruhe, das im Auftrag des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg und mit Unterstützung der Bildung & Begabung gGmbH Bonn für Jugendliche aus dem ganzen Bundesland realisiert wird. Wir danken daher Frau Anja Bauer, Abteilungspräsidentin der Abteilung 7 – Schule und Bildung des Regierungspräsidiums Karlsruhe, der Leiterin des Referats 75 – allgemein bildende Gymnasien, Frau Leitende Regierungsschuldirektorin Dagmar Ruder-Aichelin, Herrn Jan Wohlgemuth vom Ministerium für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg sowie dem Koordinator der Deutschen Schüler- und JuniorAkademien in Bonn, Herrn Volker Brandt, mit seinem Team.

Wie in jedem Jahr fanden die etwas über einhundert Gäste sowohl während des Eröffnungswochenendes und des Dokumentationswochenendes als auch während der zwei Wochen im Sommer eine liebevolle Rundumversorgung am Eckenberg-Gymnasium mit dem Landesschulzentrum für Umwelterziehung (LSZU) in Adelsheim. Stellvertretend für alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter möchten wir uns für die Mühen, den freundlichen Empfang und den offenen Umgang mit allen bei Herrn Oberstudiendirektor Meinolf Stendebach, dem Schulleiter des Eckenberg-Gymnasiums, besonders bedanken.

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

Zuletzt sind aber auch die Kurs- und KüA-Leiter gemeinsam mit den Schülermentoren und der Assistenz des Leitungsteams diejenigen, die mit ihrer hingebungsvollen Arbeit das Fundament der Akademie bilden.

Diejenigen aber, die die Akademie in jedem Jahr einzigartig werden lassen und die sie zum Leben erwecken, sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Deshalb möchten wir uns bei ihnen und ihren Eltern für ihr Engagement und Vertrauen ganz herzlich bedanken.

Bildnachweis

Seite 30, Abbildung Gasgenerator:

kfztech.de (mit freundlicher Genehmigung)

Seite 101, Abbildung 1:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:E-30-Cutmodel.jpg>

Wikimedia-User: Hanabi123, Bearbeitungen: Mika Alkabetz

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

Seite 103, Abbildung 5:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Shutter_priority_mode.svg

Wikimedia-User: Athepan, Bearbeitungen: Mehdi

CC BY-SA 2.5 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/legalcode>)

Seite 108, Abbildung 12:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CMY_ideal_version_rotated.svg

Gemeinfrei

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Synthese+.svg>

Wikimedia-User: Quark67

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

Seite 109, Abbildung 13:

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HSV_cone.png

Wikimedia-User: (3ucky(3all

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

Seite 114, Abbildung 23:

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hexacyanidoferrat\(II\).svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hexacyanidoferrat(II).svg)

Wikimedia-User: Ilgom und Muskid

Gemeinfrei

Alle anderen Abbildungen sind entweder gemeinfrei oder eigene Werke.